

Zahnärztliche Praxis



**Internationale
Dental-Schau
1989 in Stuttgart**

sind die Anionen Hydroxid, Chlorid, Karbonat, Sulfid, Rhodanid und Phosphat nachweisbar, um nur die thematisch relevanten Ionen anzuführen. Diese Anionen sind im allgemeinen im millimolaren Konzentrationsbereich vorhanden.

Die Metallkationen der Amalgamfüllung können sich mit den entsprechenden Anionen verbinden und zu Folgeprodukten führen (Marxkors 1970). Bereits die geringste Sulfidkonzentration führt zur Ausbildung von Silbersulfid- und Quecksilbersulfid-Niederschlägen, liegen doch die entsprechenden Löslichkeitsprodukte bei ca. 10^{-50} (Holleman und Wiberg 1985). Dies ist auch einer der Gründe dafür, weswegen die anfänglich silbrigen Amalgamfüllungen so schnell schwarz werden. Die genannten Vorgänge führen an der Amalgamoberfläche zu sekundären Veränderungen, die man zusammenfassend als Korrosion bezeichnet.

Diese Sekundärreaktionen erfahren jedoch eine wesentliche Verstärkung, wenn sich in der Mundhöhle neben einer frisch gelegten Amalgamfüllung Edelmetalle, also Goldfüllungen bzw. edelmetallhaltige Rekonstruktionsarbeiten, befinden.

Die Erklärung dafür liegt in der elektropositiven Natur des Goldes, d. h., Gold hat die Tendenz, Elektronen aufzunehmen und gibt sie nur unter extremen Bedingungen ab. Unedle Metalle dagegen, wie z. B. das Zinn in der Amalgamfüllung, sind elektronegativer, sind also bestrebt, Elektronen abzugeben und dabei in die lösliche Ionenform überzugehen. Die Richtung der Elektronenverschiebung wird durch die Stellung der Elemente innerhalb der elektrochemischen Spannungsreihe charakterisiert. Infolge von Niveau-Unterschieden in der elektrochemischen Spannungsreihe kann es in der Mundhöhle zur Ausbildung von Potentialdifferenzen kommen und zum Auftreten meßbarer elektrischer Ströme. Lukas (1981) z. B. hat bei Patienten mit gleichzeitigen Amalgam- und Goldfüllungen Stromstärken bis zu 100μ gemessen. Untersuchungen von Marxkors (1985) haben gezeigt, daß bei Kontakt zwischen Amalgam und Edelmetall die vom Kurzschluß schon transportierte Ladungsmenge vier- bis achtmal größer ist als die infolge Korrosion im Elektrolyten

nachweisbare Ionenladung.

Einen Eindruck vom Ausmaß der korrosionsbedingten Randspaltbildung können die Abbildungen 1 und 2 vermitteln. Abbildung 1 zeigt eine REM-Aufnahme einer frisch gelegten und polierten Amalgamfüllung, praktisch ohne Randspalt. Ganz andere Verhältnisse kann man auf Abbildung 2 sehen; ein eindrucksvoller Randspalt an einer zirka zehn Jahre alten korrodierten Amalgamfüllung von einem Patienten mit gleichzeitigen edelmetallhaltigen Werkstoffen in der Mundhöhle.

Die kurz skizzierten elektrochemischen Vorgänge sind die wesentliche Ursache der zu beobachtenden Korrosionserscheinungen. So können die Mißempfindungen der Patienten teilweise als Folge der Reizwirkungen derartiger Stromflüsse auf neurale Elemente des Pulpenkavums gedeutet werden. Auch weitere klinisch wichtige Befunde, wie die Randspalt-

bildung, lassen sich auf die Ausbildung der erwähnten komplexen Korrosionsvorgänge zurückführen. Schließlich ist die braun-grauschwarze Verfärbung sowie die rauhe, teils rissige Amalgamoberfläche eine direkte Folge der ablaufenden Sekundärreaktionen.

Zusammenfassend sollte man die Empfehlung aussprechen, bei der Füllungstherapie dann mit frischem Amalgam zurückhaltend zu sein, wenn bereits Goldfüllungen in der Mundhöhle vorhanden sind. Dagegen kann eine Füllungstherapie mit Gold ohne Bedenken ausgeführt werden, wenn bereits vorhandene Amalgamfüllungen ausgehärtet und durch Korrosionsvorgänge passiviert sind.

Literatur erscheint im Sonderdruck.

Anschrift des Verfassers: Priv.-Doz. Dr. med. dent. Dipl.-Chem. Brita Willershausen-Zönnchen, Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, Goethestraße 70, 8000 München 2.

Endodontie

Vergleichende Grundlagenstudie über das Schwingungsverhalten oszillierender Wurzelkanalinstrumente

Von H. R. Griesinger, W. J. Hiller, T. A. Kowalewski und F. Kreter

Alle oszillierenden Wurzelkanalinstrumente führen freischwingend in dem vom Hersteller empfohlenen Arbeitsbereich Transversalschwingungen aus, wobei die größten Amplituden an der Instrumentenspitze auftreten. Hier kann es zur Instrumentenfraktur kommen. Im Falle des Canal Finder System ist der Transversalschwingung noch eine im Vergleich beträchtliche starre Längsbewegung mit niedriger Frequenz überlagert, die der Motordrehzahl entspricht.

Für die Aufbereitung der Wurzelkanäle menschlicher Zähne stehen neuerdings Geräte zur Verfügung, die mit zum Teil im Ultraschallbereich schwingenden Instrumenten zur Erweiterung und Reinigung des Wurzelkanalsystems eingesetzt werden (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 14). Die Kenntnis der grundlegenden Bewegungsabläufe dieser Wurzelkanalinstrumente beim freien Schwingen in Luft ist unabdingbare Voraussetzung zum Verständnis und der Bewertung ihrer ab-

tragenden und reinigenden Wirkung im Wurzelkanalsystem. Das Schwingungsverhalten eines Wurzelkanalinstrumentes (nachfolgend als WKI bezeichnet) kann mit dem eines einseitig eingespannten schlanken konischen Stabs verglichen werden (Abb. 1).

Bei sehr niedriger Anregungsfrequenz bewegt sich das WKI zunächst wie ein starrer Körper und folgt der Bewegungsform der Anregung. Wird diese Frequenz gesteigert, beginnt das Instrument quer zu seiner Achse

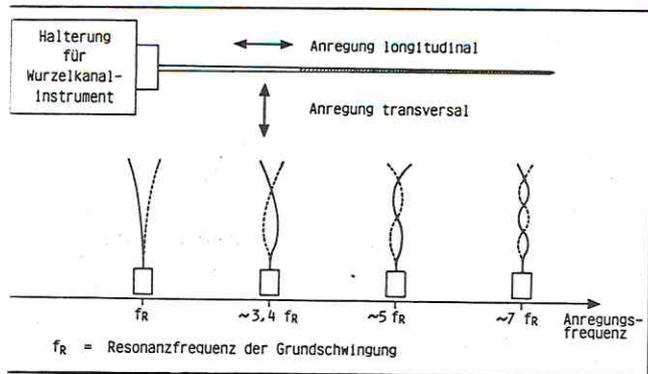


Abb. 1: Schematische Darstellung der ebenen Transversalschwingungen in Abhängigkeit von der Anregungsfrequenz.

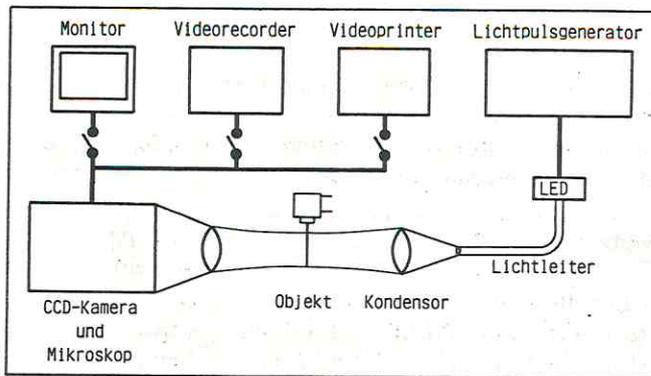


Abb. 2: Prinzipskizze des Versuchsaufbaus.

transversal) zu schwingen. Die Größe dieser Schwingungsfrequenz (Resonanzfrequenz) hängt nur von der Form und Festigkeit des WKI ab. Die Schwingungsamplitude erreicht ihren Maximalwert, wenn die Anregungsfrequenz mit der Resonanzfrequenz übereinstimmt.

Steigt die Anregungsfrequenz weiter an, so nimmt die Schwingungsamplitude des WKI wieder ab, um bei etwa der dreifachen Anregungsfrequenz wieder mit großer Amplitude zu schwingen (12). Diese Schwingung weist jetzt einen Knoten auf, d. h. eine Stelle, an der das WKI in Ruhe bleibt. Bei weiterer Erhöhung der Anregungsfrequenz wiederholt sich dieser Vorgang, und jedesmal, wenn eine neue Resonanzfrequenz erreicht wird, tritt ein neuer Schwingungsknoten auf dem WKI auf. Zwischen den Knoten nehmen die Schwingungsamplituden ihren maximalen Wert an, der mit höherer Knotenzahl und zum Schaft des konischen Instruments hin immer kleiner wird.

Für die Anregung in Längsrichtung der WKI liegen die entsprechenden Resonanzfrequenzen wesentlich höher.

Am Beispiel dreier verschiedener Instrumententypen mit unterschiedlicher Schwingungsanregung – Canal Finder System¹, Micro Méga 3000 Endonic Air² und Cavi-Endo 25³ – sollen dazu von systemtypischen Wurzelkanalinstrumenten der ISO-Größe 15 die freischwingenden Bewegungsformen in Luft und deren physikalischer Parameter aufgezeigt werden.

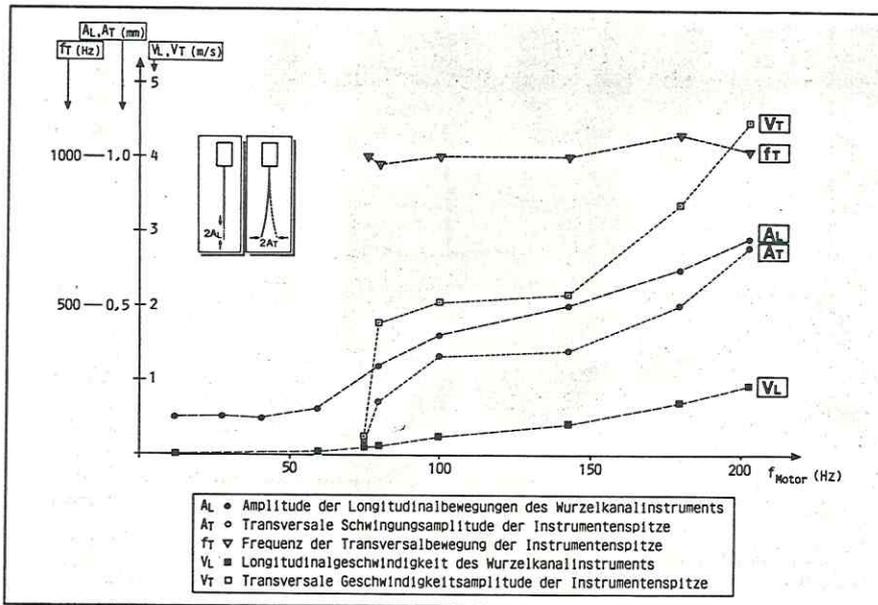


Abb. 3: Frequenz- und Amplitudendiagramme der Longitudinal- und Transversalschwingungen eines Wurzelkanalinstruments ISO 15 des Canal Finder System.

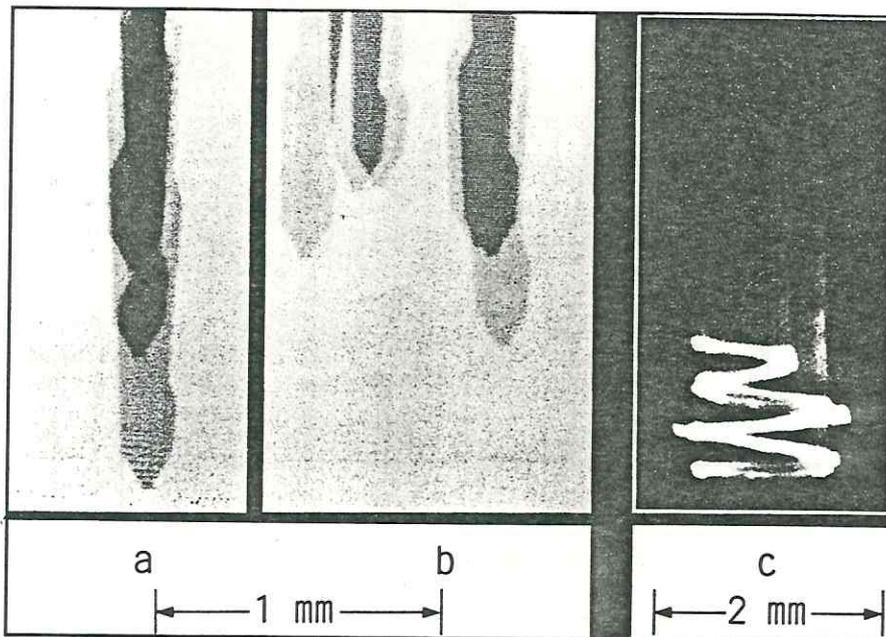


Abb. 4: Schwingungsformen eines Wurzelkanalinstruments ISO 15 des Canal Finder System. a: Reine Longitudinalschwingungen bis 75 U/s. Dreifachbelichtung. Blitzdauer: ~ 1 μ s. b: Auftreten von zusätzlichen Transversalschwingungen ab 75 U/s. Sechsfachbelichtung. Blitzdauer: ~ 1 μ s. c: Spur der Instrumentenspitze bis 135 U/s in axialer Sicht. Seitliche Beleuchtung mit Gleichlicht. Belichtungsdauer: 20 ms.

¹ Société Endo Technic, Marseille
² Micro Méga, Oberursel
³ e Trey/Dentsply, Konstanz

den. Die gleichzeitige Bestimmung der Werte der Geschwindigkeits- und Beschleunigungsamplituden sind zur Analyse der von den Wurzelkanalinstrumenten induzierten Strömungen des Spülmittels von Bedeutung.

Material und Methodik

Für die Untersuchung wurden systemspezifische WKI (SET-Hedströmfeilen, Shaper und Endosonic-Feilen) der ISO-Größe 15 benutzt.

Ihre Schwingungsanregung erfolgte durch die Aktuatoren Canal Finder-Endodontiewinkelstück, pneumatisches Endo Sonic Air- bzw. Cavi-Endo 25-Handstück. Die erzeugten Schwingungen wurden unter einem schwachvergrößernden Mikroskop vom Typ DRC (Zeiss) im Hellfeld mit einer Fernsehkamera LDH 0600 (Philips) aufgenommen. Zur Sichtbarmachung diente eine gepulste Leuchtdiode (5, 6, 13), welche die Direktbeobachtung bei stroboskopischer

Beleuchtung ermöglichte. Die von der Fernsehkamera gelieferten Bilder konnten auf einem Monitor betrachtet, auf Magnetband gespeichert oder mittels Video-Printer ausgedruckt werden (Abb. 2).

Untersuchungsergebnisse

Canal Finder System (Abb. 3 und 4)

Bis zu einer Motordrehzahl von etwa 75 U/s (4500 U/min) führt das WKI nur longitudinale Bewegungen aus. Bei diesem Wert beträgt die Amplitude etwa 0,3 mm. Die Frequenz der Longitudinalbewegung entspricht der Motordrehzahl. Oberhalb 75 U/s setzen transversale Schwingungen ein, deren Frequenz für das untersuchte WKI bei 1000 Hz liegt. Die Instrumentenspitze zeigt jetzt eine Transversal-amplitude von 0,04 mm. Bei weiterer Steigerung der Motordrehzahl bis etwa 200 U/s steigt diese Amplitude auf 0,7 mm an. Die zugehörige Transversalgeschwindigkeit V_T erreicht maximal 4 m/s. V_T berechnet sich aus der Beziehung: $V_T = 2\pi A_T f$. Dabei bedeuten A_T die Schwingungsamplitude in Transversalrichtung und f die Schwingungsfrequenz des WKI.

Abgesehen von der überlagerten Longitudinalschwingung bewegt sich die Instrumentenspitze in den meisten Fällen auf einer Ellipse. Bei einigen ausgesuchten WKI schwingt das Instrument nur in einer Ebene. Die transversalen Amplituden nehmen zum Schaftende hin kontinuierlich ab. Die aufgeprägten longitudinalen Amplituden sind längs des Instruments konstant und nehmen mit steigender Motordrehzahl bis auf 0,72 mm zu. Bezüglich der Geschwindigkeitsamplitude ist bei freischwingendem Instrument die Longi-

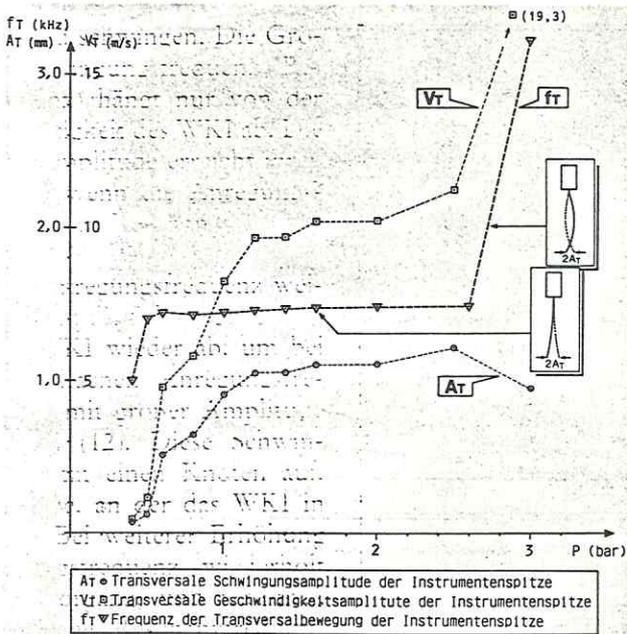


Abb. 5: Frequenz- und Amplitudendiagramme der Transversalschwingungen eines Wurzelkanalinstrumentes ISO 15 des MM 3000 Endo Sonic Air.

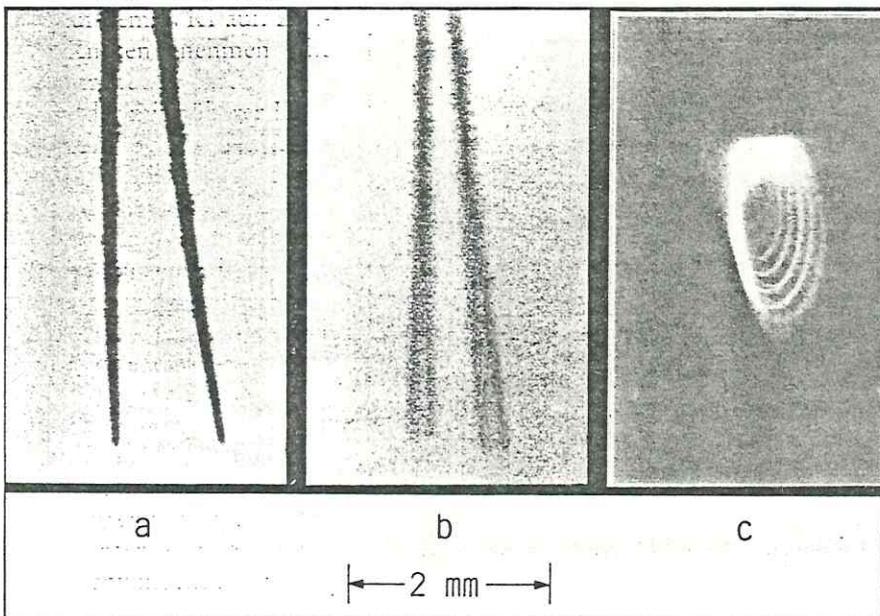


Abb. 6: Schwingungsformen eines Wurzelkanalinstrumentes ISO 15 des MM 3000 Endo Sonic Air. a: Schwingungen in der Grundmode. Doppelbelichtung im Abstand einer halben Schwingungsperiode. Versorgungsdruck: $p = 1,6$ bar. b: Überlagerung von zusätzlichen Schwingungen anderer Frequenz. Stroboskopische Beleuchtung mit doppelter Schwingungsfrequenz der Grundschiwingung. Versorgungsdruck: $p = 1,8$ bar. c: Bewegung der Instrumentenspitze in axialer Sicht. Seitliche Beleuchtung mit Gleichlicht. Belichtungsdauer: 20 ms. Versorgungsdruck: $p = 2,0$ bar.

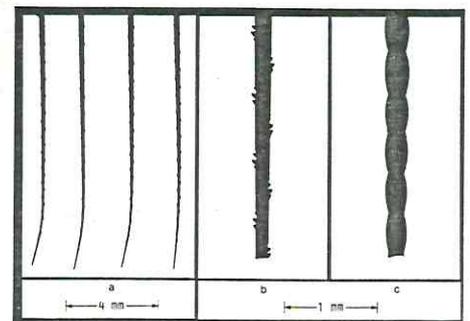


Abb. 7: Durch Schwingungen deformierte und frakturierte Wurzelkanalinstrumente. a, b: MM 3000 Endo Sonic Air, c: Cavi-Endo 25.

tudinalkomponente an der Instrumentenspitze nach Einsatz der Transversalschwingungen immer kleiner als die Transversalkomponente.

MM 3000 Endo Sonic Air
(Abb. 5, 6 und 7)

Bei niedrigen Drehzahlen der mit Preßluft angetriebenen Turbine bis zu einem Versorgungsdruck von zirka 0,35 bar führt das WKI nur leichte

ment vier Schwingungsknoten liegen, in denen die Transversalamplitude gleich Null ist. Etwa in der Mitte zwischen den Schwingungsknoten nehmen die Transversalamplituden ihren Maximalwert an.

Bei der niedrigsten Anregungsleistung des Generators (Power-Position 1) beträgt der Maximalwert der Schwingungsamplitude, gemessen an der Instrumentenspitze, 17,5 μm und

des koronalen Instrumentenendes werden die Geschwindigkeitsamplituden kleiner.

In allen beobachteten Fällen schwingt das Instrument nicht in einer Ebene. Frakturen im Bereich der Instrumentenspitze sind auch bei diesem System anzutreffen.

Diskussion

Vorversuche hatten gezeigt, daß alle WKI ähnliche Schwingungsformen wie ein einseitig eingespannter schlanker konischer Stab aufwiesen (siehe Abb. 1). Mit zunehmender Dicke des Instruments verschiebt sich die Resonanzfrequenz zu geringfügig erhöhten Frequenzen bei gleichzeitig leicht reduzierter Amplitude. So erschien zur Schwingungsdarstellung der WKI die ISO-Größe 15 am geeignetsten, auch im Hinblick auf die mit ISO-Größe 15 kleinste zur Verfügung stehende Instrumentengröße der Endosonic-Feilen, welche sich durch eine vergleichsweise hohe Biegsamkeit auszeichnen.

Die Geschwindigkeitsamplitude der freischwingenden Instrumente ist bei allen drei Systemen von etwa gleicher Größenordnung, allerdings sind die Beschleunigungswerte der WKI des Cavi-Endo 25 wesentlich größer.

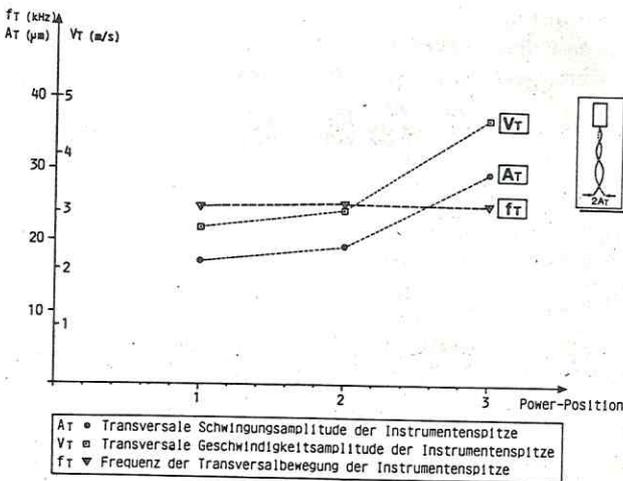


Abb. 8: Frequenz- und Amplitudendiagramme der Transversalschwingungen eines Wurzelkanalinstrumentes ISO 15 des Cavi-Endo 25.

Zitterbewegungen aus. Oberhalb von 0,35 bar steigt die Amplitude rasch auf 1,2 mm an. Bis zu einem Versorgungsdruck von 2,5 bar liegt die Schwingungsfrequenz bei zirka 1,4 kHz und springt bei 3 bar in die erste Oberschwingung (~ 3,0 kHz).

Dabei verdoppelt sich gleichzeitig die Geschwindigkeitsamplitude der Instrumentenspitze, die sich auf einer elliptischen Bahn bewegt, von zirka 10 m/s bei 1 bar auf 19,3 m/s bei 3 bar. Durch günstige Resonanzbedingungen können so stark überhöhte Amplituden auftreten, daß in relativ kurzer Zeit das Instrument verboten wird oder sogar dessen Spitze abbricht. Da die Turbine systembedingt beim Abschalten des Versorgungsdrucks kurzfristig die Drehzahl beträchtlich erhöht, werden auch beim Abschalten aus unterkritischen Bereichen heraus diese resonanzinduzierten großen Amplituden beobachtet.

Cavi-Endo 25 (Abb. 7, 8 und 9)

Die WKI des Cavi-Endo 25 werden infolge der hohen Anregungsfrequenz von 25 kHz erst in der transversalen vierten Oberwelle angeregt. Dies bedeutet, daß auf dem Instru-

steigt bei Power-Position 3 auf rund 30 μm an. Die Geschwindigkeitsamplituden nehmen entsprechend von 2,8 m/s auf 4,6 m/s zu. In Richtung

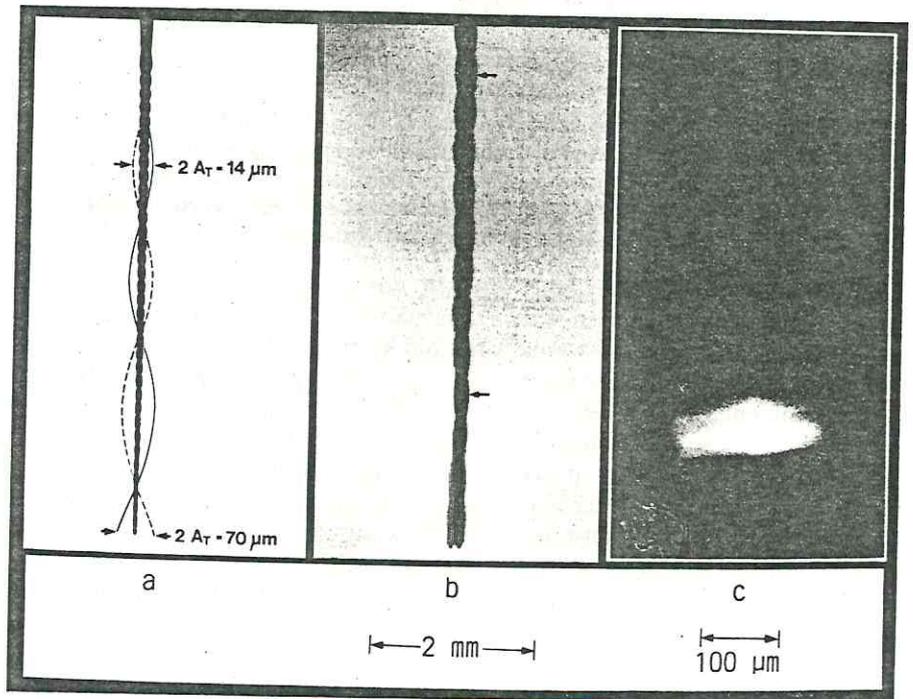


Abb. 9: Schwingungsformen eines Wurzelkanalinstrumentes ISO 15 des Cavi-Endo 25 bei Power-Position 3. a: Schematische Darstellung der Schwingungsform. b: Schwingendes Wurzelkanalinstrument. Pfeile kennzeichnen die Lage der Schwingungsknoten. Doppelbelichtung im Abstand einer halben Schwingungsperiode. c: Bewegung der Instrumentenspitze in axialer Sicht. Seitliche Beleuchtung mit Gleichlicht. Belichtungsdauer: 20 ms.

Beim Cavi-Endo 25 schwingt das Instrument in einer höheren Mode, und die Amplituden sind nur wenig überhöht. Die Schwingungen sind »härter«, sie lassen sich nicht mehr so leicht wie bei den beiden anderen Systemen dämpfen. Dasselbe trifft auch für die Longitudinalschwingungen des Canal Finder System zu, die nicht durch Resonanz überhöht sind.

Die infolge Resonanz vergrößerte Transversalamplitude der WKI läßt sich bei dem Canal Finder System und dem MM 3000 Endo Sonic Air durch Berühren der Instrumentenspitze sehr leicht reduzieren. Dies deutet erwartungsgemäß darauf hin, daß in einem anderen Medium als Luft (z.B. in engen Wurzelkanälen) die Transversalamplituden stark reduziert werden.

Die Größe der Transversalamplitude der freischwingenden WKI hängt jedoch von den Anregungsbedingun-

gen ab: Motordrehzahl beim Canal Finder System, Versorgungsdruck beim MM 3000 Endo Sonic Air und Power-Position beim Cavi-Endo 25.

Ein zu verifizierender Zusammenhang zwischen Instrumentengeometrie, Bewegungsformen und Aufbereitungswirkung könnte zur Ableitung entsprechender Handhabungshinweise dienen oder zur Entwicklung den vorgegebenen Schwingungsformen adäquater Instrumente führen. Diese Annahme, wie die zu unterstellende Amplitudendämpfung der Instrumente bei Kontakt mit der Wurzelkanalwand, bedarf weitergehender Untersuchungen.

Literatur erscheint im Sonderdruck.

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. Dr. F. Kreter, ZZMK - Carolinum, Theodor-Stern-Kai 7, 6000 Frankfurt 70, und Dr. W. J. Hiller, Max-Planck-Institut für Strömungsforschung, Bunsenstr. 10, 3400 Göttingen.

Pharmakologie

Diazepam zur rektalen Sedierung in der Kieferchirurgie

Von St. Lundgren

Zahlreiche Patienten empfinden einen operativen Eingriff in der Mundhöhle als sehr unangenehm. Darüber hinaus sind verschiedene operative Eingriffe mit Beschwerden verbunden und müssen deshalb entweder in Vollnarkose oder unter Sedierung in Kombination mit Lokalanästhesie vorgenommen werden, um die erfolgreiche Behandlung beim Patienten zu ermöglichen.

Es gibt Grund zu der Annahme, daß sowohl bei der ambulanten wie der stationären Behandlung die Anzahl der innerhalb einer begrenzten Zeit vorgenommenen operativen Eingriffe häufig ein ausschlaggebender Faktor für die Leistungsfähigkeit der Klinik ist. Deshalb wurde an der Klinik in Umeå der Versuch unternommen, die Anzahl der Behandlungen in Vollnarkose zu reduzieren und statt dessen mehr Behandlungen in Lokalanästhesie mit Sedierung vorzunehmen. Voraussetzung hierfür ist allerdings die Gewährleistung einer optimalen Sedierung, Beschwerdefreiheit für den Patienten und der Überwachung.

Mit der langsamen i.v.-Gabe von Diazepam bis zu einem klinischen Endpunkt läßt sich sehr zuverlässig eine gute Sedierung erreichen. Die i.v.-Injektion muß aber entweder vom Operateur oder einem anderen Arzt vorgenommen werden, der das Sedativum injiziert und die sedierende Wirkung steuert. Die i.v.-Injektion ist folglich recht aufwendig. Deshalb würde eine andere und leichtere Darreichungsform zu bevorzugen sein, sofern sie ebenso wirksam ist wie die i.v.-Injektion.

Die weniger invasive, rektale Verabreichung von Diazepam ist einfach, kann von Krankenschwestern vorgenommen werden, und weil keine In-

jektion erfolgen muß, wird sie vom Patienten – insbesondere dem, der Injektionen ablehnt und von Kindern – sehr gerne akzeptiert.

In der Klinik wurde eine Reihe von Studien angestellt, um die Qualität der Sedierung zu untersuchen, die mit intravenös oder rektal verabreichtem Diazepam vor, während und nach der Operation bei Patienten erreicht wurde, bei denen ein kleinerer kieferchirurgischer Eingriff in Lokalanästhesie vorgenommen werden mußte. Bei den Patienten wurde in jeder von zwei Sitzungen ein oberer und ein unterer dritter Molar entfernt. Bei einer Sitzung erfolgte die Operation unter Diazepam i.v. und in Lokalanästhesie, während bei der nächsten Sitzung Diazepam rektal verabreicht wurde. Die Reihenfolge der Sedierung und die Seite, auf der der operative Eingriff vorgenommen wurde, waren willkürlich festgelegt. Die Operationen erfolgten nach einer Standardtechnik, wobei im Abstand von vier Wochen der gleiche Operateur bei jedem Patienten beide Operationen vornahm.

Zur intravenösen Sedierung wurde Diazemuls, die Emulsionsform von Diazepam, bis zu einem klinischen Endpunkt verabreicht, der sich nach den Angaben des Patienten bezüglich

Tab. 1: Intravenöse Sedierung

Langsame Verabreichung bis: Patient angibt, entspannt zu sein Augenlider halb geschlossen sind Sprache verändert ist

Tab. 2: Rektale Sedierung

Einleitungs-dosis 0,5 mg/kg zusätzliche Dosis von 10 mg
--

Tab. 3: Dosis

	durchschnittlich	Bereich
rektal	0,53 mg/kg	(0,50–0,58)
i.v.	0,25 mg/kg	(0,14–0,45)

Tab. 4: Abklingdauer

	durchschnittlich	Bereich
rektal	130 Min.	(90–180)
i.v.	93 Min.	(60–180)

der Entspannung, halbgeschlossenen Augenlidern und der veränderten Sprache richtete. Die rektale Sedierung erfolgte mit Stesolid, einer