

Methoden der gingivalen Retraktion

Eine Literaturübersicht

NINO A. TOSCHES
GIOVANNI E. SALVI

Klinik für Parodontologie
Zahnmedizinische Kliniken
Universität Bern

Korrespondenzadresse

PD Dr. Giovanni E. Salvi
Klinik für Parodontologie
Zahnmedizinische Kliniken
der Universität Bern
Freiburgstrasse 7, 3010 Bern
Tel. +41 31 632 25 89
Fax +41 31 632 49 15
E-Mail: giovanni.salvi@zmk.unibe.ch

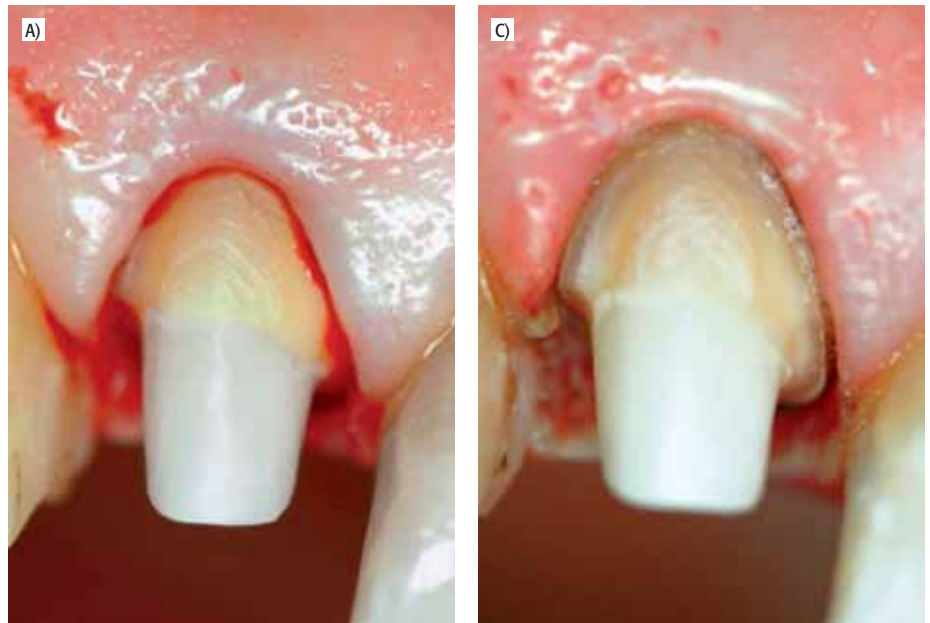


Bild oben: Klinisches Beispiel für die gingivale Retraktion mittels Paste (Expasyl®).

A) Präparierter Zahn mit Blutung aus dem Sulcus.

C) Nach Entfernung der Paste mit Luft-Wasser-Spray ist der Sulcus dilatiert, trocken und blutungsfrei. Die Präparationsgrenze ist vollumfänglich freigelegt. Die Abformung kann erfolgen.

Zusammenfassung Die Freilegung des Präparationsrandes und die Blutstillung im gingivalen Sulcus sind eine wichtige Voraussetzung für eine präzise Abformung und damit für die Qualität indirekt hergestellter Rekonstruktionen.

Das Ziel dieser Arbeit ist, die Literatur bezüglich gingivaler Retraktionsmethoden zusammenzufassen und daraus praktische, klinische Empfehlungen abzuleiten.

Einleitung

Gingivale Retraktionsmethoden werden in der Zahnmedizin angewendet, um epi- oder subgingival gelegene Präparationsränder vorübergehend zugänglich zu machen und deren Abformung zu ermöglichen. Diese rekonstruktiven Behandlungsschritte erfolgen in der sogenannten korrektiven Phase, nach abgeschlossener parodontaler Vorbehandlung.

Mittels geeigneter Abdruckmaterialien können dadurch die marginalen Details einer Präparation präzise reproduziert werden. Zusätzlich werden solche Methoden auch in anderen Gebieten der konservierenden Zahnmedizin, insbesondere bei Füllungstherapien, gebraucht, z. B. zur Freilegung und Isolation cervicalen Zahnregionen.

Während Jahrzehnten wurde in der rekonstruktiven Zahnmedizin sehr viel Gewicht auf technische und physikalische Aspekte verschiedener Prozeduren und Materialien gelegt. Erst Ende der 50er- und während der 60er-Jahre des letzten Jahrhunderts wurde zunehmend die Bedeutung und Wichtigkeit biologischer Auswirkungen auf die parodontalen Gewebe erkannt und untersucht (WAERHAUG 1953, 1960, LÖE 1968). Ein absolut präziser Kronen- oder Füllungsrand ist nie erreichbar. Es wird immer ein minimaler Randspalt zwischen Zahn und Rekonstruktion oder eine mikroskopisch erkennbare Überkonturierung der Rekonstruktion vorhanden sein, die bei subgingivaler Lage eine Retention eines bakteriellen Biofilms zur Folge haben und zu einer lokalisierten Gingivitis oder sogar zu Verlust an parodontalem Attachment führen kann. Bei Rand-

spalten von 150 µm und mehr ist die Wahrscheinlichkeit für einen bleibenden Schaden der parodontalen Gewebe sehr gross (GLANTZ & NYMAN 1982, LANG ET AL. 1988).

GARGIULO ET AL. (1961) untersuchten an menschlichen Autopsiepräparaten die Relationen innerhalb des dentogingivalen Komplexes. Der durchschnittliche Wert für die Tiefe des gingivalen Sulcus lag bei 0,7 mm, für die Länge des Epithelansatzes 1 mm und für das Bindegewebsattachment ebenfalls 1 mm. Die Dimension des Bindegewebsattachments und des Epithelansatzes zusammen betrug 2 mm und wurde als «biologische Breite» definiert.

Restaurationsränder, welche diese biologische Breite nicht berücksichtigen, bergen ein erhöhtes Risiko für Attachmentverlust (NEVINS & SKUROW 1984). Um eine Verletzung der biologischen Breite zu vermeiden, kann eine chirurgische Verlängerung der klinischen Krone in Betracht gezogen werden (HUYNH-BA ET AL. 2006).

In vielen Studien wurde beobachtet, dass der Entzündungsgrad um überkronte Zähne mit subgingivalen Kronenrändern signifikant ausgeprägter war als bei supragingivalen und epigingivalen Kronenrändern (VALDERHAUG & BIRKELAND 1976, VALDERHAUG 1980). Eine vermehrte Biofilmmakulation um die Kronenränder wurde verantwortlich gemacht für die Entzündungsreaktion der Gingiva. Es konnte aber auch gezeigt werden, dass es nicht nur eine Zunahme der Biofilmmasse, sondern auch spezifische Veränderungen des subgingivalen Biofilms waren, die zu diesen Entzündungsreaktionen führten. Insbesondere konnte sich bei subgingival gelegenen, überstehenden Restaurationsrändern die Zusammensetzung des subgingivalen Biofilms so verändern, wie sie in destruktiven parodontalen Prozessen vorzufinden ist (LANG ET AL. 1983).

Ästhetische Aspekte haben in der Zahnmedizin eine ausserordentlich grosse Bedeutung erlangt. In diesem Zusammenhang wird auch über die Lage des Restaurationsrandes bezüglich des Gingivalrandes intensiv diskutiert. Obwohl aus der Literatur ganz klar hervorgeht, dass die supragingivale Lokalisation von Restaurationsrändern aus parodontaler Sicht zu bevorzugen ist (WAERHAUG 1953, 1960, LÖE 1968, SILNESS 1974, VALDERHAUG 1991), scheinen ästhetische Wünsche und Anliegen der Patienten, aber auch der praktizierenden Zahnärzte, diese Tatsache in den Hintergrund zu drängen.

Subgingivale Restaurationsränder können weder das Auftreten von Sekundärkaries (HAMMER & HOTZ 1979, VALDERHAUG 1991) noch die Entstehung von Gingivitis, parodontaler Taschen oder gingivaler Rezessionen verhindern (REICHEN-GRADEN & LANG 1989, VALDERHAUG 1991). Trotzdem werden Restaurationsränder häufig in den nicht sichtbaren, subgingivalen Bereich verlegt.

Neben ästhetischen Anliegen führen auch funktionelle Aspekte wie eine limitierte bzw. reduzierte Restzahnschicht, vorausgegangener Verlust von Hart- und Weichgeweben (u. a. bei ausgeprägten Abrasionen oder Erosionen) oder Wurzelfrakturen dazu, dass supragingivale Restaurationsränder nicht immer realisierbar sind. Um eine genügende Retentionsform des Pfeilerzahnes in occluso-cervicaler Richtung zu erhalten, wird die Präparationsgrenze deshalb oft in die subgingivale Region verlegt.

Abdruckmaterialien selber haben nicht die Fähigkeit, die gingivalen Gewebe für eine Abdrucknahme genügend zu verdrängen und eine Blutung oder das Fließen von Sulcusflüssigkeit zu verhindern (NEMETZ & SEIBLY 1990). Bei Präparationen, die sich in den subgingivalen Raum ausdehnen, ist deshalb für die Abformung eine vorübergehende Gingivaverdrängung nötig. Diese temporäre Verdrängung der Gingiva hat mehrere Gründe und Ziele (DONOVAN & CHEE 2004):

- *Vertikale Verdrängung der gingivalen Gewebe:* Abformung des epigingivalen oder subgingivalen Restaurationsrandes und der unpräparierten Zahnregion apikal davon.
- *Horizontale Verdrängung der gingivalen Gewebe:* Schaffung eines genügend grossen Spaltes für das Einfließen der Abformmasse zwischen Zahn und gingivale Gewebe. Das Abdruckmaterial muss eine adäquate Dicke und Festigkeit aufweisen, damit es bei der Entfernung des Abdrucks nicht zu einem Verzug oder einem Abriss kommt.
- *Trockenhaltung der Zahnoberfläche während des Abdruckvorganges:* Elastomere Abdruckmaterialien verhalten sich hydrophob und geben Details der abzuformenden Präparation nicht präzise wieder, wenn diese mit Sulcusflüssigkeit oder Blut kontaminiert ist.

Auswahl der Literatur

Eine systematische Literatursuche wurde in der elektronischen Datenbank PubMed (Medline) bis Mai 2008 durchgeführt. Tierexperimentelle und klinische Studien in den Sprachen Englisch, Deutsch, Französisch und Italienisch wurden berücksichtigt. Zusätzlich wurde eine manuelle Suche anhand der Literaturverzeichnisse der ausgewählten Studien vorgenommen. Abstracts und Fallberichte wurden nicht berücksichtigt. Ein Konsens bezüglich Einschluss oder Ausschluss einer Studie wurde durch Diskussion erreicht.

Methoden der Gingivaretraktion

Die heute bekannten Techniken der temporären Gingivaverdrängung oder Gingivaretraktion können eingeteilt werden in *mechanische, chemische, chirurgische* Techniken oder *Kombinationen* dieser drei Techniken (DONOVAN & CHEE 2004).

Ein kritischer Faktor ist der Zustand der Gingiva vor Abdrucknahme. Die marginale Gingiva sollte sich in einem entzündungsfreien Zustand befinden. Eine Abdrucknahme bei entzündeter marginaler Gingiva kann schwierig sein und erfordert aggressivere Prozeduren zu derer Verdrängung, Blutstillung und Trockenhaltung, die ihrerseits in einer Rezession der marginalen Gingiva resultieren können (NEMETZ ET AL. 1984).

Qualitativ hochstehende provisorische Rekonstruktionen sind ebenfalls eine Grundvoraussetzung um günstige Verhältnisse für die Abdrucknahme zu schaffen: Präzise passende Provisorien erlauben eine adäquate Mundhygiene und führen zu einer entzündungsfreien marginalen Gingiva (DONALDSON 1973, 1974; DONOVAN & CHO 2001).

1. Elektrochirurgie

Die Gingiva wird mit dieser Methode nicht vorübergehend verdrängt, sondern definitiv entfernt. Durch übermässige Hitze einwirkung können Brandmale auf der Wurzeloberfläche entstehen und das Wurzelzement zerstört werden. Ein Verlust an epithelalem und bindegewebigem Attachment mit apikaler Positionierung des Saumepithels und Verlust an crestalem Alveolarknochen kann resultieren. Eine signifikante Rezession der marginalen Gingiva kann die Folge sein. Zudem ist mit einer langsameren Heilung der gingivalen/parodontalen Läsion im Vergleich mit schonungsvolleren Methoden zu rechnen (GLICKMAN & IMBER 1970, WILHELMSSEN ET AL. 1976, RUEL ET AL. 1980).

Die Elektrochirurgie stellt somit eine irreversible Methode im Sinne einer Gingivektomie dar und kann für die temporäre Gingivaretraktion nicht empfohlen werden.

2. Retraktionsfäden

Thompson beschrieb 1951 eine Methode der temporären Gingivaretraktion mittels befeuchteter Baumwollfäden ohne chemische Zusätze, also eine rein mechanische Technik. Bald darauf wurden die Fäden mit verschiedenen chemischen Substanzen versetzt. Adrenalin, Alaun, Aluminiumchlorid, Zinkchlorid, Aluminiumsulfat, Tannin (Gerbsäure) und Eisensulfat waren die am meisten verwendeten Zusatzstoffe (WOYCHESHIN 1964).

Heute besteht die am häufigsten angewendete Methode für die Abdrucknahme von Restaurationen im Einbringen von imprägnierten Retraktionsfäden in den gingivalen Sulcus, d. h. eine chemo-mechanische Technik (JOKSTAD 1999, DONOVAN & CHEE 2004).

Bereits früh wurde auf die Wichtigkeit hingewiesen, dass Retraktionsfäden nur sehr vorsichtig in den gingivalen Sulcus gelegt werden sollten, um unnötige Schädigungen des Saumeithels und des supracrestalen Faserapparates zu vermeiden (LÖE & SILNESS 1963).

Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass bereits die blosse Applikation von Baumwollfäden in den gingivalen Sulcus eine Schädigung der epithelialen Zellen verursachen kann (HARRISON 1961, RAMADAN ET AL. 1972).

Neuere Humanstudien bestätigen diese Befunde. FENG ET AL. (2006) stellten nach Applikation von Retraktionsfäden ohne medikamentösen Zusatz fest, dass die gingivale Retraktion eine akute Verletzung der Gewebe verursachte, die innerhalb von 2 Wochen ausheilte. Sie resultierte auch in der Erhöhung eines proinflammatorischen Zytokins (TNF- α) in der Sulcusflüssigkeit. CSILLAG ET AL. (2007) beobachteten nach Entfernung von Retraktionsfäden, die nur mit physiologischer Kochsalzlösung getränkt waren, eine Zunahme des Blutflusses im Sulcus und eine Erhöhung der Sulcusflüssigkeit-Produktion.

Mit Alaun oder Adrenalin versetzte Baumwollfäden oder diese beiden Zusätze in Kombination mit verschiedenen Konzentrationen von Zinkchlorid verursachten immer Parodontalschäden. Solche Läsionen heilten innerhalb von 8–14 Tagen unter Bildung eines neuen Saumeithels aus (HARRISON 1961, LÖE & SILNESS 1963).

Die beobachtete durchschnittliche Gingivarezession nach Applikation von Retraktionsfäden geht von keiner Rezession (STARK ET AL. 1977, AZZI ET AL. 1983) über 0,1 mm (HARRISON 1961) bis $0,2 \pm 0,1$ mm (RUEL ET AL. 1980).

Die Anwendung verschiedener Techniken zur temporären Gingivaretraktion mit Fäden ist eine unter Zahnärzten in Nordamerika und Europa sehr beliebte Behandlungsmodalität. Eine Umfrage bei rekonstruktiv tätigen Zahnärzten in den USA zeigte, dass 98% der Befragten Retraktionsfäden benutzten (HANSEN ET AL. 1999). Fäden ohne Zusatzmittel wurden am häufigsten eingesetzt, gefolgt von Fäden mit Aluminiumchlorid und Adrenalin. Die Mehrheit der Zahnärzte (81%) trankte die Fäden vor der Applikation, wobei eine gepufferte Aluminiumchlorid-Lösung das beliebteste Zusatzmittel war (55%).

Kommerziell erhältliche Retraktionsfäden sind in verschiedenen Stärken/Durchmessern erhältlich (Abb. 1).

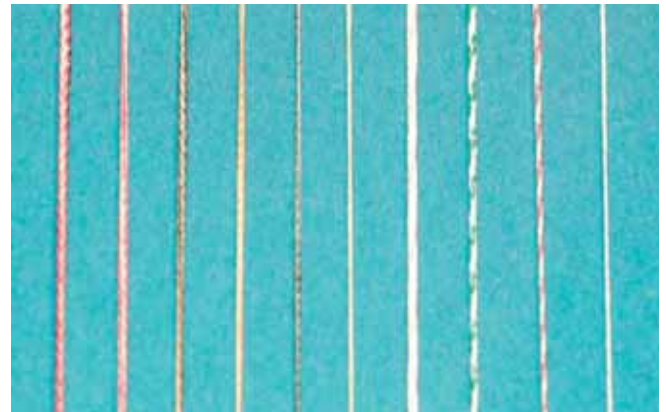


Abb. 1 Retraktionsfäden sind in verschiedenen Durchmessern/Stärken erhältlich.

Eine rein mechanische Gingivaverdrängung mit unbehandelten Baumwollfäden ohne chemischen Zusatz wird nicht empfohlen: Die Dauer der lateralen und vertikalen Gingivaverdrängung wurde als ungenügend betrachtet (RAMADAN ET AL. 1972) und die Blutungskontrolle als unzuverlässig beurteilt, da rund 60% der Abdrücke wiederholt werden mussten (PELZNER ET AL. 1978).

Angewendet werden grundsätzlich zwei Techniken: die Ein-Faden-Technik und die Zwei-Faden-Technik.

Bei der *Ein-Faden-Technik* (Abb. 2–4) wird ein einzelner Retraktionsfaden so in den gingivalen Sulcus gelegt, dass der Präparationsrand auf der ganzen Zirkumferenz leicht freigelegt und für die Abdrucknahme zugänglich wird (DONOVAN & CHEE 2004). Wichtig ist die Länge des Retraktionsfadens: Der Faden muss die Länge der Zahnzirkumferenz haben. Ist er kürzer, kann zwischen den beiden Fadenenden ein Teil des Sulcus nur ungenügend verdrängt sein. Ist der Faden hingegen zu lang, überlappen sich die Fadenenden, was in einer ungenügenden Freilegung des Präparationsrandes resultieren kann.

Der Faden wird entweder unmittelbar vor der Abdrucknahme aus dem Sulcus entfernt oder er wird während der Abdrucknahme im Sulcus belassen, was aber bedingt, dass er die Präparationsgrenze vollumfänglich darstellt und das Einfließen einer genügend dicken Materialschicht erlaubt. Der Faden sollte bei der Entfernung nicht ganz trocken sein und muss nötigenfalls befeuchtet werden, um eine Verletzung des Saumeithels und eine daraus resultierende Blutung in den Sulcus zu vermeiden (NEMETZ ET AL. 1984).

Oft angewendet wird auch die *Zwei-Faden-Technik* (Abb. 5–7) oder Doppelfaden-Technik (CLOYD & PURI 1999, PERAKIS ET AL. 2004). Ein erster Faden (meist kleineren Durchmessers) wird in den Sulcus eingebracht und verbleibt dort während des ganzen Abdruckvorganges. Dieser erste Faden dient der vertikalen Gingivaverdrängung und legt die Präparationsgrenze frei. Ein zweiter Faden (meist grösseren Durchmessers) wird über den ersten Faden gelegt und kurz vor Abdrucknahme wieder aus dem Sulcus entfernt. Dieser zweite Faden dient v. a.

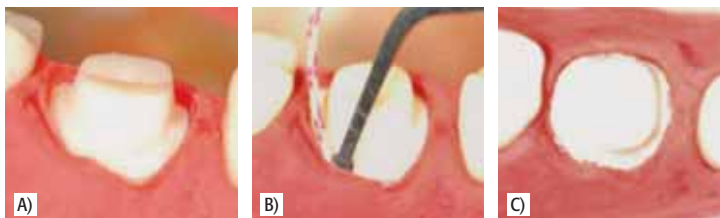


Abb. 2 *Ein-Faden-Technik*. A) Ein präparierter Zahn mit einem seichten gingivalen Sulcus soll abgeformt werden. B) Ein einzelner Retraktionsfaden adäquater Grösse wird mit einem geeigneten Instrument (Spatel, spezieller Fadenstopfer) vorsichtig in den gingivalen Sulcus eingebracht. C) Der Faden sollte die ganze Zirkumferenz des Zahnes umfassen, ohne dass sich die Fadenenden überlappen. Die Präparationsgrenze muss vollumfänglich freigelegt und für die Abformung zugänglich sein.

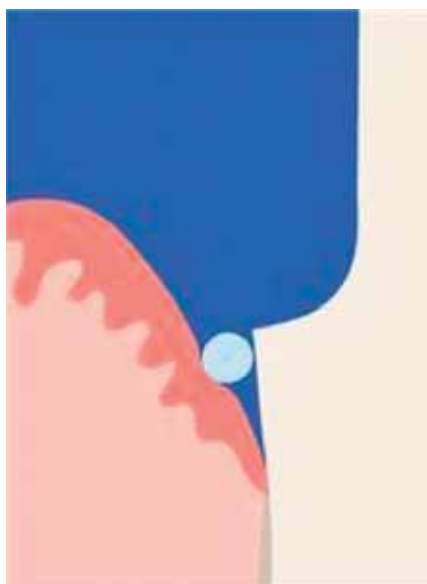


Abb. 3 Schematische Darstellung der Ein-Faden-Technik.

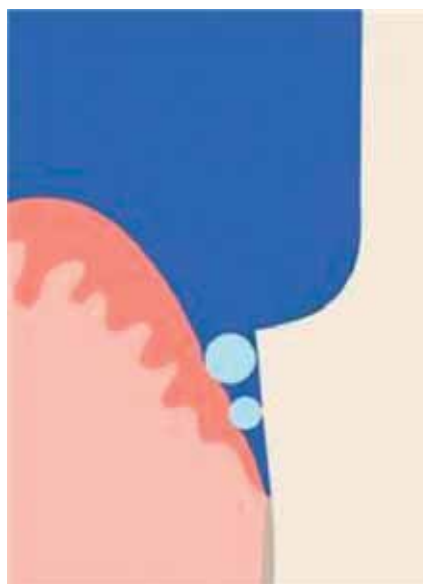


Abb. 6 Schematische Darstellung der Zwei-Faden-Technik.

der lateralen Gingivaverdrängung und schafft vorübergehend genügend Raum für das Abformmaterial (CLOYD & PURI 1999). Diese Technik wird insbesondere dann empfohlen, wenn ein tiefer gingivaler Sulcus besteht und wenn mehrere Präparationen gleichzeitig abgeformt werden müssen.

Klinische Empfehlungen bezüglich einer genügend langen Applikationszeit von Retraktionsfäden liegen zwischen 3 und 15 Minuten. HARRISON (1961) hielt fest, dass unbehandelte Fäden ohne zu erwartende Gewebeschädigung während 5–30 Minuten im gingivalen Sulcus belassen werden können, Fäden mit 8% Adrenalin oder 100% Alaun während 5–10 Minuten. RAMADAN ET AL. (1972) berichteten über eine problemlose Anwendung von Fäden mit 5% Aluminiumchlorid bei einer Verweildauer von bis zu 3 Minuten. FISCHER (1987) empfahl die Applikation von Fäden mit 13,5% Eisensulfat während 1 Minute, um eine genügend grosse Verdrängung der Weichgewebe zu erzielen. Eine Liegedauer des Retraktionsfadens von 10–20 Minuten bewirkte eine Freilegung der Präparationsgrenze für mindestens 30 Minuten, sodass kein erneutes Fadenlegen nötig wäre für multiple Abformungen (BENSON ET AL.

1986). Die minimale Verweildauer des Fadens für eine adäquate Gingivaverdrängung wurde in dieser Studie nicht untersucht.

RAMADAN (1968) legte in einer Hundestudie verschiedene unbehandelte und medikamentös versetzte Fäden (0,1% Adrenalin, 8% Adrenalin, 100% Alaun und 14% Aluminiumchlorid) während 5 Minuten in den Sulcus und untersuchte die Sulcusbreite in Intervallen nach Fadenentfernung: Alle untersuchten Fäden ausser den unbehandelten waren wirksam und führten zu einer genügend grossen Gingivaverdrängung während ca. 10 Minuten. Hemodent® (14%ige gepufferte Aluminiumchlorid-Lösung, Premier Dental Products) bewirkte die weiteste Sulcusöffnung während mehr als 20 Minuten.

BAHARAV ET AL. (1997) untersuchten in einer Humanstudie die Auswirkung der Verweildauer eines mit Aluminiumchlorid getränkten Retraktionsfadens bezüglich der lateralen Gingivaverdrängung: Eine Verweildauer von 4 Minuten erwies sich in dieser Studie als optimal. Eine kürzere Applikationszeit des Fadens von 2 Minuten resultierte in einer ungenügenden Gewebeerdrängung, eine längere Applikationszeit von 6 oder 8 Minuten hingegen brachte keine zusätzlichen Vorteile mehr.

Abb. 4 Klinisches Beispiel für die Ein-Faden-Technik.

A) Die beiden präparierten Brückenpfeiler mit je einem Retraktionsfaden im gingivalen Sulcus. Die Präparationsgrenzen sind vollständig freigelegt, die Blutstillung ist gewährleistet, und die Stümpfe sind sauber und trocken. B) Der entsprechende Abdruck mit einem elastomeren Abdruckmaterial zeigt eine präzise Wiedergabe der Präparationen und der Präparationsgrenzen.



Abb. 5 Zwei-Faden-Technik. A) Bei tieferen und weiteren gingivalen Sulci wird zunächst ein erster Faden kleineren Durchmessers in den Sulcus eingebracht. Dieser dient der vertikalen Verdrängung der Gingiva. B) Der erste Faden umfasst die ganze Zirkumferenz des Zahnes, ohne dass sich die Fadenenden überlappen. C) Ein zweiter Faden grösseren Durchmessers wird in den Sulcus eingeführt. Dieser dient v.a. einer genügend grossen horizontalen Verdrängung der Gingiva. D) Die Fadenenden sollen sich leicht überlappen, damit der befeuchtete zweite Faden unmittelbar vor der Abdrucknahme mit einer Pinzette ergriffen und vorsichtig aus dem dilatierten Sulcus entfernt werden kann.



Abb. 7 Klinisches Beispiel für die Zwei-Faden-Technik. A) Ein erster, meist schmalere Faden wird in den Sulcus gelegt. Dieser bleibt während des ganzen Abdruckvorganges in situ. B) Darüber wird ein zweiter, meist dickerer Faden in den Sulcus eingeführt, der kurz vor Abdrucknahme wieder entfernt wird. C) Situation nach Entfernung des zweiten Fadens. Der erste Faden ist immer noch im gingivalen Sulcus. Die Präparationsgrenze ist freigelegt, der Sulcus ist trocken und blutungsfrei.

Retraktionsfäden sollten nach erfolgter Abdrucknahme möglichst bald wieder aus dem Sulcus entfernt werden, um das Risiko einer irreversiblen Gewebeschädigung möglichst gering zu halten. Ein vergessener, nicht entfernter Retraktionsfaden im gingivalen Sulcus kann fatale Folgen haben. Daraus resultiert eine massive Entzündung, die mit derjenigen einer ligatureninduzierten Parodontitis im Tierexperiment vergleichbar ist (LINDHE ET AL. 1973). Klinisch ist mit einer ausgeprägten Reszession der marginalen Gingiva und mit der Freilegung des Restaurationsrandes zu rechnen.

Diverse Publikationen beschreiben Fremdkörperreaktionen, die durch verbliebenes oder abgerissenes Abdruckmaterial im gingivalen Sulcus hervorgerufen werden können. Diese Reaktionen reichen von schweren Entzündungen über akute Abszessbildungen bis hin zu ausgeprägten Destruktionen des Alveolarknochens. Alle klinisch beschriebenen Komplikationen waren assoziiert mit einer subgingivalen Lage des Präparationsrandes (O'LEARY ET AL. 1973, SHILOAH ET AL. 1988).

Keine klinische Studie hat bisher die Überlegenheit der einen gegenüber der anderen Retraktionsmethode mit Fäden zeigen können. Der Konsens in der Literatur ist, dass Retraktionsfäden bei adäquater Technik klinisch keine signifikanten Veränderungen an entzündungsfreiem gingivalem Gewebe verursachen. Die Wahl der angewendeten Technik kann somit abhängig von der klinischen Situation und der Präferenz des Behandlers getroffen werden (JOKSTAD 1999, DONOVAN & CHEE 2004).

3. Retraktionspasten

Expasyl® (Satelec – Pierre Roland, Frankreich) ist eine Paste zur Zahnfleischretraktion, die 15% Aluminiumchlorid und Kaolin enthält (Abb. 8). Kaolin ist ein Aluminiumsilikathydrat und ist chemisch sehr resistent und selbst gegen starke Säuren gut beständig und wird deshalb in sehr vielen Chemikalien und Kosmetika als inerter Füllstoff verwendet.

Die Paste ist in Karpulen erhältlich und wird mit einer Kanüle in den gingivalen Sulcus appliziert und für ungefähr



Abb. 8 Expasyl® (Paste mit Aluminiumchlorid) in Karpulen mit stumpfen Kanülen, Applikator-Pistole

2 Minuten belassen, anschliessend mit Wasserspray ausgespült und der Sulcus mit Luft getrocknet (Abb. 9).

Expasyl® weist eine adstringierende, an der Geweboberfläche hämostatische Wirkung durch Kompression auf und führt dadurch zu einer schnellen und guten Blutstillung. Die Kaolinkomponente kann Sulcusflüssigkeit absorbieren und expandieren. Dadurch führt Expasyl® zu einer temporären Gingivaretraktion während 1 bis 2 Minuten.

Diese Paste kann allein oder in Kombination mit Retraktionsfäden eingesetzt werden und bietet sich als Alternative zur herkömmlichen Gingivaretraktion mit Fäden an. Eine gingivale Retraktionsmethode, die auf einer Paste beruht, hat einen grossen Vorteil gegenüber den Fäden: Die Paste muss nach der Einwirkungszeit entfernt bzw. mit Luft-Wasser-Spray ausgespült werden. Ein versehentliches Belassen des Retraktionsmittels im Sulcus nach Abdrucknahme ist somit praktisch ausgeschlossen.

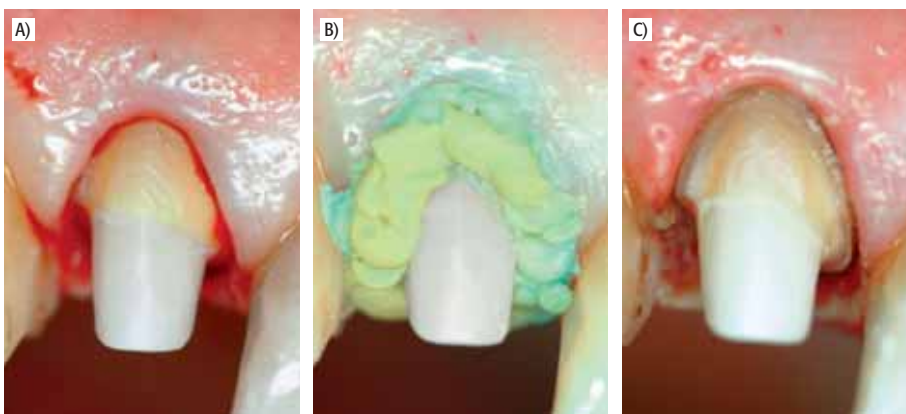


Abb. 9 Klinisches Beispiel für die gingivale Retraktion mittels Paste (Expasyl®). A) Präparierter Zahn mit Blutung aus dem Sulcus. B) Die Paste wird um die Präparation in den Sulcus appliziert und 2 Minuten belassen. C) Nach Entfernung der Paste mit Luft-Wasser-Spray ist der Sulcus dilatiert, trocken und blutungsfrei. Die Präparationsgrenze ist vollumfänglich freigelegt. Die Abformung kann erfolgen.

Eine einzige experimentelle Studie wurde bisher veröffentlicht, welche die hämostatische Wirksamkeit und die Gewebereaktionen nach Anwendung von Expasyl® in Knochendefekten untersuchte (VON ARX ET AL. 2006).

Zusatzmittel

Verschiedene Medikamente und chemische Substanzen wurden und werden in Zusammenhang mit gingivalen Retraktionsprozeduren verwendet (WEIR & WILLIAMS 1984, DONOVAN & CHEE 2004).

Die Anforderungen an diese Zusatzmittel sind:

- *Effektivität (Wirksamkeit)*: Gewünscht sind eine adäquate vertikale und laterale Verdrängung der gingivalen Gewebe, Kontrolle der Blutung und Trockenhaltung bei einfacher und schneller Handhabung.
- *Sicherheit*: Es sollten keine irreversiblen Gewebeschäden und keine schädlichen systemischen Nebenwirkungen resultieren.

Die Wirksamkeit einer chemischen Substanz bezüglich Gewebeschrumpfung und Hemmung der Blutung bedarf auf jeden Fall einer sorgfältigen Evaluation gegenüber der Gefahr von lokalen oder systemischen Schäden, die durch diese Substanz hervorgerufen werden können.

1. Adrenalin

Adrenalin wird in der Zahnmedizin als Vasokonstriktor in Lokalanästhetika verwendet. Es wird aber auch sehr oft als Zusatz in Retraktionsfäden gebraucht und soll über eine Vasokonstriktion die Blutstillung während der Abdrucknahme und eine temporäre Schrumpfung der marginalen Gingiva bewirken (MEECHAN ET AL. 1994).

Adrenalin hat weitreichende physiologische Auswirkungen auf Herz, Lunge, Kreislaufsystem, Metabolismus, Zellmembranfunktion und Wundheilung. Es wirkt als starkes myocardiales Stimulans, welches die ventrikuläre Kontraktionskraft des Herzens und die Pulsfrequenz steigert. Es bewirkt die Vasokonstriktion vieler Gefässe, was zu einer Erhöhung v. a. des systolischen Blutdrucks führt.

Die Grenzdosis für Adrenalin während zahnmedizinischen Behandlungen wird in der Literatur mit 0,2 mg (200 µg) für gesunde Patient/innen und 0,04 mg (40 µg) für Patient/innen mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen angegeben (MALAMED 1990).

Meistens gelangt bei Retraktionsfäden eine Konzentration von 8% racemischem Adrenalin (d. h. bestehend aus 50% d-Adrenalin und 50% l-Adrenalin) zur Anwendung, wobei aber auch Konzentrationen von 0,1%, 2%, 4%, 16% und 32% gebraucht wurden (DONOVAN ET AL. 1985, NEMETZ & SEIBLY 1990, MEECHAN ET AL. 1994).

Eine Humanstudie zeigte, dass eine Erhöhung der Adrenalin-Konzentration in Retraktionsfäden über 4% hinaus bezüglich Blutungskontrolle keinen zusätzlichen Vorteil bringt (TIMBERLAKE 1971).

Die Verwendung von Adrenalin als Zusatzmittel in Retraktionsfäden wird in der Literatur kontrovers beurteilt.

Einerseits berichten einige Autoren von nur minimalen systemischen Wirkungen adrenalinhaltiger Retraktionsfäden, wenn sie in den entzündungsfreien Sulcus appliziert werden (HOUSTON ET AL. 1970, HATCH ET AL. 1984).

In mehreren Tierstudien mit radioaktiv markiertem Adrenalin wurden keine signifikanten Erhöhungen der Radioaktivität im Blutkreislauf und/oder keine signifikanten Veränderungen im kardiovaskulären System festgestellt (POGUE & HARRISON 1967, HOUSTON ET AL. 1970).

Mehrere Autoren schliessen aus ihren Studien, dass kardiovaskuläre Veränderungen wie die Erhöhung des Blutdrucks und der Pulsrate zu einem grossen Teil aus der Stress-induzierten Adrenalinausschüttung (endogenes Adrenalin) resultieren (PELZNER ET AL. 1978, BUCHANAN & THAYER 1982). Trotzdem geben die Autoren die Empfehlung ab, Risikopatienten (insbesondere Patienten mit Blutkreislaufkrankungen, Hyperthyroidose und Diabetes) bei der zahnärztlichen Behandlung speziell zu überwachen und Adrenalin als Zusatz in Retraktionsfäden nur mit Vorsicht und in niedrigen Dosierungen einzusetzen.

Eine genügende Gingivaretraktion ohne systemische Nebenwirkungen konnte in einer Humanstudie mit einem Zusatz von 4% Adrenalin erreicht werden (PELZNER ET AL. 1978). Eine neuere Humanstudie verglich verschiedene Adrenalin-Konzentrationen und hielt fest, dass eine 0,01%ige Adrenalinlösung die Sulcusflüssigkeitsproduktion und eine hyperämische Reaktion nach Entfernung der Retraktionsfäden hemmt, ohne lokale und systemische Nebenwirkungen zu haben (CSILLAG ET AL. 2007).

KELLAM ET AL. (1992) untersuchten in einer Humanstudie die Absorption von Adrenalin aus Retraktionsfäden. Der Adrenalin-gehalt zeigte grosse Variabilität und betrug zum Teil weniger als 50% der vom Hersteller angegebenen Menge Adrenalin.

Alle untersuchten Fäden verloren im Sulcus durchschnittlich 80% ihres Adrenalin-gehaltes. Die Resultate dieser Studie zeigten auch, dass die Resorption des Adrenalins aus den Retraktionsfäden relativ schnell erfolgt (d. h. innerhalb von 5–15 Minuten). Die vom Körper absorbierte Menge Adrenalin (l-Adrenalin) wurde mit durchschnittlich 71 (g/inch Faden gemessen, was ca. 7 ml (oder ca. 4 Ampullen) Lokalanästhetikum mit 1:100 000 Adrenalin-Konzentration entspricht. Dies ist eine nicht unbedeutende Menge, die aber kleiner ist, als in mehreren anderen Studien angegeben worden war.

Handelsübliche Adrenalin-impregnierete Retraktionsfäden enthalten 0,2 bis 1 mg r-Adrenalin pro Inch (ca. 2,5 cm), abhängig vom Fadendurchmesser und je nach Produkt (DONOVAN ET AL. 1985).

Der am häufigsten gebrauchte Retraktionsfaden enthält 0,44 bis 0,61 mg r-Adrenalin pro Inch, was 0,22 bis 0,3 mg l-Adrenalin entspricht, d. h. bereits mehr als die empfohlene Grenzdosis für gesunde Patient/innen und etwa 6 Mal die Maximaldosis für Herz-Kreislauf-Patient/innen (MALAMED 1978), was mit der Adrenalinmenge von ca. 12 Karpulen à 1,7 ml Lokalanästhetikum mit einem Adrenalin-zusatz von 1:100 000 gleichzusetzen ist. Bei Fäden mit 1 mg r-Adrenalin (0,5 mg l-Adrenalin) pro Inch bedeutet dies sogar 2,5 mal die Maximaldosis für Gesunde und 12 mal diejenige für kompromittierte Patienten. Dies entspricht der Adrenalin-dosis, die bei einem akuten Herz-Kreislauf-Notfall injiziert wird.

Trotz des potenziellen Risiko, welches adrenalinhaltige Fäden darstellen, wird in der Literatur auch deren routinemässiger Gebrauch empfohlen. Eine ruhige, stressfreie Behandlung soll Nebenwirkungen wie endogene Adrenalinausschüttungen minimieren (BUCHANAN & THAYER 1982). Andererseits wird aber auch betont, dass die allgemeinmedizinische Anamnese nicht immer zuverlässig ist, kardiovaskuläre Risikopatienten in der Zahnarztpraxis sehr oft nicht erkannt werden und deshalb adrenalinhaltige Fäden nur mit Vorsicht und Zurückhaltung angewendet werden sollten (DONOVAN ET AL. 1985, MEECHAN ET AL. 1994).

2. Zinkchlorid (ZnCl₂)

Zinkchlorid ist ein lösliches Salz mit starker adstringierender und kaustischer Wirkung. Studien an Hunden haben gezeigt,

dass mit Zinkchlorid imprägnierte Fäden (in den üblicherweise gebrauchten Konzentrationen von 8% und 40%) Nekrosen und irreversible Gewebeschädigungen zur Folge haben (HARRISON 1961, LÖE & SILNESS 1963, WOYCHESHIN 1964, PELZNER ET AL. 1978). Zinkchlorid wird deshalb für die Gingivaretraktion nicht empfohlen.

3. Aluminiumchlorid ($AlCl_3$)

Aluminiumchlorid-Lösungen gehören zu den am meisten gebrauchten Zusätzen.

Es sind keine systemischen Nebenwirkungen bekannt, und in der Literatur sind auch keine Anhaltspunkte auf Kontraindikationen allgemeinmedizinischer Natur zu finden (HARRISON 1961, WOYCHESHIN 1964, WEIR & WILLIAMS 1984).

Tierstudien haben gezeigt, dass Konzentrationen von mehr als 10% schwere Gewebestrukturen nach sich ziehen können. Diese Lösungen weisen einen sehr tiefen pH-Wert von ca. 0,5 auf, welcher für die ausgeprägten entzündlichen Veränderungen des Parodonts zumindest mitverantwortlich sein könnte. Lösungen in schwächeren Konzentrationen erwiesen sich hingegen als unbedenklich und liessen eine gute Heilung der Gingiva erwarten (RAMADAN 1968, RAMADAN ET AL. 1972, SHAW ET AL. 1980, AKCA ET AL. 2006).

Der Vergleich gingivaler Entzündungsreaktionen auf imprägnierte Retraktionsfäden am Menschen ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen Alaun (Kalium-Aluminium-Sulfat), Adrenalin (8%) und Hemodent® (DE GENNARO ET AL. 1982). Die Aluminiumchloridlösung von Hemodent® ist gepuffert, und offensichtlich neutralisieren die Zusatzstoffe die kaustische Wirkung von Aluminiumchlorid, weshalb es nicht zu irreversiblen Gewebeschäden kommt (RAMADAN 1968).

In einer klinischen Studie wurde die Verweildauer von mit Hemodent® getränkten Fäden evaluiert, die nötig ist, um eine adäquate Gingivaverdrängung zu erlangen. Die Resultate zeigten, dass eine optimale Dauer von 4 Minuten eingehalten werden sollte (BAHARAV ET AL. 1997). WEIR & WILLIAMS (1980) verglichen zusatzfreie Fäden, Fäden mit Adrenalin und Fäden mit Aluminiumsulfat bezüglich ihres hämostatischen Potenzials. Bei allen Fäden führte das Tränken in einer 14%igen Aluminiumchloridlösung (Hemodent®) vor der Applikation in den gingivalen Sulcus praktisch zu einer Verdoppelung der blutstillenden Wirkung.

Kürzlich verglichen POLAT ET AL. (2007) in einer Humanstudie die Auswirkungen von Retraktionsfäden mit Aluminiumchlorid und Adrenalin: Während bei Adrenalin eine signifikante Reduktion des gingivalen Blutflusses und eine Verminderung des diastolischen Blutdruckes resultierten, wurden bei Aluminiumchlorid keine signifikanten Veränderungen beobachtet.

4. Alaun (engl. alum, $AlK[SO_4]_2$ bzw. $AlNH_4[SO_4]_2$)

Bei Alaun handelt es sich eigentlich um zwei Verbindungen mit sehr ähnlichen Eigenschaften:

- Kalium-Aluminium-Sulfat $AlK(SO_4)_2$
- Ammonium-Aluminium-Sulfat $AlNH_4(SO_4)_2$

Beide Substanzen werden in 100%iger Konzentration angewendet und zeigen eine ausgesprochen starke hämostatische und adstringierende Wirkung. Die Wirksamkeit bezüglich Geweberetraktion ist nur wenig geringer als die von Adrenalin (BENSON ET AL. 1986).

Die blutstillende Wirkung von Aluminiumsulfat war in einer Humanstudie vergleichbar mit derjenigen von Adrenalin (WEIR & WILLIAMS 1984).

Alaun wird als Alternative zu Adrenalin in Retraktionsfäden empfohlen, weil es bei vergleichbarer hämostatischer Wirkung

nicht die potenziell gefährlichen systemischen Nebenwirkungen habe und deshalb sicherer sei als Adrenalin (DE GENNARO ET AL. 1982, WEIR & WILLIAMS 1984).

5. Aluminiumsulfat ($Al_2[SO_4]_3$)

Aluminiumsulfat ist ein mildes Adstringens und wird häufig als Antiseptikum und Detergentium (Reinigungsmittel) verwendet. Aluminiumsulfat bewirkt eine Hämostase durch eine schwache vasokonstriktorische Wirkung, verbunden mit der Ausfällung von Gewebeproteinen und einer Gewebekontraktion, hemmt den transkapillären Fluss von Plasmaproteinen und stoppt dadurch die Kapillarblutung (DONOVAN ET AL. 1985, JOKSTAD 1999). Die häufigste Anwendung als Zusatz von Retraktionsfäden erfolgt in einer Konzentration von 25%. In flüssiger Form wird Aluminiumsulfat meist als gesättigte Lösung verwendet.

HATCH ET AL. (1984) untersuchten Retraktionsfäden mit Aluminiumsulfat und solche mit 8% r-Adrenalin. Während r-Adrenalin die Katecholamin-Konzentration im Blut nach 60 Minuten ansteigen liess, hatte Aluminiumsulfat keine solche Wirkung. Weder Aluminiumsulfat noch r-Adrenalin bewirkten in dieser klinischen Studie eine Veränderung der Herzfrequenz, des Pulses oder des Blutdrucks.

In der klinischen Anwendung schneiden Retraktionsfäden mit Aluminiumsulfat als Zusatz gleich gut ab wie solche mit Adrenalin (WEIR & WILLIAMS 1984, JOKSTAD 1999).

Aluminiumsulfat gilt als eine der am wenigsten irritierenden Substanzen ohne bekannte systemische Nebenwirkungen und wird von vielen Autoren als sicherer und geeigneter Zusatz für die gingivale Retraktion empfohlen (HARRISON 1961, LÖE & SILNESS 1963, WOYCHESHIN 1964, WEIR & WILLIAMS 1984).

6. Eisensulfat ($Fe_2[SO_4]_2$)

Eisensulfat ist eine hämostatisch wirksame Substanz.

Die Applikation von Fäden mit 13,3% Eisensulfat (Astringent®, Ultradent Products Inc., USA) als Zusatz während 1 Minute erwies sich für eine adäquate Gingivaverdrängung als genügend (FISCHER 1987). Eisensulfat ist kompatibel mit Aluminiumchlorid, aber nicht mit Adrenalin. Bei Anwendung zusammen mit Adrenalin entsteht ein massives blaues Präzipitat. Eisensulfat koaguliert Blut so schnell, dass es in direkten Kontakt mit dem Gewebe gebracht werden muss, da es ansonsten mit dem aussickernden Blut weggeschwemmt wird und eine blutende Gewebeerfläche zurückbleibt. Die empfohlene Einwirkzeit wird mit 1 bis 3 Minuten angegeben, wobei Anwendungen von 10–20 Minuten möglich sein sollen. Die resultierende Gewebeerdrängung soll mindestens 30 Minuten anhalten. Die Weichgewebe verfärben sich vorübergehend bläulich bis schwarz. Die Verfärbungen sind aber reversibel und verschwinden innerhalb von 1–2 Tagen (BENSON ET AL. 1986).

Die Anwendung einer Eisensulfat-Lösung der Konzentration 15% oder 20% bewirkt eine gute Hämostase, wenn die Substanz mit einer Spezialkanüle mit einer büstenähnlichen Spitze in den Sulcus einmassiert wird und anschliessend ein mit Eisensulfat-Lösung getränkter Retraktionsfaden für 1 bis 3 Minuten in den Sulcus eingebracht wird (DONOVAN & CHEE 2004). Ein Problem könnte bei diesem Vorgehen sein, dass die kurze Einwirkzeit der Fäden nur zu einer ungenügenden lateralen Gingivaverdrängung führt.

7. Eisensulfat ($Fe_2O[SO_4]_2$) = Monsel'sche Lösung

Wie Eisensulfat ist Eisensulfat eine hämostatisch wirksame Substanz.

Eisensulfat wird eine leicht bessere gingivale Verdrängung zugeschrieben als Adrenalin. Die Erholung der Weichge-

webe nach Applikation von Eisensulfat ist gut (WOYCHESHIN 1964).

Aufgrund der hohen Azidität der Lösungen wird vor Schäden der Zahnhartsubstanz (v. a. Schmelzläsionen) und der gingivalen Gewebe gewarnt. Auch Verfärbungen der Zähne sind möglich (BENSON ET AL. 1986).

8. Tannin (Gerbsäure)

Tannin ist ein starkes Adstringens mit der Eigenschaft, Kollagen zu binden und Proteine auszufällen.

Es wird in Konzentrationen von 20% und 100% angewendet. Tannin ist weniger gut wirksam als Adrenalin bezüglich Gingivaretraktion, und die hämostatische Wirksamkeit ist minimal. Es hat aber eine sehr gute Erholung der gingivalen Gewebe zur Folge (WOYCHESHIN 1964). Die empfohlene Einwirkzeit beträgt 10 Minuten (BENSON ET AL. 1986).

9. Negatol®Dental (Dr. Wild & Co. AG, Schweiz)

Negatol®Dental-Lösung ist ein 45%iges Kondensationsprodukt von Metacresol-Sulfonsäure und Formaldehyd und enthält den Wirkstoff Policresulenol. Die Retraktionswirkung ist besser als diejenige von Adrenalin. Die Heilung der gingivalen Gewebe ist aber schlecht. Negatol®Dental ist eine hochmolekulare organische Säure mit einem pH-Wert von 0,6 und dekalzifiziert die Zähne sowohl in 10%iger als auch in 100%iger Lösung (WOYCHESHIN 1964, BENSON ET AL. 1986).

Negatol®Dental ist kaustisch wirksam. Durch irreversible Kontraktion der Blutgefäße, Koagulation und Denaturierung von Proteinen können irreversible Schädigungen der gingivalen Gewebe und unerwünschte Rezessionen verursacht werden. Kaustisch wirkende Zusätze werden für die gingivale Retraktion nicht empfohlen (BENSON ET AL. 1986).

Klinische Studien gingen der Frage nach, ob Substanzen, die als Zusätze in Retraktionsfäden gebraucht werden, die Abbindereaktion von Abdruckmaterialien negativ beeinflussen können. DE CAMARGO ET AL. (1993) untersuchten verschiedene Zusatzmittel: Racemisches Adrenalin, Aluminiumchlorid, Aluminiumsulfat, Alaun (Kalium-Aluminiumsulfat) und Eisensulfat. Keine dieser Substanzen hatte einen negativen Einfluss auf die Polymerisation des Abdruckmaterials (Polyvinylsiloxan). Diese Resultate wurden in einer neueren Studie bestätigt (KUMBULOGLU ET AL. 2007).

Klinische Schlussfolgerungen

Die Retraktion oder temporäre Verdrängung der marginalen Gingiva vor Abdrucknahme ist ein sehr wichtiger Schritt bei der Herstellung indirekter dentaler Rekonstruktionen. Die Prozedur ist verhältnismässig einfach und das Resultat der Abformung gut, wenn man von einer entzündungsfreien marginalen Gingiva ausgeht und die Position des Präparationsrandes optimal gewählt wird, d. h. supragingival, epigingival oder nur leicht intrasulculär.

Die heute von den meisten Zahnärzten angewendete Methode zur Retraktion der Gingiva als Vorbereitung für die prothetische Abdrucknahme besteht im Einführen von Fäden in den gingivalen Sulcus. Werden Fäden ohne Zusatzmittel benutzt, spricht man von einer rein mechanischen Retraktion. Diese ist bezüglich Gewebeerdrängung und blutstillender Wirkung als ungenügend einzustufen. Häufiger werden mit chemischen Substanzen versetzte oder vorbehandelte Fäden benutzt, und dabei spricht man von einer chemo-mechanischen Retraktion.

Bezüglich des Einsatzes von Adrenalin in der Zahnmedizin und dessen systemischen Wirkungen herrscht unter Praktikern und Forschern immer noch Uneinigkeit. Auch was die Resorption von Adrenalin aus Retraktionsfäden anbelangt, findet man in der Literatur gegensätzliche Meinungen.

Bei der Gingivaretraktion mit Adrenalin-impregnierten Fäden werden die Patient/innen substantiellen Mengen an l-Adrenalin ausgesetzt. Die lokalen Irritationen der gingivalen Gewebe sind minimal. Kardiovaskuläre Veränderungen sind aus Human- und Tierstudien bekannt. Fäden mit Adrenalin-Zusatz sind also eine potenzielle Quelle für eine Adrenalin-Überdosis.

Bei gesunden Patienten mit einem intakten und entzündungsfreien Parodont sind keine signifikanten hämodynamischen Veränderungen zu erwarten.

Werden solche Retraktionsfäden bei Risikopatienten in den entzündeten oder durch die Präparation traumatisierten Sulcus gelegt, steigt das Risiko einer hämodynamischen Veränderung beträchtlich.

Deshalb sollten bei Risikopatienten adrenalinhaltige Retraktionsfäden nicht angewendet werden. Kontraindikationen für die Verwendung von Adrenalin als Zusatzstoff stellen insbesondere kardiovaskuläre Erkrankungen und eine bekannte Hypersensibilität auf Adrenalin dar. Inwiefern Diabetes mellitus und Hyperthyreoidismus tatsächlich Kontraindikationen für adrenalinhaltige Retraktionsfäden darstellen, muss durch entsprechende wissenschaftliche Untersuchungen untermauert werden. Da Alternativen zu Adrenalin als Zusatz in Retraktionsfäden bestehen, sollte in kritischen Fällen auf diese Mittel ausgewichen werden.

Sehr wichtig ist die Berücksichtigung kumulativer Effekte: Retraktionsfäden (Menge und Applikationsdauer), Lokalanästhetika, Anzahl abzuformender Zähne, Anzahl Abformungen, andere Medikamente, endogene Sekretion infolge Stress und kardiovaskulärer Zustand der Patient/innen.

Als Alternative zu Adrenalin werden verschiedene Substanzen empfohlen:

Alaun, Aluminiumsulfat und Aluminiumchlorid sind Adstringenzen und wirken primär durch Präzipitation von Proteinen und durch Inhibition der transkapillären Bewegung von Plasmaproteinen. Es gibt keine Hinweise auf systemische Wirkungen dieser Substanzen.

Neben Retraktionsfäden ist heute auch ein Retraktionsmittel in Pastenform erhältlich, welches Aluminiumchlorid als Zusatzmittel enthält.

Verschiedene Techniken werden in der Literatur beschrieben und haben sich als einfach, sicher und wirksam erwiesen. Es gibt keine wissenschaftliche Evidenz für die Überlegenheit der einen gegenüber einer anderen Methode. Die Wahl der Technik richtet sich nach der klinischen Situation und der Präferenz des jeweiligen Behandlers.

Abstract

TOSCHES N A, SALVI G E: **Gingival retraction methods – A literature review** (in German). Schweiz Monatsschr Zahnmed 119: 121–129 (2009)

The exposure of the preparation margin and the control of the hemorrhage in the gingival sulcus are prerequisites for precise impressions and thereby improving the quality of indirectly fabricated restorations. The purpose of this review article is to summarize available evidence with respect to current methods of gingival retraction and to provide the clinician with practical tips.

Literatur

- AKCA E A, YILDIRIM E, DALKIZ M, YAVUZYLMAZ H, BEYDEMIR B:** Effects of different retraction medicaments on gingival tissue. *Quintessence Int* 37: 53–59 (2006)
- AZZI R, TSAO T F, CARRANZA F A, KENNEY E B:** Comparative study of gingival retraction methods. *J Prosthet Dent* 50: 561–565 (1983)
- BAHARAV H, LAUFER B Z, LANGER Y, CARDASH H S:** The effect of displacement time on the gingival crevice width. *Int J Prosthodont* 10: 248–253 (1997)
- BENSON B W, BOMBERG T J, HATCH R A, HOFFMAN W:** Tissue displacement methods in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 55: 175–181 (1986)
- BUCHANAN W T, THAYER K E:** Systemic effects of epinephrine-impregnated retraction cord in fixed partial denture prosthodontics. *J Am Dent Assoc* 104: 482–484 (1982)
- CLOYD S, PURI S:** Using the double-cord packing technique of tissue retraction for making crown impressions. *Dent Today* 18: 54–59 (1999)
- CSILLAG M, NYIRI G, VAG J, FAZEKAS A:** Dose-related effects of epinephrine on human gingival blood flow and crevicular fluid production used as a soaking solution for chemo-mechanical tissue retraction. *J Prosthet Dent* 97: 6–11 (2007)
- DE CAMARGO L M, CHEE W W L, DONOVAN T E:** Inhibition of polymerisation of polyvinyl siloxanes by medicaments used on gingival retraction cords. *J Prosthet Dent* 70: 114–117 (1993)
- DE GENNARO G G, LANDESMAN H M, CALHOUN J E, MARTINOFF J T:** A comparison of gingival inflammation related to retraction cords. *J Prosthet Dent* 47: 384–386 (1982)
- DONALDSON D:** Gingival recession associated with temporary crowns. *J Periodontol* 44: 691–696 (1973)
- DONALDSON D:** The etiology of gingival recession associated with temporary crowns. *J Periodontol* 45: 468–471 (1974)
- DONOVAN T E, GANDARA B K, NEMETZ H:** Review and survey of medicaments used with gingival retraction cords. *J Prosthet Dent* 53: 525–531 (1985)
- DONOVAN T E, CHO G C:** Predictable aesthetics with metal-ceramic and all-ceramic crowns: the critical importance of soft-tissue management. *Periodontol* 2000 27: 121–130 (2001)
- DONOVAN T E, CHEE W W L:** Current concepts in gingival displacement. *Dent Clin North Am* 48: 433–444 (2004)
- FENG J, ABOUYOUSSEF H, WEINER S, SINGH S, JANDINSKY J:** The effect of gingival retraction procedures on periodontal indices and crevicular fluid cytokine levels: a pilot study. *J Prosthodont* 15: 108–112 (2006)
- FISCHER D E:** Tissue management: A new solution to an old problem. *Gen Dent* 35: 178–182 (1987)
- GARGIULO A, WENTZ F M, ORBAN B:** Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. *J Periodontol* 32: 261–267 (1961)
- GLANTZ P O, NYMAN S:** Technical and biophysical aspects of fixed partial dentures for patients with reduced periodontal support. *J Prosthet Dent* 47: 47–51 (1982)
- GLICKMAN I, IMBER L R:** Comparison of gingival resection with electrosurgery and periodontal knives – A biometric and histologic study. *J Periodontol* 41: 142–148 (1970)
- HAMMER B, HOTZ P:** Nachkontrolle von 1- bis 5-jährigen Amalgam-, Komposit- und Goldgussfüllungen. *Schweiz Monatsschr Zahnheilk* 89: 301–314 (1979)
- HANSEN P A, TIRA D E, BARLOW J:** Current methods of finishline exposure by practicing prosthodontists. *J Prosthodont* 8: 163–170 (1999)
- HARRISON J D:** Effect of retraction materials on the gingival sulcus epithelium. *J Prosthet Dent* 11: 514–521 (1961)
- HATCH C L, CHERNOW B, TEREZALMY B T, VAN NESS M, HALL-BOYER K, LAKE C R:** Plasma catecholamine and hemodynamic responses to the placement of epinephrine-impregnated gingival retraction cords. *Oral Surg* 58: 540–544 (1984)
- HOUSTON J B, APPELEY R C, DE COUNTER L, CALLAGHAN N, FUNK D C:** Effect of r-epinephrine-impregnated cord on the cardiovascular system. *J Prosthet Dent* 24: 373–376 (1970)
- HUYNH-BA G, BRÄGGER U, LANG N P:** Konzeptreihe «Parodontale Betreuung». Die chirurgische Verlängerung der klinischen Zahnkrone – Ein parodontologisches Konzept für die rekonstruktive Zahnheilkunde. *Parodontologie* 17: 109–117 (2006)
- JENSEN J, JOSS A, LANG N P:** The smile line of different ethnic groups in relation to age and gender. *Acta Med Dent Helv* 4: 38–46 (1999)
- JOKSTAD A:** Clinical trial of gingival retraction cords. *J Prosthet Dent* 81: 258–261 (1999)
- KELLAM S A, SMITH J R, SCHEFFEL S J:** Epinephrine absorption from commercial gingival retraction cords in clinical patients. *J Prosthet Dent* 68: 761–765 (1992)
- KUMBULOGLU O, USER A, TOKSAVUL S, BOYACIOGLU H:** Clinical evaluation of different retraction cords. *Quintessence Int* 38: 92–98 (2007)
- LANG N P, KIEL R A, ANDERHALDEN K:** Clinical and microbiological effects of subgingival restorations with overhanging or clinically perfect margins. *J Clin Periodontol* 10: 563–578 (1983)
- LANG N P, KAARUP-HANSEN D, JOSS A, SIEGRIST B E, WEBER H P, GERBER C:** The significance of overhanging filling margins for the health status of interdental periodontal tissues of young adults. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 98: 725–730 (1988)
- LINDHE J, HAMP S E, LÖE H:** Experimental periodontitis in the beagle dog. *J Periodontol* Res 8: 1–10 (1973)
- LÖE H, SILNESS J:** Tissue reactions to string packs used in fixed restorations. *J Prosthet Dent* 13: 318–323 (1963)
- LÖE H:** Reactions of marginal periodontal tissue to restorative procedures. *Int Dent J* 18: 759–778 (1968)
- MALAMED S F:** Handbook of local anaesthesia, 3rd ed., St. Louis, CV Mosby (1990)
- MEECHAN J G, JASTAK J T, DONALDSON D:** The use of epinephrine in dentistry. *J Can Dent Assoc* 60: 825–834 (1994)
- NEMETZ H, DONOVAN T, LANDESMAN H:** Exposing the gingival margin: A systematic approach for the control of hemorrhage. *J Prosthet Dent* 51: 647–651 (1984)
- NEMETZ H, SEIBLY W:** The use of chemical agents in gingival retraction. *Gen Dent* 38: 104–108 (1990)
- NEVINS M & SKUROW H M:** The intracrevicular restorative margin, the biologic width, and the maintenance of the gingival margin. *Int J Periodontics Restorative Dent* 4: 30–49 (1984)
- O'LEARY T J, STANDISH S M, BLOOMER R S:** Severe periodontal destruction following impression procedures. *J Periodontol* 44: 43–48 (1973)
- PELZNER R B, KEMPLER D, STARK M M, LUM L B, NICHOLSON R J, SOELBERG K B:** Human blood pressure and pulse rate response to racemic epinephrine retraction cord. *J Prosthet Dent* 39: 287–292 (1978)
- PERAKIS N, BELSER U C, MAGNE P:** Final impressions: a review of material properties and description of a current technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* 24: 109–117 (2004)
- POGUE W L, HARRISON J D:** Absorption of epinephrine during tissue retraction. *J Prosthet Dent* 18: 242–247 (1967)
- POLAT N T, OZDEMIR A K, TURGUT M:** Effects of gingival retraction materials on gingival blood flow. *Int J Prosthodont* 20: 57–62 (2007)
- RAMADAN F A:** The Linear Effectiveness of Dental Tissue Displacement Materials (Master Thesis). St. Louis: St. Louis University Dental School (1968)
- RAMADAN F A, EL-SADEEK M, HASSANEIN EL-S:** Histopathologic response of gingival tissues to Hemodent and aluminium chloride solutions as tissue displacement materials. *Egypt Dent J* 18: 337–352 (1972)
- REICHEN-GRADEN S & LANG N P:** Periodontal and pulpal conditions of abutment teeth. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 99: 1381–1385 (1989)
- RUEL J, SCHUESSLER P J, MALAMENT K, MORI D:** Effect of retraction procedures on the periodontium in humans. *J Prosthet Dent* 44: 508–515 (1980)
- SHAW D H, KREICI R F, COHEN D M:** Retraction cords with aluminum chloride: effect on the gingiva. *Oper Dent* 5: 138–141 (1980)
- SHILOAH J, SCHUMAN N J, COVINGTON J S, TURNER J E:** Periodontal hazards of retained impression materials. *Quintessence Int* 19: 143–148 (1988)
- SILNESS J:** Periodontal conditions in patients treated with dental bridges. *J Periodont Res* 9: 50–55 (1974)
- STARK M M, NICHOLSON D J, SOELBERG K B, KEMPLER D, PELZNER R B:** The effects of retraction cords and electrosurgery upon blood pressure and tissue regeneration in rhesus monkeys. *J Dent Res* 56: 881–888 (1977)
- TIMBERLAKE D L:** Epinephrine in tissue retraction. *Ariz Dent J* 17: 14–16 (1971)
- VALDERHAUG J & BIRKELAND J M:** Periodontal conditions in patients 5 years following the insertion of fixed prostheses. *J Oral Rehabil* 3: 237–243 (1976)
- VALDERHAUG J:** Periodontal conditions and carious lesions following the insertion of fixed prostheses. A 10-year follow-up study. *Int Dent J* 30: 296–304 (1980)
- VALDERHAUG J:** A 15-year clinical evaluation of fixed prosthodontics. *Acta Odontol Scand* 49: 35–40 (1991)
- VON ARX T, JENSEN S S, HÄNNI S, SCHENK R K:** Haemostatic agents used in periradicular surgery: an experimental study of their efficacy and tissue reactions. *Int Endod J* 39: 800–808 (2006)
- WAERHAUG J:** Tissue reactions around artificial crowns. *J Periodontol* 24: 172–185 (1953)
- WAERHAUG J:** Histologic considerations which govern where the margins of restorations should be located in relation to the gingiva. *Dent Clin North Am* 4: 161–176 (1960)
- WEIR D J, WILLIAMS B H:** Clinical effectiveness of mechanical-chemical tissue displacement methods. *J Prosthet Dent* 51: 326–329 (1984)
- WILHELMSEN N R, RAMFJORD S P, BLANKENSHIP J R:** Effects of electrosurgery on the gingival attachment in rhesus monkeys. *J Periodontol* 47: 160–170 (1976)
- WOYCHESHIN F F:** An evaluation of drugs used for gingival retraction procedures. *J Prosthet Dent* 14: 769–776 (1964)