Die Möglichkeiten und Standards in der Endodontie haben sich in den letzten Jahren stark entwickelt. Im gleichen Maße sind aber einerseits die Ansprüche und Erwartungen endodontisch behandelter Patienten und andererseits der zahnärztliche Erfolgsdruck gestiegen. Inzwischen sind maschinelle Wurzelkanalaufbereitung, endometrische Längenbestimmung, fallspezifische Füllungsmaterialien und vielerorts das OP-Mikroskop etablierte Merkmale moderner Endodontie. Doch gerade in diesem Zusammenhang verwundert es, dass der Laser trotz seiner sicheren Möglichkeiten der Dekontamination, ja dem ureigenen Ziel der endodontischen Behandlung, immer noch nicht den Stellenwert genießt, der ihm eigentlich zustehen würde.

Dr. Black, M.Sc., M.Sc.
[Infos zum Autor]

Literatur

Laser – sinnvolle Ergänzung für nachhaltigen Therapieerfolg in der Endodontie?

Dr. med. dent. Pascal Black, M.Sc., M.Sc.

Trotz der Möglichkeiten der modernen Implantologie steigt der Stellenwert der Endodontie, bedingt durch den Wunsch des Zahnerhaltes unserer Patienten, immer mehr. Die Möglichkeiten und Standards in der Endodontie haben sich in den letzten Jahren stark entwickelt. So gehört neben der maschinellen Wurzelkanalaufbereitung, der endometrischen Längenbestimmung, der Verwendung fallspezifischer Füllungsmaterialien mittlerweile auch vielerorts ein OP-Mikroskop zur Standardausstattung der modernen Endodontie. Nachdem der endodontisch behandelte Zahn in vielen Fällen später auch mit einem hochwertigen, für den Patienten kostspieligen Zahnersatz versorgt wird, steigt zum einen die Erwartungshaltung der Patienten und der Erfolgsdruck auf den Zahnarzt. Daher verwundert es, dass der Laser in der modernen Endodontie trotz seiner sicheren Möglichkeiten der Dekontamination, ja dem ureigenen Ziel der endodontischen Behandlung, immer noch nicht den Stellenwert genießt, der ihm eigentlich zustehen würde. Ganz im Gegenteil! Viele Kollegen sehen den Laser bei einer Wurzelkanalbehandlung als unnötig, teilweise schädlich und wissenschaftlich nicht abgesichert an.

Trotz der oben beschriebenen Neuerungen bereitet die endodontische Behandlung immer wieder Probleme und gefährdet die Prognose des behandelten Zahnes mit, zumindest für den Patienten, weiterreichenden Folgen, bis hin zum Zahnverlust. So gesehen ist die Endodontie, auch heute noch, lediglich der Versuch einen Zahn zu retten.

Bestmögliche Dekontamination

Schuld an diesem Problem trägt aber in der Regel nicht der mit modernem Equipment und lege artis arbeitende Zahnarzt, sondern das Wurzelkanalsystem. Die Bakterien und toxischen Abbauprodukte des zerfallenen Pulpagewebes führen im apikalen Bereich der Zahnwurzel zu einer Entzündungsreaktion und unbehandelt, bzw. nicht schnell genug behandelt, zu einer entzündlich bedingten Knochenresorption. Das Ziel unserer Behandlung ist daher die primäre Entfernung des zerfallenen Pulpagewebes und die bestmögliche Dekontamination des Wurzelkanalsystems, um eine vollständige Regeneration des periapikalen Gewebes zur erzielen. Schwierigkeiten bereiten hier vor allem die Makro- und Mikroanatomie des Wurzelkanalsystems und der Grad der bakteriellen Besiedlung:

Die Komplexität des Wurzelkanalsystems (Makroanatomie) ist durch die uns zur Verfügung stehenden, bildgebenden Verfahren (Röntgen, CT, DVT) nur sehr schwer bzw. gar nicht darzustellen. Unter Berücksichtigung der Strahlendosis war und ist das Kleinröntgenbild wohl der Standard. Hier zeigen, wenn überhaupt zu erkennen, die Wurzel-

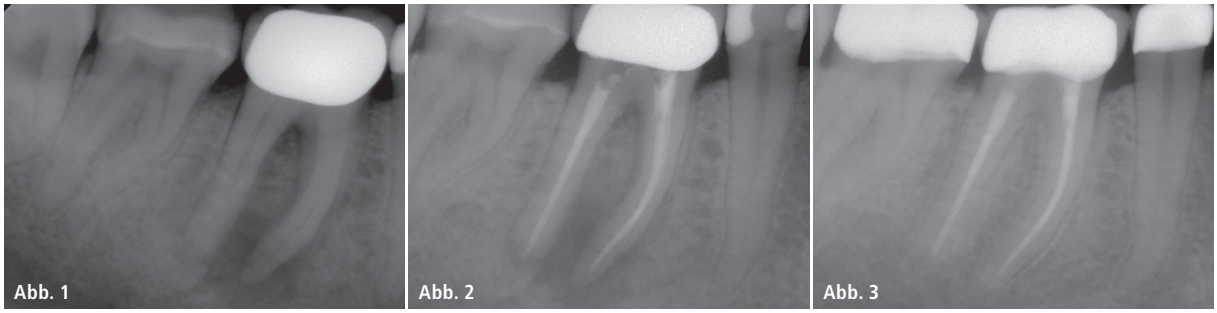

Abb. 1: Zustand prä Wurzelkanalbehandlung. – **Abb. 2:** Zustand post Wurzelkanalfüllung. – **Abb. 3:** Zustand sieben Jahre post Wurzelkanalfüllung.

kanäle in der Regel einen geradlinigen Verlauf, eventuell vorhandene laterale Kanäle mit zusätzlichen Foramina, blind endende Kanalabzweigungen und das komplexe apikale Delta sind in der Regel nicht bzw. nur sehr schwer zu erkennen. Doch gerade diese Komplexität bietet ideale Nischen für eine persistierende bakterielle Infektion des gesamten Kanalsystems mit Ausbreitung in den periapikalen Bereich. Ein weiteres, „ideales" Keimreservoir findet sich in den Dentintubulis (Mikroanatomie), die ebenso bakteriell infiltriert werden. Somit gilt also Folgendes: „Das gesamte Wurzeldentin wird zum perfekten Inkubator, in welchem sich Bakterien der körpereigenen Abwehr idealerweise entziehen können."

Endodontische Mischinfektionen

Im infizierten Wurzelkanalsystem findet sich nur ein kleines Keimspektrum, wobei nur wenige Bakterien wie *Pseudomonas* und *Enterococcus* in der Lage sind, als Monoinfektion zu überleben. In der Regel handelt es sich bei einer endodontischen Infektion um eine Mischinfektion mit acht oder mehr grampositiven und gramnegativen Keimen, wobei die anaeroben Keime überwiegen. „Es wird vermutet, dass eine Korrelation zwischen dem Ausmaß einer periapikalen Läsion und der Anzahl von Bakterienstämmen und der einzelnen Bakterien innerhalb des Wurzelkanals besteht. Zähne mit großen periapikalen Läsionen weisen demnach mehr Bakterienarten und eine höhere Bakteriendichte innerhalb ihrer Wurzelkanäle auf als Zähne mit kleinen periapikalen Veränderungen." Außerdem können „Milieuveränderungen des Wurzelkanals das Zusammenspiel der einzelnen Bakterienarten empfindlich beeinflussen" und „So findet sich in bereits anbehandelten bzw. erfolglos behandelten Zähnen eine völlig andere Keimzusammensetzung als bei frischen Infektionen. Es herrschen vor allem Keime vor, die sich gegenüber den Wurzelkanalspülflüssigkeiten bzw. den bakteriziden Wurzelkanaleinlagen als resistent erweisen. Es handelt sich dabei vorwiegend um grampositive Keime (Kokken), die auch als Monoinfektionen überleben können." Verschiedene Studien zeigen, dass in therapieresistenten oder revidierten Zähnen einer der am häufigsten isolierten Keime der grampositive, fakultativ anaerobe *Enterococcus faecalis* ist. Dieser extrem widerstandsfähige, wachstumsstarke und gegenüber antibakteriellen Wirkstoffen resistente Keim überlebt gerade in solchen Umgebungen, wo andere Keime schon keine Überlebenschance mehr haben, und macht daher in den oben beschriebenen Fällen einen Großteil der vorhandenen Bakterien aus.

Antibakterielle Spüllösung

Neben der Darstellung und Aufbereitung des Kanalsystems und der damit verbundenen Entfernung des infizierten Pulpagewebes erfolgt die Desinfektion des selbigen mittels antibakteriellen Spüllösungen. Das Ziel ist neben der Keimabtötung die Entfernung des vor allem aus Detinspänen und Resten des Pulpagewebes bestehenden Smearlayers und die Auflösung anorganischer und organischer Wurzelkanalbestandteile, die durch die mechanische Aufbereitung nicht erreicht werden können. Als gängige Spüllösungen kommen das gewebeauflösende und stark antibakteriell wirkende Natriumhypochlorit (NaOCl), das geringer gewebsauflösend wirkende Wasserstoffperoxid (H_2O_2) und das ebenfalls antibakteriell, aber nicht gewebeauflösend wirkende Chlorhexidin zum Einsatz. Als „Gleitmittel" wird Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA) verwendet. Es hat keine antibakterielle Eigenschaft, durch die Bindung von Kalziumionen des Dentins an das EDTA kommt es aber zu einer Erweichung des Dentins und damit zu einer leichteren mechanischen Aufbereitung vor allem stark gekrümmter und verengter Kanäle. Außerdem ist es zur Entfernung des Smearlayers das Mittel der Wahl. Mit diesen Spüllösungen ist eine suffiziente Entfernung der Keime und des Smearlayers aus den Wurzelkanälen zu erzielen. Das Problem aber ist, dass die antibakterielle Wirkung eben nur innerhalb des Wurzelkanals zum Tragen kommt. Aufgrund der schmalen Durchmesser der Dentintubuli und der hohen Oberflächenspannung der Spüllösungen sind diese nur in der Lage, einen geringen Teil des kanalnahen Gewebes zu penetrieren. Die Eindringtiefe in das angrenzende Wurzeldentin beträgt lediglich 100 µm, die Bakterien penetrieren aber bis über 1.000 µm in das Wurzeldentin. Durch diese Eindringtiefe können sich vor allem die pathogenen und sehr resistenten Gram-Keime der antibakteriellen Wirkung der Spülflüssigkeiten entziehen und dadurch zu einem endodontischen Misserfolg führen.

Laser in der Endodontie

Genau hier kann die bakterizide Wirkung der hierfür geeigneten Laserwellenlängen eine sinnvolle Ergänzung zu den konventionellen, modernen Techniken in der Endodontie sein und zum nachhaltigen Erfolg beitragen.

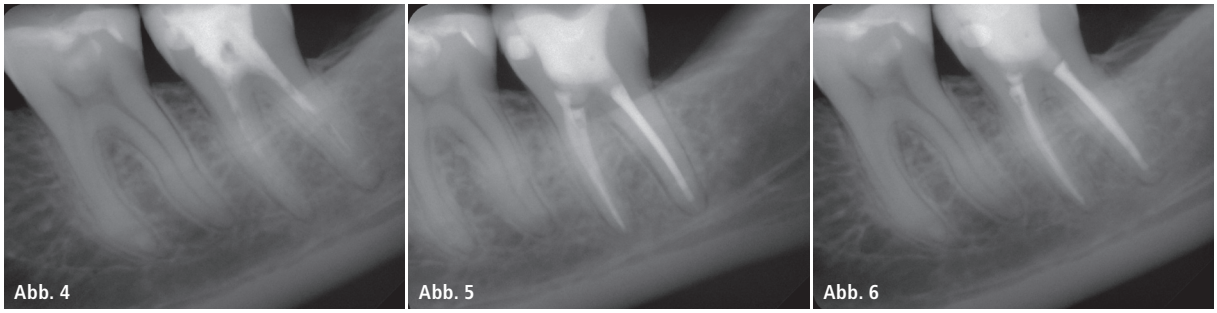

Abb. 4: Zustand prä Revision. – **Abb. 5:** Zustand post Wurzelkanalfüllung. – **Abb. 6:** Zustand fünf Jahre post Wurzelkanalfüllung.

Zur ergänzenden Dekontamination des Wurzelkanalsystems kommen vor allem die fasergestützten Nd:YAG- und Diodenlaser zum Einsatz. Die stark bakterizide Wirkung des Nd:YAG-Lasers wurde schon Anfang der 1990er-Jahre durch verschiedene Studien nachgewiesen und in der Folge als standardisiertes Therapiekonzept etabliert.

Der bakterizide Effekt der Laserstrahlung scheint vor allem in der strahlenbedingten Veränderung bis hin zur vollständigen Zerstörung der Zellhülle der Bakterien zu liegen. Durch diese hitzebedingte permanente Schädigung der Membrane wird ein weiteres Zellwachstum verhindert. Gramnegative Keime sind aufgrund ihrer komplexen Membranstruktur sehr strahlensensibel. Verschiedene Studien zeigten, dass der bakterizide Effekt der Laserstrahlung im Wurzeldentin auch in Tiefen von 1.000 µm und darüber messbar ist. Die Laserstrahlung wird zwar bei der Durchdringung der Dentinschichten abgeschwächt, die Wirkung bleibt aber auch in tieferen Schichten erhalten.

In einer In-vitro-Untersuchung haben Moritz et al. nachgewiesen, dass der Nd:YAG-Laser in akzessorischen Seitenkanälen eine distanzabhängige bakterizide Wirkung entfaltet. In der Studie gelang selbst in einer Entfernung von über 1 mm vom Hauptkanal eine nahezu vollständige Keimreduktion von *E. coli* und *E. faecalis*. Der Nd:YAG-Laser weist nicht nur einen starken antibakteriellen Effekt im Wurzelkanal auf, sondern bewirkt zudem eine sichere Desinfektion des angrenzenden Dentins mit seinen Dentinkanälchen, ohne dabei (bei entsprechender Parameterwahl) das umliegende Gewebe zu schädigen. Außerdem konnte in rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen gezeigt werden, dass es durch die Bestrahlung mit dem Nd:YAG-Laser zu einem Verschluss der Dentintubuli und zumindest zu einer partiellen „Versiegelung" der Wurzelkanaloberfläche kommt. Für die Diodenlaser konnte ebenfalls in zahlreichen Studien, z. B. von Moritz et al. und Gutknecht et. al., ein bakterizider Effekt nachgewiesen werden. Durch die im Vergleich zum Nd:YAG-Laser geringere Penetrationstiefe im Wurzeldentin ist in den tieferen Schichten auch die antimikrobielle Wirkung bei den Diodenlasern geringer. Dadurch sinkt aber auch die Gefahr eines unerwünschten Temperaturanstieges. Für den täglichen Einsatz in der Praxis eignet sich aber vor allem der Diodenlaser aufgrund seines breiten Indikationsspektrums bei gleichzeitig sicherer Anwendungsmöglichkeit und eines hervorragenden Preis-Leistungs-Verhältnisses.

Praktische Anwendung

Nach der konventionellen Aufbereitung, Reinigung und Desinfektion der Wurzelkanäle kommt der Laser zum Einsatz (Abb. 1 bis 6). Hierbei wird die Laserfaser auf die vorher bestimmte Arbeitslänge eingeführt und anschließend unter kreisenden Bewegungen ca. 1 mm pro Sekunde nach koronal aus dem Kanal gezogen. Dadurch wird das gesamte Wurzeldentin bestrahlt. Dieser Vorgang wird mit einer entsprechenden Pause in der Regel fünf Mal wiederholt, um auch in den tieferen Wurzeldentinschichten eine sichere Dekontamination zu erzielen. Neben der entsprechenden Parameterwahl (zumeist vom Hersteller schon als Vorauswahl im Anwendungsmenü der Laser hinterlegt) ist nur darauf zu achten, nicht zu lange am apikalen Stopp zu verbleiben, um einen unerwünschten Hitzeeintrag in das umliegende periapikale Gewebe zu verhindern.

Fazit

Aufgrund der sehr eng zusammenliegenden Wellenlängen von Diode und Nd:YAG unterscheiden sich beide Wellenlängen hinsichtlich der Wirkung auf die Wurzelkanalwand (Verschluss der Dentintubuli, Versiegelung der Wurzelkanaloberfläche) nur geringfügig. Außerdem wird den Diodenlasern ein biostimmulierender Effekt zugeschrieben. Verschiedene Studien konnten eine stimulierende Wirkung auf die Zellproliferation und einen inhibitorischen Effekt auf entzündungsfördernde Enzyme nachweisen.

Der laserunterstützten Endodontie sind kaum Grenzen gesetzt. Egal ob akuter oder chronischer apikaler Prozess, gangränöse Pulpitis, periapikaler Abszess mit oder ohne entzündlicher Resorption, therapieresistente Zähne oder auch teilweise sklerosierte Kanäle, durch die hohe Eindringtiefe der bakteriziden Laserstrahlen ist in vielen Fällen trotzdem noch eine schnelle Schmerzfreiheit und ein nachhaltiger Therapieerfolg zu erzielen!

Grenzen sind nur bei einer vollständigen Obliteration des Wurzelkanales oder bei nicht entfernbaren Fremdkörpern gesetzt.

Kontakt

Dr. med. dent. Pascal Black, M.Sc., M.Sc.
Praxis Dres. Black
Therese-Giehse-Platz 6
82110 Germering
praxis@dr-black.de
www.dr-black.de