

Iatrogene Zwischenfälle bei der Wurzelkanalspülung – Literaturübersicht und Falldarstellung

Michael Hülsmann, Johann M. Denden

Die Spülung des Wurzelkanals mit gewebeauflösenden und desinfizierenden Agenzien ist integraler Bestandteil der Wurzelkanalbehandlung. Zu den am häufigsten verwendeten Spüllösungen gehören Natriumhypochlorit und Wasserstoffperoxid, deren Effektivität in zahlreichen Studien nachgewiesen wurde. Dennoch kann es, insbesondere bei unsachgemäßer Anwendung und Vernachlässigung der erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen, auch bei der Wurzelkanalspülung zu unangenehmen und teilweise sogar äußerst ernsthaften Zwischenfällen kommen. Im folgenden Beitrag wird die Literatur zur Ätiologie, Symptomatik und Therapie derartiger Komplikationen ausgewertet. Anschließend werden in einer Falldarstellung Ursache, Verlauf und Therapie einer unabsichtlichen Injektion von Natriumhypochlorit in die periapikale Region geschildert.

Indizes Wurzelkanalspülung, Zwischenfall, Natriumhypochlorit, Wasserstoffperoxid, Emphysem, Hämorrhagie

Einleitung

Trotz aller Vorsichtsmaßnahmen kann es auch bei der Spülung des Wurzelkanalsystems zu unerwünschten Zwischenfällen kommen. Obwohl die endodontische Literatur nur wenige Berichte über derartige Komplikationen umfaßt, kann davon ausgegangen werden, daß v. a. kleinere Zwischenfälle in der täglichen Praxis keineswegs ungewöhnlich sind. Nach einem Überblick über einige der publizierten Fälle, aus denen die Vielfalt der möglichen Schädigungen sowie die therapeutischen Ansätze zur Beherrschung dieser Komplikationen ersichtlich werden, wird in einer Falldarstellung eine schwere Komplikation nach unabsichtlicher Injektion von Natriumhypochlorit in das periapikale Gewebe beschrieben. Abschließend werden präventive Aspekte zur Vermeidung derartiger Komplikationen diskutiert.

Literaturübersicht

Textilschäden

Zu den häufigsten Zwischenfällen bei der Wurzelkanalspülung gehören in erster Linie kleinere Verätzungen von Kleidungsstücken der Patienten, hervorgerufen durch Tropfen der Spüllüssigkeit oder intensiven Spraynebel bei Anwendung eines Ultraschallsystems (Abb. 1a und b). Hier sollte in jedem Fall darauf geachtet werden, daß die kopfnahen Kleidungsstücke durch eine Serviette oder einen Schutzhalm abgedeckt sind. Die entstandenen Schäden sind in der Regel irreversibel und sollten, möglichst nach fotografischer Dokumentation, in Absprache mit dem Patienten umgehend der Haftpflichtversicherung gemeldet werden.



Abb. 1a und b Textilschäden nach Benetzung mit 3%igem NaOCl während der Wurzelkanalspülung.

Hautverätzungen

Wenn aufgrund zu hohen Stempeldrucks die Kanüle von der Spritze wegkatapultiert wird, können auch größere Mengen der Spülflüssigkeit die Gesichtshaut von Patient und Behandler team treffen. Bei Kontakt mit der Gesichtshaut oder der Mundschleimhaut kommt es zumeist zu leichteren Verätzungen, die – je nach Umfang – einen mehr oder weniger unangenehmen Juckreiz verursachen, jedoch innerhalb kurzer Zeit rückstandslos wieder verschwinden. Ein optimaler Schutz der Mundschleimhaut ist nur durch das Anlegen von Kofferdam und zahnnahe Absaugen während des Spülvorgangs zu erreichen.

Verätzungen der Augenschleimhaut

Trifft die Spüllösung, insbesondere Natriumhypochlorit, die Augenschleimhaut von Behandler oder Patient, tritt sehr schnell ein heftiges Brennen mit profusem Tränenfluß und Erythembildung auf. Es sind sofortige intensive Augenspülungen über mehrere Minuten (10 bis 15 Minuten) mit frischem destilliertem Wasser, Kochsalzlösung oder Leitungswasser indiziert; gegebenenfalls ist die sofortige Konsultation eines Augenarztes erforderlich¹. In einem Fallbericht wurde dem Patienten nach Verspritzen von etwa 3 ml 5,25%igen NaOCl in das Auge eine antibiotisch-steroidale Augenlösung, ein Sympatikomimetikum und ein Antihistaminikum vom Ophthalmologen rezeptiert¹.

Die ophthalmologische Untersuchung hatte ein leichtes Ödem der Konjunktiva und eine leichte Keratopathie, d. h. den Verlust von Epithelzellen in der

äußersten Korneaschicht ergeben. Nach zwei Tagen war der Befund, unter anderem aufgrund der sofort eingeleiteten Spültherapie, subjektiv und klinisch wieder unauffällig. Die Anordnung einer solchen umfassenden Therapie sollte nicht durch den Zahnarzt, sondern ausschließlich durch den Facharzt erfolgen.

NaOCl-Injektion in das periapikale Gewebe

Erheblich schwerere Auswirkungen kann die unabsichtliche Injektion von NaOCl-Lösungen in das periapikale Gewebe verursachen. Die im Wurzelkanal erwünschte gewebeauflösende Wirkung der Spüllösung kann hier in begrenzten Gewebeknoschen resultieren, die in den meisten Fällen jedoch reversibel sind. Wird ohne Anästhesie gearbeitet, so verspürt der Patient sehr schnell einen heftigen brennenden Schmerz. Der Spülvorgang sollte sofort unterbrochen werden. Um die Symptomatik etwas abzumildern, werden intensive Spülungen mit steriler Kochsalzlösung empfohlen. Eine weitergehende medikamentöse Therapie ist in diesen Fällen normalerweise nicht vonnöten. Ist die betreffende Zahn- bzw. Kieferregion jedoch anästhesiert, so daß der Patient das Überpressen der Spüllösung nicht sofort bemerkt, können bei unsachgemäßem Vorgehen auch größere Volumina in die periapikale Region injiziert werden. Die Literatur weist einige derartige Zwischenfälle auf.

*Gatot et al.*⁷ berichten von einem Fall massiven Überpressens 5,25%igen Natriumhypochlorits in die periapikale Region des Zahnes 11. Es kam zum sofortigen Auftreten heftiger Schmerzen, einer ausgedehnten ödematösen Schwellung, die von der Lippe bis zum rechten Auge reichte und die gesamte untere rechte Gesichtshälfte umfaßte; später wurde eine Nekrose des subkutanen Gewebes diagnostiziert. Extraoral zeigte sich eine ausgedehnte Hämorrhagie (Ekchymosis) unter der rechten Orbita und im Oberlippenbereich. Die sofortige intravenöse Gabe von 100 mg Hydrocortison und eines Antibiotikums (12 Mio Einheiten Penicillin G sodium) sowie die Einnahme von zusätzlich 200 mg Hydrocortison/Tag peroral erwiesen sich als nicht ausreichend, um das Geschehen zu beherrschen. Ein chirurgischer Eingriff in Vollnarkose wurde notwendig, um das nekrotische Gewebe zu entfernen. Erst nach zwei Wochen war die Heilung weitgehend abgeschlossen; es verblieb jedoch

eine Anästhesie des rechten Nervus infraorbitalis inferior.

*Becker et al.*³ schildern einen Fall von unabsichtlicher periapikaler Injektion von etwa 0,5 ml einer 5,25%igen NaOCl-Lösung über den Wurzelkanal des oberen rechten Eckzahns. Die Nadel der Spülspritze wurde offenbar apikal verklemmt und anschließend mit Druck gespült, ohne daß die Spüllösung koronal eine Abflußmöglichkeit hatte. Es kam sofort zum Auftreten heftiger Schmerzen in der betroffenen Region und innerhalb weniger Sekunden zur Ausbildung eines massiven Ödems der rechten Wange und Oberlippe. Auch in diesem Fall waren Anzeichen einer subkutanen Hämorrhagie zu erkennen (Ekchymosis). Aus dem Wurzelkanal kam es über mehrere Minuten zu einer profusen Blutung. Durch Auflegen kalter Kompressen konnten die Beschwerden, die sich über die gesamte Gesichtshälfte erstreckten, innerhalb einer halben Stunde deutlich gelindert und die Patientin nach Hause entlassen werden. Begleitend wurden ein starkes Analgetikum (Tylenol) und ein Antibiotikum (Tetrazyklin) verordnet. Der Patientin wurde empfohlen, warme Kompressen auf die ödematös geschwollene Region aufzulegen, um die kapilläre Durchblutung zu fördern.

Nach 24 Stunden hatte die Schwellung deutlich zugenommen und erstreckte sich von der Oberlippe bis an das inzwischen nahezu geschlossene rechte Auge, die Schmerzen waren jedoch geringer als direkt nach dem Zwischenfall. Da röntgenologisch keine knöchernen Veränderungen im betroffenen Kieferbereich zu erkennen waren, wurde die medikamentöse Therapie ohne weitere begleitende Maßnahmen fortgesetzt. Nach einer Woche war die Schwellung weitestgehend zurückgegangen, und es waren nur noch leichte hämorrhagische Veränderungen des Unterlids und der Oberlippe zu erkennen. Nach einem Monat war der Ausgangszustand wieder erreicht, und die Wurzelkanalbehandlung konnte fortgesetzt werden.

*Grob*⁴ beschreibt einen Fall, in dem es nach Spülung mit 3%igem NaOCl des zuvor apikal überinstrumentierten Zahnes 22 zum schlagartigen Auftreten heftiger Schmerzen und zur Ausbildung eines Abszesses kam. Bei der chirurgischen Eröffnung nach acht Tagen fanden sich Pus und nekrotisches Gewebe enthaltende Hohlräume. Noch vier Jahre nach dem Zwischenfall bestand eine leichte Hypästhesie der betroffenen Region.

*Becking*⁵ präsentierte drei Fälle transapikaler

NaOCl-Injektionen. Im ersten Fall kam es nach Gewebeeinjektion von NaOCl über eine bukkale Perforation an der Schmelz-Zement-Grenze des Zahnes 32 zum blitzartigen Auftreten hochakuter Schmerzen, gefolgt von einer progredienten Schwellung der linken Wange. Innerhalb eines Tages kam es zur Nekrose der Mukosa, die sich vom Schneidezahn bis in die Molarenregion erstreckte, und zu einer Anästhesie des Nervus mentalis. Die Patientin wurde stationär aufgenommen, intravenös mit Antibiotika (Penicillin und Metronidazol) sowie Analgetika mediziert. Nach fünf Tagen war die Patientin schmerzfrei und die Schwellung zurückgegangen. Nach zehn Tagen hatte auch die Parästhesie nachgelassen, die Heilung der Schleimhaut nahm zwei Monate in Anspruch.

Im zweiten Fall verspürte eine Patientin während der Wurzelkanalspülung des Zahnes 27 eine Irritation hinter und unter dem linken Auge, die wenige Minuten später in scharfe und akute Schmerzen in Auge, Wange und Temporalisregion überging. Dies war begleitet von einem Chlorgesmack und Rauigkeit in der Kehle. Nach einer Stunde trat zudem eine Schwellung der Lippe auf. Es wurde vermutet, daß es zu einer Injektion des NaOCl in die Kieferhöhle gekommen war. Die Patientin wurde für zwei Tage zur Beobachtung stationär aufgenommen. Sie bekam ein Analgetikum; ein Antibiotikum wurde nicht verordnet. Zwei Wochen nach dem Zwischenfall waren keine Symptome mehr zu diagnostizieren.

Im dritten Fall traten erst drei Stunden nach dem endodontischen Eingriff am Zahn 35 akute Schmerzen und eine Schwellung sowie eine Anästhesie des Nervus mentalis auf. Da klinisch keine weiteren Befunde erhoben werden konnten, wurde zunächst auf eine medikamentöse Therapie verzichtet und ständige Kontrollen durchgeführt. Nach vier Tagen konnten jedoch eine ausgedehnte Gingivaneekrose und eine sekundäre Infektion beobachtet werden, die mit Antibiotika (Penicillin und Metronidazol) behandelt wurde. Nach einem Monat war der Patient schmerz- und schwellungsfrei, die Anästhesie war in eine Hypästhesie übergegangen, die sich anschließend ebenfalls vollständig zurückbildete.

In einem ähnlichen Fall mit unabsichtlicher Injektion von 5,25%iger NaOCl-Lösung über den palatinalen Wurzelkanal des Zahnes 16 in den rechten Sinus maxillaris wurde direkt anschließend die Kieferhöhle, wiederum über den Wurzelkanal, mit

30 ml sterilen Wassers gespült, das über die Kieferhöhle und das Ostium maxillae in den Rachen abfloß. Es wurde ein Antibiotikum verordnet. Die zuvor geschilderten Symptome blieben vollständig aus. Der Patient berichtete lediglich über leichte Kieferhöhlenbeschwerden in den folgenden vier Tagen⁶.

Torabinejad und *Lemon*⁷ schildern die Injektion von NaOCl über eine Perforation eines Oberkieferzahns in die periradikulären Gewebe. Auf die schnelle Schmerzreaktion und Schwellung des gleichseitigen Wangenbereichs folgte die Ausbildung eines suborbitalen Hämatoms. Schwellung und Hämatom gingen innerhalb weniger Tage ohne Therapie zurück.

Sabala und *Powell*⁸ berichteten über eine transapikale NaOCl-Injektion am Zahn 25. Während der Spülung mit 5,25%igem NaOCl verspürte der Patient spontan heftige Schmerzen und eine rapide zunehmende Schwellung. Durch eine zusätzliche Anästhesie und das extraorale Auflegen von Eis konnten die Schmerzen reduziert werden. Die Schwellung erstreckte sich nun aber von der linken Infraorbitalregion bis in die Wange.

Nach Abschluß der Wurzelkanalbehandlung wurde prophylaktisch eine apikale Trepanation des Knochens („Schrödersche Lüftung“) mit Einbringen eines Drainagestreifens durchgeführt. Es wurden Schmerzmittel, aber keine Antibiotika verschrieben. Am nächsten Tag stellte sich der Patient mit einer umfangreichen Schwellung vor, die nun bereits vom linken Unterlid bis in die submentalen und submandibulären Spalten reichte. Die Gesichtshaut war deutlich hämorrhagisch verfärbt. Es wurde nun ein Antibiotikum verordnet. In den folgenden Tagen ließen Schmerzen und Schwellung langsam nach. Erst eine Woche später waren die Gesichtskonturen wieder normal, nur eine leichte Verfärbung der Gesichtshaut war noch zu erkennen.

Auch *Tronstad*⁹ erwähnt einen Fall mit Gewebenekrose nach NaOCl-Injektion durch das Foramen apicale und empfiehlt in solchen Fällen eine präventive Antibiotikatherapie, um sekundäre Infektionen zu verhüten.

Reeh und *Messer*¹⁰ dokumentierten eine unabsichtliche NaOCl-Injektion (1 bis 2 ml einer 1%igen Lösung) durch eine Wurzelkanalperforation an einem oberen mittleren Schneidezahn. Der typische initiale heftige Schmerz ließ schon nach wenigen Minuten nach. Die Perforation wurde nicht erkannt und die Behandlung fortgesetzt. Am nächsten Tag

war die rechte Gesichtshälfte bis unter das Unterlid geschwollen und leicht erythematös verfärbt. Die geschwollene Region und ein Teil der Oberlippe reagierten auf Palpation nicht sensibel. Es wurden Antibiotika und warme Umschläge verordnet. Nach mehr als zwei Wochen klagte die Patientin immer noch über eine Parästhesie der rechten Gesichtshälfte; auch 15 Monate nach dem Zwischenfall gab sie noch Mißempfindungen (Taubheit und Kribbeln) an der Wangenhaut, der rechten Oberlippe und der Nase an.

An weiteren Folgeerscheinungen nach einer Wurzelkanalspülung mit NaOCl wurde auch eine allergische Hypersensitivität auf NaOCl beschrieben¹¹.

Herrman und Heicht¹² berichteten über einen Zwischenfall, bei dem aufgrund einer Verwechslung versehentlich eine Leitungsanästhesie mit dem zur Kanalspülung bestimmten 5,25%igen NaOCl durchgeführt wurde. Die Patientin mußte auf der Intensivstation aufgenommen und u. a. intravenös mit Opiaten zur Schmerzlinderung behandelt werden. Sie konnte erst nach vier Tagen entlassen werden. Die Normalisierung des Allgemeinzustands und die Rückbildung des Ödems nahmen fast drei Wochen in Anspruch.

Über Symptomatik und Folgen einer unabsichtlichen transapikalen NaOCl-Injektion informieren die Übersichten 1 und 2. Empfehlungen zur Therapie derartiger Zwischenfälle werden in Übersicht 3 gegeben.

H₂O₂-Injektionen in das periapikale Gewebe

Schwere Komplikationen können auch nach transapikaler Injektion von Wasserstoffperoxid auftreten (Abb. 2).

Seidner¹³ berichtete über drei Zwischenfälle durch apikal überpreßtes H₂O₂; darunter war ein Fall, in dem intentionell die Fistel eines unteren Molaren durchspritzt werden sollte. In allen Fällen kam es nach einer zunächst heftigen Schmerzattacke, die jedoch nur von kurzer Dauer war, zu Gesichtsschwellungen, die ohne Therapie im Verlauf weniger Tage abklangen. Im Bereich der Schwellungen konnte ein leichtes Gewebeknistern festgestellt werden.

Walker¹⁴ schilderte ein ausgedehntes Wangenödem nach transapikaler Injektion einer 40%igen



Abb. 2 Massive Schwellung der rechten Infraorbitalregion nach transapikaler Injektion von H₂O₂ (3%) während der Wurzelkanalspülung am Zahn 44. Bereits während der Spülung wurde das Entstehen der Schwellung beobachtet, die sich bei leichter Massage nach infraorbital verschieben ließ. Es erfolgte gleichzeitig ein Flüssigkeitsabfluß über den rechten inneren Augenwinkel. In den folgenden vier bis fünf Tagen registrierte die Patientin, die nur über ein leichtes Druckgefühl klagte, das typische laute Gewebeknistern. Eine medikamentöse Therapie war nicht notwendig. (Fall Dr. Schönbach).

Wasserstoffperoxidlösung. Es wurde vermutet, daß der an dem gespülten Zahn 16 zuvor diagnostizierte akute apikale Abszeß eine Knochennekrose verursacht hatte, die das Vordringen der entstandenen Gase in die bukkalen Gewebe erleichtert hatte.

Patterson und McLundie¹⁵ präsentierten einen Fall, in dem es nach Spülung des Zahnes 14 zu einer akuten Schmerzattacke im rechten Oberkieferbereich mit anschließender Ausbildung einer diffusen Schwellung und eines Erythems kam. Der behan-



Abb. 3a Luftemphysem nach Trocknen der Wurzelkanäle des Zahnes 16 mit einem Luftbläser. (Sammlung Prof. Löstl).



Abb. 3b Zustand einen Monat nach dem Zwischenfall: Das Emphysem hat sich ohne medikamentöse Begleittherapie vollständig zurückgebildet. (Sammlung Prof. Löstl).

delnde Zahnarzt extrahierte den Zahn und verschrieb ein Antibiotikum (Erythromycin). Erst nach 12 Tagen war die Schwellung weitestgehend abgeklungen.

In einem weiteren publizierten Fall¹⁶ entwickelte sich nach der endodontischen Behandlung des Zahnes 11 eine ausgedehnte, nicht schmerzhafte Schwellung, die sich von der Infraorbitalregion bis zur Oberlippe erstreckte. Bereits während der Spülung mit H_2O_2 hatte der Patient das Auftreten der Schwellung bemerkt und über Atembeschwerden geklagt. Ein Röntgenbild belegte, daß die Spüllösung durch eine laterale Perforation des Wurzelkanals in das umgebende Gewebe injiziert worden war. Die Diagnose lautete: Gewebeemphysem.

Einen ähnlichen Fall präsentierte auch Pöllmann¹⁷. Nach Wasserstoffperoxidspülung eines unteren Molaren entwickelte sich eine perimandibuläre, ballonartige Aufreibung, die vom Patienten als nur wenig schmerzhaft empfunden wurde. Unter Antibiotikatherapie klang die Schwellung nach vier Tagen vollständig ab.

Auch nach Naujocks¹⁸ kommt es in den meisten Fällen zwar zunächst zu sehr ausgedehnten Emphysemen, die sich vom Infraorbitalbereich bis in den Klavikularbereich erstrecken können, gelegentlich auch auf die andere Gesichtshälfte übergreifen und bei Palpation das typische Knistern verursachen. Meist erfolgt jedoch eine schnelle Resorption der Gase innerhalb weniger Tage.

Zwischenfälle während der Trocknung des Wurzelkanals mit Druckluft

Auch während der an die Spülung anschließenden Trocknung des Wurzelkanals kann es zu unangenehmen Zwischenfällen kommen¹⁹⁻²⁹ (Abb. 3a und b). Die beschriebenen Fälle sind durchgängig auf die Verwendung von Druckluft der zahnärztlichen Einheit zurückzuführen. Betroffen scheinen fast ausschließlich Oberkieferzähne und hier insbesondere Eckzähne zu sein. Eine Häufung von Falldarstellungen Ende der 20er Jahre ist mit der Ablösung des Handluftbläfers durch die Anwendung komprimierter Luft aus der zahnärztlichen Einheit zu erklären.

Shovelton²⁶ referierte 13 Fälle, in denen es nach Injektion von Luft in den Wurzelkanal zu ausgedehnten Emphysemen in Wangen, Unterlidern und auch dem Nacken gekommen war. Zusammenfassend kommt er zu dem Resultat, daß Luftemphyseme während der Wurzelkanalbehandlung normalerweise keine ernsthaften Folgen nach sich ziehen, keiner aktiven Therapie bedürfen und nach wenigen Tagen abklingen.

In einem von Rickles und Joshi³⁰ diskutierten Fall konnte nicht ausgeschlossen werden, daß das auf das Trocknen des Wurzelkanals mit Druckluft folgende Emphysem für eine Luftembolie mit letalem Ausgang verantwortlich war.

Diagnostisch imponieren Luftemphyseme durch einen unterschiedlich stark ausgeprägten Crepitus („Gewebeknistern“). Diese Zwischenfälle verlaufen in der Regel komplikationslos und bedürfen zumeist keiner unterstützenden medikamentösen Therapie.

Falldarstellung

Bei einem 55jährigen Patienten mit unauffälliger medizinischer Vorgeschichte wurde im studentischen Kurs eine Wurzelkanalbehandlung am Zahn 23 durchgeführt. Die Anamnese hatte starke Beschwerden auf „heiß“ und „kalt“ seit mehreren Tagen ergeben; der Zahn reagierte positiv auf den Kältetest. Klinisch war eine ausgedehnte approximal-palatinal Kompositfüllung mit insuffizienter Randqualität und fortgeschrittener Sekundärkaries zu erkennen. Die Diagnose lautete: irreversible Pul-pitis.

Unter Anästhesie (4 ml Ultracain DS forte) und nach Anlegen von Kofferdam wurde der Zahn trepaniert und eine Vitalexstirpation durchgeführt. Unter Zuhilfenahme eines Endometriegerätes (Apex Finder 2000; Meyer-Haake, Oberursel) wurde eine vorläufige Arbeitslänge definiert und mit dem in dieser Position (Instrumentenlänge: 23 mm) justierten Aufbereitungsinstrument eine Röntgenmeßaufnahme angefertigt (Abb. 4). Die Instrumentenspitze war auf der Meßaufnahme 2,5 mm vom röntgenologischen Apex entfernt. Als Aufbereitungslänge wurden irrtümlich 26,5 mm festgelegt; die endometrische Messung hatte jedoch eine Arbeitslänge von nur 23 mm ergeben.

Die initiale Aufbereitung war von starker Blutung aus dem Wurzelkanal begleitet, was auf die starke Entzündung des Pulpagewebes zurückgeführt wurde. Während der Spülung mit 3%igem NaOCl verspürte der Patient plötzlich einen stechenden, äußerst heftigen Schmerz im rechten Oberkiefer. Der herbeigerufene Kursassistent diagnostizierte eine ausgedehnte ödematöse Schwellung der linken Gesichtshälfte, die sich stetig vergrößerte, und eine Rötung der betroffenen Region. Die Wange wurde mit einer kalten Kompresse gekühlt. Da die Schmerzen weiter zunahmen, wurden 2 ml Ultracain DS forte injiziert und dem Patienten zwei Tabletten Paracetamol 500 verabreicht. Nach etwa einer halben Stunde waren die Schmerzen deutlich abgeklungen. Der Zahn wurde nach Stillung der profusen Blutung aus dem Wurzelkanal nur mit einem Wattepellet verschlossen. Der Patient wurde über diesen Zwischenfall und mögliche weitere Komplikationen aufgeklärt und instruiert, die Wange weiterhin mit kalten Kompressen zu kühlen, möglichst mit erhöhtem Kopf zu schlafen und bei Bedarf zusätzlich eine bis zwei Schmerztabletten zu nehmen. Mit der Bitte um Wiedervorstellung am nächsten Tag wurde der Patient entlassen.

Am folgenden Tag stellte sich der Patient mit einer massiven Schwellung der linken Gesichtshälfte, die sich vom Unterlid bis zum Unterkieferrand erstreckte, wieder in der Klinik vor. Die Schwellung erwies sich bei Palpation als weich und leicht druckdolent. Es imponierten ausgedehnte tiefrot verfärbte Bereiche – sowohl extraoral am Unterlid, im Nasolabialbereich und im unteren Wangenbereich als auch intraoral im Bereich der linken Wangenschleimhaut (Abb. 5). Die Sensibilität im Wangenbereich war nicht beeinträchtigt, der Zahn 23 nicht perkussionsempfindlich.



Abb. 4 Röntgenmeßaufnahme: Die Instrumentenlänge betrug 23 mm. Die Instrumentenspitze befindet sich etwa 2,5 mm vom röntgenologischen Apex entfernt. Als Arbeitslänge wurden irrtümlich 26,5 mm festgelegt. Der Kofferdam war mit Wedjets befestigt.



Abb. 5 Zustand des Patienten 24 Stunden nach dem Zwischenfall. Die linke Infraorbitalregion ist deutlich geschwollen, ebenso der gesamte linke Wangenbereich bis zum Unterkieferrand.

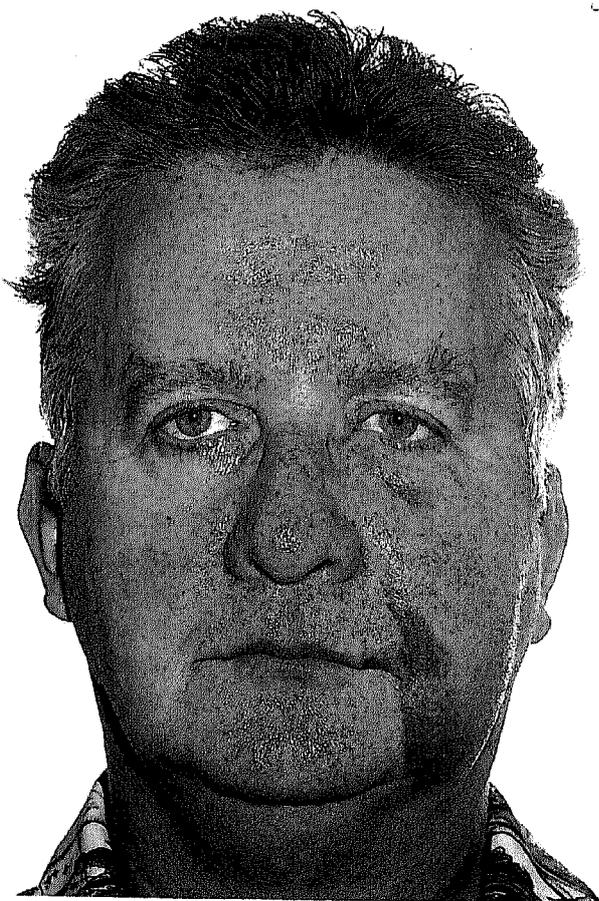


Abb. 6 Extraorale Ansicht 48 Stunden nach dem Zwischenfall: Die Schwellung ist deutlich rückläufig. Intraorbital und im Wangenbereich sind noch die massiven hämorrhagischen Verfärbungen (Ekchymatosen) zu erkennen.



Abb. 7 Gesichtsaufnahme des Patienten nach vollständigem Abklingen der Schwellung und Auflösung der Ekchymatosen.

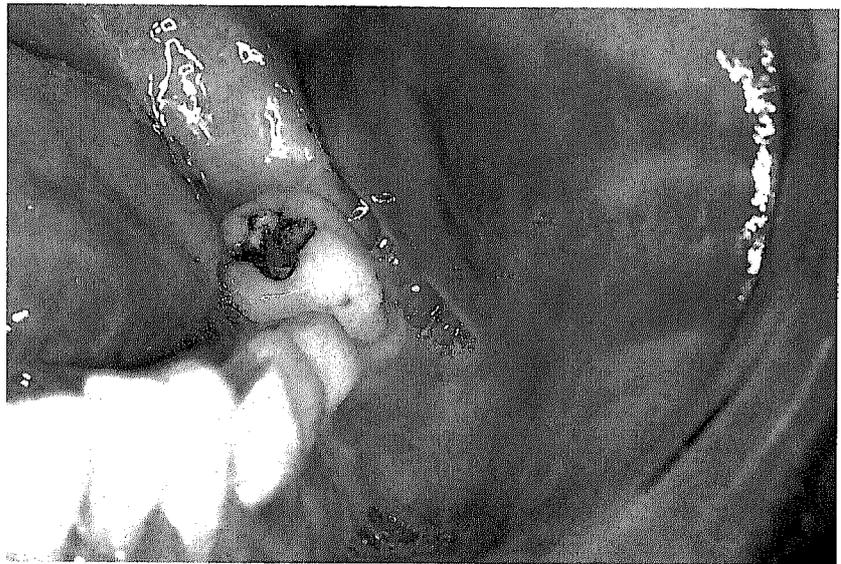


Abb. 8 Auch intraoral ist 48 Stunden nach dem Zwischenfall die ekchymatöse Veränderung der Wangenschleimhaut gut zu erkennen.



Abb. 9 Erneute Röntgenmeßaufnahme vier Wochen nach dem Spülzwischenfall. Periapikal stellt sich der Parodontalspalt leicht verbreitert dar; der Vergleich mit Abbildung 4 zeigt aber, daß es nicht zur Verschlechterung des periapikalen Befundes gekommen ist. Die Instrumentenlänge beträgt 24 mm, als Arbeitslänge wurden 24,5 mm festgelegt, um eine erneute transapikale Injektion zu vermeiden.



Abb. 10 Kontrollaufnahme nach definitiver Wurzelkanalfüllung. Die Wurzelkanalfüllung endet deutlich zu kurz, etwa 2 mm vor dem Foramen apicale. Die temporäre Versorgung der koronalen Kavität erfolgte mit Ketac (Espe, Seefeld).

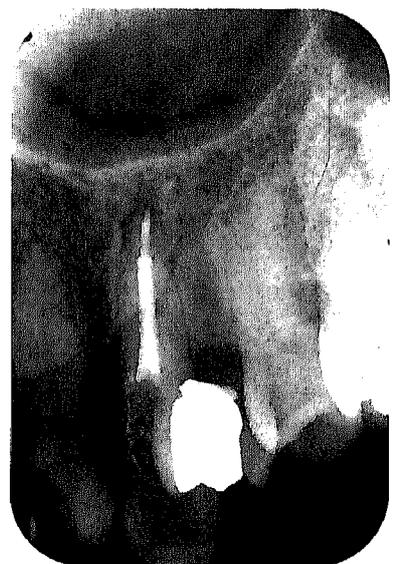


Abb. 11 Zustand nach Revision der zu kurzen Wurzelkanalfüllung, die nun bis zum röntgenologischen Apex reicht. Periapikal ist immer noch eine Parodontitis apicalis zu erkennen; der Zahn ist klinisch symptomfrei.

Der Patient berichtete, daß er die Verhaltensempfehlungen befolgt hatte und während der Nacht unter leichten Kopfschmerzen gelitten habe, die jedoch nach einiger Zeit wieder nachgelassen hätten. Die Kontrolluntersuchung am folgenden Tag – 48 Stunden nach der transapikalen Injektion – zeigte bereits einen deutlichen Rückgang der extraoralen Schwellung. Die hämorrhagischen Verfärbungen waren extraoral und intraoral noch deutlich ausgeprägt (Abb. 6 und 8), die klinischen Symptome jedoch bereits wesentlich zurückgegangen. Nach sieben Tagen hatten sich Schwellung und Verfärbung vollständig zurückgebildet.

Vier Wochen nach dem Zwischenfall stellte sich der Patient zur Fortführung der endodontischen Behandlung erneut vor. Extraoral und intraoral waren keine Anzeichen des Zwischenfalls mehr zu erkennen (Abb. 7). Der Zahn 23 war auf Palpation und Perkussion asymptomatisch. Eine Zahnlockerung (Grad II), die sich vom Lockerungsgrad der Nachbarzähne nicht unterschied, war mit dem Parodontalstatus des Zahnes (Parodontitis marginalis profunda) hinreichend zu erklären. Nach Anlegen von Kofferdam wurde eine neue Röntgenmeßaufnahme angefertigt (Abb. 9). Die Eindringtiefe des Instruments betrug 23 mm, die Instrumentenspitze war noch 2,5 mm vom röntgenologischen Apex entfernt. Als Arbeitslänge wurden 24,5 mm festgelegt, die Arbeitslänge bei der Initialbehandlung hatte 26,5 mm betragen. Das Röntgenbild zeigt darüber hinaus eine geringgradige Erweiterung des Parodontalspalts am Zahn 23.

Trotz des Zwischenfalls sind röntgenologisch keine Anzeichen für eine Verschlechterung des Zustands der Periapikalregion im Vergleich zur ersten Röntgenmeßaufnahme zu erkennen. Ein vorsichtiges Austasten der Apikalregion ergab, daß die apikale Konstriktion im Laufe der Initialbehandlung bis etwa zur ISO-Größe 40 erweitert worden war. Um eine zusätzliche Erweiterung der Apikalregion zu vermeiden und die Präparation eines apikalen Stopps zu erreichen, wurde die Arbeitslänge um einen halben Millimeter auf 24 mm reduziert. Unter Überspringen mehrerer ISO-Größen wurde der Kanal bis zur ISO-Größe 90 erweitert. Die Aufbereitung wurde von häufigen Spülungen unter Anwendung eines Ultraschallsystems (Piezon Master 400; EMS, München) begleitet.

Aufgrund der diagnostizierten Erweiterung des physiologischen Foramens wurde ein hohes Risiko einer erneuten Reizung der periradikulären Gewe-

be vermutet, so daß die Spülung mit destilliertem Wasser erfolgte. Da der Kanal vollständig getrocknet werden konnte und der Patient vor und während der Behandlung vollständig symptomfrei war, wurde der Wurzelkanal in der gleichen Sitzung mit Apexit (Vivadent; Schaan/Liechtenstein) und lateral kondensierter Guttapercha verschlossen. Um ein Überpressen von Sealer durch das weite Foramen zu vermeiden, wurde nur eine geringe Sealermenge mit dem Guttaperchahauptstift in den Wurzelkanal eingebracht.

Die abschließende Röntgenkontrollaufnahme zeigt eine etwa 2 mm zu kurze, aber zufriedenstellend kondensierte Wurzelkanalfüllung (Abb. 10). Der temporäre Verschluss der Kavität erfolgte mit Ketac (Espe, Seefeld). Postoperative Beschwerden traten nicht auf. Aufgrund einer Erkrankung des Patienten erfolgte die Revision der zu kurzen Wurzelkanalfüllung erst ein halbes Jahr später (Abb. 11).

Diskussion

NaOCl in 0,5- bis 5,25%iger Konzentration gilt in der Endodontie als effektive Spüllösung, mit deren Hilfe sowohl die Auflösung vitalen und nekrotischen Pulpagewebes als auch eine gute Desinfektion des Wurzelkanals gelingt³¹. Dennoch ist auch die Anwendung dieser Lösungen zur Spülung bzw. zum chemischen Debridement des Endodonts nicht ohne Risiken³². Einen Überblick über die Symptomatik und möglichen Folgen dieser Zwischenfälle geben die Übersichten 1 und 2.

Im vorliegenden Fall kam es aufgrund der Injektion von maximal 2 bis 3 ml 3%igen NaOCl in die periapikale Region zu einer sich sehr schnell und heftig entwickelnden und zunächst bedrohlich erscheinenden Symptomatik. Diese Symptomatik deckt sich weitestgehend mit den in der Literatur geschilderten Fällen: Nach einer initialen heftigen Schmerzattacke noch während des Spülvorgangs entwickelt sich in kurzer Zeit ein ausgedehntes, über die gesamte Gesichtshälfte reichendes Emphysem mit typischer Rotverfärbung großer Bereiche der äußeren Gesichtshaut und der intraoralen Wangenschleimhaut. Diese Verfärbungen (Ekchymosen) sind auf heftige interstitielle Blutungen zurückzuführen, die aus der Zerstörung der Erythrozyten durch das NaOCl resultieren³³. Die Schmerzen lassen bald nach, das Emphysem nimmt im Ver-

Übersicht 1 Mögliche Symptomatik nach unbeabsichtigter transapikaler NaOCl-Injektion

- Sofortige hochakute Schmerzen, die gewöhnlich schnell nachlassen, aber auch länger anhalten können.
- Sofortige ödematöse Schwellung der benachbarten Gesichtszone.
- Möglichkeit der Ausdehnung des Ödems über die gesamte Gesichtshälfte, Nasolabialwinkel, Unterlid und Oberlippe.
- Profuse interstitielle Blutung mit hämorrhagischer Rötung der Gesichtshaut (Ekchymose).
- Profuse Blutung aus dem Wurzelkanal möglich.
- Bei Injektion in die Kieferhöhle: Chlorgeschnack und Kratzgefühl im Rachenraum möglich.

Übersicht 3 In der Literatur vorgeschlagene Therapiemaßnahmen nach transapikaler NaOCl-Injektion

- Aufklärung des Patienten über Art des Zwischenfalls und Beruhigung, im Extremfall Sedativa.
- Schmerzkontrolle: Lokalanästhesie, Analgetika für einen bis zwei Tage.
- Sofort: Auflegen kalter Kompressen extraoral zur Reduzierung der Schwellung.
- Nach einem Tag: intraorale Spülungen mit warmem Wasser zur Förderung der Gewebedurchblutung.
- Engmaschiges Recall.
- Bei Beschwerdefreiheit: Fortsetzung der endodontischen Therapie; bei Risiko einer erneuten transapikalen Injektion: Verzicht auf NaOCl oder H₂O₂-Spülungen; alternativ: Kochsalzlösung, Aqua dest.

Medikamentöse Therapie:

- Antibiose: bei Gefahr oder Anzeichen einer sekundären Infektion; nicht obligatorisch.
- Antihistaminika: zur Schwellungsminderung; nicht obligatorisch.
- Kortikosteroide: umstritten.

Übersicht 2 In der Literatur beschriebene Folgen einer NaOCl-Injektion in die periapikale Region

- Ausgedehnte reversible Schwellung (Ödembildung).
- Reversible Rötung (Ekchymose).
- Mögliche sekundäre Infektion.
- Gewebe- und Knochennekrose.
- Reversible oder irreversible Anästhesien und Parästhesien.

Übersicht 4 Präventive Maßnahmen zur Verhinderung von Zwischenfällen bei der Wurzelkanalspülung

- Verwendung von 5-ml-Spritzen und eindeutige Markierung der Spritzen zur Vermeidung von Verwechslungen.
- Korrekte Festlegung und sorgfältige Einhaltung der Arbeitslänge.
- Längenmarkierung der Spülnadel mit Gummistoppfern.
- Keine Erweiterung des Foramen physiologicum.
- Arbeiten unter Kofferdam.
- Anlegen einer Serviette zum Schutz der Patientenbekleidung.
- Überprüfen des festen Sitzes der Spülnadel auf der Spritze.
- Einbringen der Spülkanüle bis zum Erreichen eines Widerstandes, Zurückziehen um 1 bis 2 mm, um einen Abfluß der Spüllösung über die Zugangskavität zu ermöglichen bzw. einen Stau der Lösung im Kanal zu verhindern.
- Langsames, druckloses Spülen.
- Kontrollieren, ob Spüllösung koronal abläuft.
- Zahnnahe Absaugen während der Spülung.
- Bei weitem Foramen apicale: Verwendung niedriger konzentrierter Spüllösungen (z. B. 3% H₂O₂, 1 bis 3 % NaOCl).

lauf der ersten 24 Stunden an Ausdehnung zu. Ohne weitere Therapie kommt es innerhalb weniger Tage zur Rückbildung der Symptome, und die begonnene Wurzelkanalbehandlung kann ohne weitere Komplikationen abgeschlossen werden.

Als Ursache für den geschilderten Zwischenfall konnte im nachhinein eindeutig eine fehlerhafte Bestimmung der Arbeitslänge mit daraus resultierender massiver Überinstrumentierung identifiziert werden. Über das bis auf ISO 40 erweiterte apikale Foramen konnten auch ohne übermäßige Druckanwendung bei der Spülung größere Mengen der Spülflüssigkeit in das periradikuläre Gewebe injiziert werden.

Der Kontakt der während der Wurzelkanalaufbereitung verwendeten Spülflüssigkeiten mit dem periapikalen Gewebe ist vermutlich nicht vollständig zu verhindern, insbesondere, wenn gleichzeitig ein Verblocken der Apikalregion vermieden und der Wurzelkanal durchgängig gehalten werden soll. Bei intraoperativer Kanalspülung fanden *VandeVisse* und *Brilliant*³⁴ in jedem Fall apikal extrudiertes Material, also Spülmittel und Debris. Bei Aufbereitung ohne gleichzeitige Spülung konnte apikal kein überpreßtes Material festgestellt werden. *Brown et al.*³⁵ konnten nachweisen, daß bei tiefer, apexnaher Platzierung der Spülnadel mehr Spülflüssigkeit durch das Foramen apicale austritt als bei rein koronaler Platzierung. Eine rein koronale Spülung reduziert demzufolge zwar das Risiko von Spülzwischenfällen, hat aber andererseits eine verminderte Reinigungs- und Desinfektionswirkung der verwendeten Spüllösungen zur Folge³⁶.

Eine gleichermaßen apexnahe und passive Platzierung der Spülnadel (3 bis 4 mm Sicherheitsabstand vom Foramen physiologicum, kein Verkanten oder Einklemmen der Nadel), verbunden mit einer möglichst langsamen und druckarmen Applikation des Spülmittels, sowie unter Beachtung weiterer, in

Übersicht 4 zusammengefaßter präventiver Maßnahmen³², erscheint aber in der klinischen Routine als eine ausreichend sichere Technik. Erhöhte Vorsicht ist bei der Spülung von Zähnen mit weitem Foramen physiologicum, nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum oder subgingivalen und intraalveolären Wurzelperforationen geboten.

Zur Therapie von Zwischenfällen bei der Wurzelkanalspülung liegen unterschiedliche Empfehlungen vor (Übersicht 3). Übereinstimmend wird zunächst eine schnelle und effektive Bekämpfung der starken Schmerzen und eine Beruhigung des über die Komplikation besorgten Patienten empfohlen. Ob hierzu Lokalanästhetika, Psychopharmaka und Sedativa notwendig sind, muß im Einzelfall entschieden werden.

Es kann sodann versucht werden, die Ausdehnung des Emphysems durch extraorale Anwendung kalter Kompressen zu begrenzen. Nach 24 Stunden wird der Wechsel zu warmen intraoralen Spülungen angeraten, die die Mikrozirkulation in der betroffenen Region stimulieren sollen.

Im geschilderten Fall war die koronale Karies bereits exkaviert, die Behandlung wurde unter Kofferdam durchgeführt. Da keine infizierte Pulpanekrose, sondern eine Pulpitis vorlag, wurde das Risiko einer transapikalen Keimverschleppung als relativ gering eingeschätzt. Es wurde daher expektativ vorgegangen und zunächst auf eine prophylaktische Antibiose verzichtet. Bei Verdacht auf Keimverschleppung, die z. B. im Initialstadium der Aufbereitung eines bakteriell massiv infizierten Wurzelkanals wahrscheinlich wäre, sollte hingegen die prophylaktische Anwendung eines Antibiotikums erwogen werden³². Am geeignetsten erschienen Breitbandpenicilline, wie z. B. Amoxicillin, oder bei Vorliegen einer Penicillinallergie Tetracycline, wie z. B. Doxycyclin.

Definitionen

Da einige der in diesem Beitrag verwendeten Begriffe nicht sehr geläufig sind, sich aber teilweise überschneiden und in der internationalen Literatur auch nicht einheitlich verwendet werden, sollen im folgenden die in zwei führenden medizinischen Lexika (Pschyrembel, 253. Aufl., deGruyter, Berlin 1977 und Roche-Lexikon Medizin, Urban & Schwarzenberg, München, ohne Jahresangabe) angegebenen Definitionen wiedergegeben werden. Es fällt auf, daß die Begriffsbestimmungen nicht exakt voneinander abzugrenzen und teilweise sogar leicht widersprüchlich sind.

Ekchymosis: Ausgedehnter, scharf begrenzter Bluterguß; kleinflächige Hautblutung.

Hämatom: Bluterguß, Ansammlung von Blut im Unterhautzellgewebe oder anderen Weichteilen, Bluterguß durch eine geschlossene Blutmasse außerhalb der Blutgefäße im Gewebe oder einem vorgebildeten Hohlraum, blaurote, später grüngelbe Verfärbung der Haut.

Hämorrhagie (syn. für Blutung): Blutung durch Arrosion, Annagen (Karzinom) oder Zerreißen eines Gefäßes oder durch Durchtritt durch die Gefäßwand; Austritt des strömenden Gesamtblutes aus der Gefäßbahn.

Erythem: Entzündliche Rötung der Haut, bedingt durch Hyperämie.

Emphysem: Aufblähung durch Gase oder Luft.

Literatur

- Ingram TA: Response of the human eye to accidental exposure to sodium hypochlorite. *J Endod* 1990; 16: 235-238.
- Gatot A, Arbelle J, Leibermann A, Yanai-Inbar I: Effects of sodium hypochlorite on soft tissues after its inadvertent injection beyond the root apex. *J Endod* 1991; 17: 573-574.
- Becker GL, Cohen S, Bohrer R: The sequelae of accidentally injecting sodium hypochlorite beyond the root apex. Report of a case. *Oral Surg* 1974; 38: 633-638.
- Grob R: Zwischenfall mit Natriumhypochlorit - nur mein Fehler? *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1984; 94: 661-662.
- Becking AG: Complications in the use of sodium hypochlorite during endodontic treatment. Report of three cases. *Oral Surg* 1991; 71: 346-348.
- Ehrich DG, Brian JD, Walker WA: Sodium hypochlorite accident: inadvertent injection into the maxillary sinus. *J Endod* 1993; 19: 180-182.
- Torabinejad M, Lemon R: Procedural accidents. In: Walton RE, Torabinejad M (Hrsg.): Principles and Practice of Endodontics. 2. Aufl., Saunders, Philadelphia 1996.
- Sabala CL, Powell SE: Sodium hypochlorite injection into periapical tissues. *J Endod* 1989; 15: 490-492.
- Tronstad L: Clinical Endodontics. Thieme, Stuttgart 1991, S. 210.
- Reeh ES, Messer HH: Long-term paresthesia following inadvertent forcing of sodium hypochlorite through perforation in incisor. *Endod Dent Traumatol* 1989; 5: 200-203.
- Kaufman AY, Keila S: Hypersensitivity to sodium hypochlorite. *J Endod* 1989; 15: 224-226.
- Hermann JW, Heicht RC: Complications in therapeutic use of sodium hypochlorite. *J Endod* 1979; 5: 160.
- Seidner S: Durch H₂O₂ hervorgerufenes Emphysem der Gesichtshaut. *Z Stomatol* 1938; 36: 204-205.
- Walker JE: Emphysema of soft tissues complicating endodontic treatment using hydrogen peroxide: a case report. *Br J Oral Surg* 1975; 13: 98-99.
- Patterson CJW, McLundie AC: Apical penetration by a root canal irrigant: a case report. *Int Endod J* 1989; 22: 197-199.
- Bhat KS: Tissue emphysema caused by hydrogen peroxide. *Oral Surg* 1974; 38: 304-307.
- Pöllmann L: Emphysem nach Wurzelkanalbehandlung - Ein Fallbericht. *Dtsch Zahnärztl Z* 1980; 35: 835.

18. Naujocks R: Zwischenfälle bei der Zahnerhaltung. Vortrag Bayer. Zahnärztetag, München 1977.
19. Spaulding CR: Soft tissue emphysema. *J Am Dent Assoc* 1979; 98: 587-588.
20. Nehlsen: Ein anderer Fall von Emphysem der Wange bei einer Wurzelkanalbehandlung. *Zahnärztl Rdsch* 1927; 36: 21-22.
21. Berg A: Emphysembildung im Anschluß an die Behandlung wurzelkranker Zähne. *Z Stomatol* 1928; 26: 904-916.
22. Müller-Stade: Ausgedehntes Hautemphysem nach Einblasen von Luft in einen Zahnwurzelkanal. *Z Stomatol* 1931; 29: 880-882.
23. Salvas C: A case of emphysema. *Dent Cosmos* 1931; 73: 306-307.
24. Langegger PA: Emphysem bei Zahnbehandlung. *Z Stomatol* 1950; 47: 133-136.
25. Glahn M: Akutes Emphysem nach Einblasen von Luft durch den Wurzelkanal. *Dtsch ZMK-Heilkd* 1953; 18: 252.
26. Shovelton DS: Surgical emphysema as a complication of dental operations. *Br Dent J* 1957; 102: 125-129.
27. Magnin J: Oedeme palpebral apres insufflation d'air dans le canal d'une incisive centrale superieure. *Schweiz Monatsschr Zahnheilkd* 1958; 68: 437.
28. Harnisch H: Lidemphysem bei zahnärztlicher Behandlung. *Zahnärztl Welt/Reform* 1976; 27: 501.
29. Arnold WH: Die Wurzelkanalbehandlung als Kausalfaktor eines Emphysems. *Quintessenz* 1979; 30: 45-46.
30. Rickles H, Joshi BA: Death from air embolism during root canal therapy. *J Am Dent Assoc* 1963; 67: 397-404.
31. Hülsmann M: Die Wurzelkanalspülung - Ziele, Mittel und Techniken. *Endodontie* 1997; 6/1: 47-62.
32. Frank RJ: Endodontic mishaps: their detection, correction, and prevention. In: Ingle JI, Bakland LK (Hrsg.): *Endodontics*. 4. Aufl., Williams & Wilkins, Baltimore 1994, S. 815-834.
33. Pashley EL, Birdsong NL, Bowman K, Pashley DH: Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J Endod* 1985; 11: 525-528.
34. VandeVisse JE, Brilliant JD: Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *J Endod* 1975; 1: 243-246.
35. Brown DC, Moore BK, Brown CE, Newton CW: An in vitro study of apical extrusion of sodium hypochlorite during endodontic canal preparation. *J Endod* 1995; 21: 587-591.
36. Abou-Rass M, Piccinino MV: The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg* 1982; 54: 323-328.

OA Dr. Michael Hülsmann
Abt. Zahnerhaltung

Dipl.-Biol. Dr. med. dent. Johann M. Denden
Abt. Parodontologie

Georg-August-Universität Göttingen
Zentrum Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Robert-Koch-Straße 40
D-37075 Göttingen