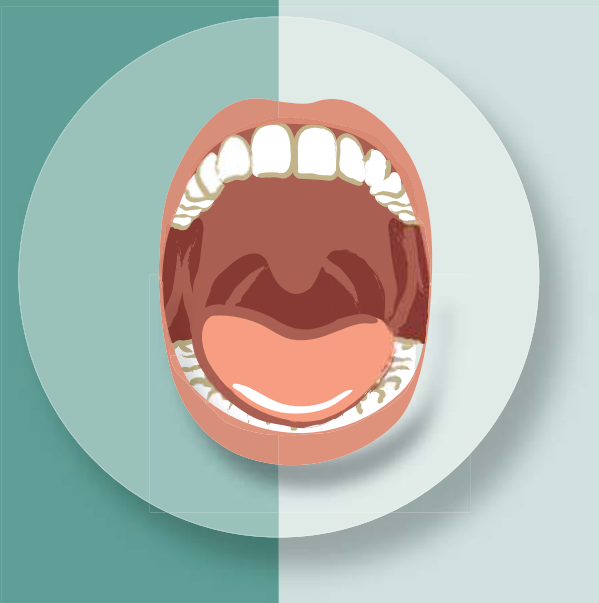


up2date



A. Braun

Antimikrobielle Photodynamische Therapie im Rahmen der Endodontie und Parodontitis- therapie

Oralmedizin



Thieme

Antimikrobielle photodynamische Therapie im Rahmen der Endodontie und Parodontitistherapie

Andreas Braun

Übersicht

| | |
|--|-----|
| Einführung | 597 |
| Wirkungsmechanismus der aPDT | 597 |
| aPDT im Rahmen der systematischen Parodontitistherapie | 598 |
| aPDT im Rahmen der Endodontie | 602 |
| Schlussfolgerung | 605 |

Einführung

Wie alle medizinischen Fachbereiche befindet sich auch die Zahnmedizin in einem stetigen Wandel. Neue Erkenntnisse und Behandlungsstrategien sollten dabei bewährte Behandlungskonzepte berücksichtigen und sinnvoll ergänzen.

Viele Erkrankungen des Zahnhalteapparats, des Endodonts und der Zahnhartsubstanzen setzen die Ausbildung eines Biofilms voraus. Die effektive Entfernung und/oder Elimination der enthaltenen Mikroorganismen kann die Pathogenese dieser Erkrankungen positiv beeinflussen. Mit der antimikrobiellen photodynamischen Therapie (aPDT) steht der Zahnmedizin ein Therapiekonzept zur Verfügung, das bereits in vielen allgemeinmedizinischen Bereichen erfolgreich eingesetzt wird. Dabei sollte allerdings immer beachtet werden, dass sich dieses Therapieverfahren auf die Abtötung von Mikroorganismen beschränkt und somit in umfangreichen Behandlungsstrategien wie der parodontalen antiinfektiösen Therapie oder chemomechanischen Wurzelkanalaufbereitung nur adjunktiv eingesetzt werden kann. Unter dieser Voraussetzung konnte das Prinzip der aPDT bereits erfolgreich in einigen Bereichen der Zahnmedizin umgesetzt werden, wobei die Anwendungsmöglichkeiten dieses Therapieverfahrens möglicherweise noch nicht vollständig ausgereizt sind. Gerade mit der in den letzten Jahren wachsenden

Anzahl klinischer Studien zeigte sich, dass die aPDT bestehende zahnmedizinische Behandlungskonzepte sinnvoll ergänzen kann.

aPDT als adjunktives Verfahren

Die aPDT kann als adjunktives Verfahren konventionelle Behandlungsstrategien sinnvoll ergänzen.

Wirkungsmechanismus der aPDT

Die aPDT verfolgt das Ziel der nicht thermischen Elimination von Zellen, Mikroorganismen oder Molekülen mit Laserenergie niedriger Leistungsdichte [1–3]. Insgesamt werden 3 Komponenten benötigt, um eine Wirkung am Zielort auszuüben: Energie (hier in Form von Laserlicht), ein lichtaktivierbarer Wirkstoff (Fotosensibilisator) und Sauerstoff. Dabei wird der Fotosensibilisator durch das Laserlicht derart verändert, dass ein Energietransfer auf den vorhandenen Sauerstoff

Komponenten der aPDT

- Energie
- lichtaktivierbarer Wirkstoff (Fotosensibilisator)
- Sauerstoff

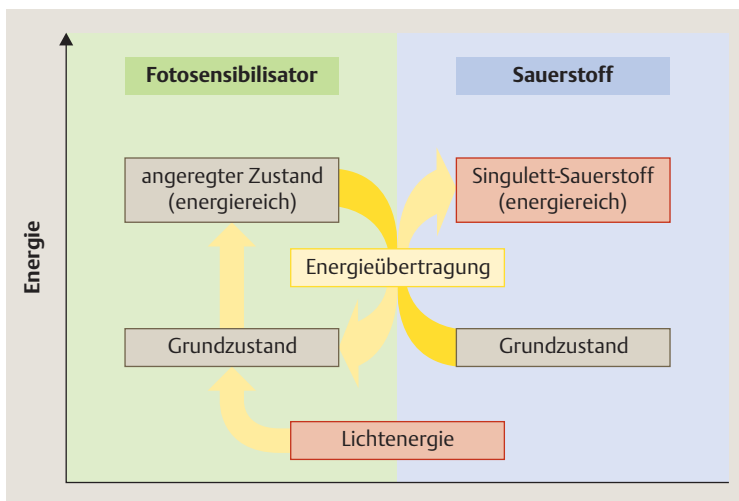


Abb. 1 Schematische Darstellung der Vorgänge, die im Rahmen der photodynamischen Reaktion auftreten. Nach Bestrahlung mit Lichtenergie geht der Fotosensibilisator in einen aktivierten Zustand über. Nachfolgend überträgt er seine Energie auf Sauerstoff, wodurch energiereicher Singulett-Sauerstoff gebildet wird, der durch Oxidationsprozesse Mikroorganismen zerstören kann.

möglich ist und zytotoxische Effekte an Mikroorganismen auftreten können [4].

Nach Anlagerung des Fotosensibilisators an die Bakterienmembran erfolgt eine Energiezufuhr durch Laserlicht. Die Wellenlänge der verwendeten Laserlichtquelle muss hierbei auf das Absorptionsmaximum des Fotosensibilisators abgestimmt sein. Der Sensibilisator wird dadurch in einen energetisch höheren Singulett-Zustand überführt (Abb. 1). Dieser angeregte Zustand kann unter Abgabe von Fluoreszenz in seinen Grundzustand zurückfallen oder unter Spinumkehr in einen angeregten Triplett-Zustand wechseln. Durch Energieübertragung auf ein Sauerstoffmolekül entsteht Singulett-Sauerstoff, der in der Lage ist, einen toxischen Effekt auf Mikroorganismen auszuüben und Bestandteile der Zellmembran, der Zellorganellen und des Zellkerns zu zerstören. Allerdings ist diese Wirkung lokal begrenzt und die Reaktion wird mit dem Ausschalten der Lichtzufuhr unterbrochen [3]. Daher muss der Fotosensibilisator vor der Aktivierung an den Wirkort gebracht werden.

Lokale Wirkung

Die Wirkung der aPDT ist lokal begrenzt und wird mit dem Aussetzen der Energiezufuhr sofort unterbrochen.

Aufgrund ihrer Affinität zu Lipiden von Bakterienzellwänden können Mikroorganismen im Rahmen des aPDT-Verfahrens markiert werden. Überschüssiger Sensibilisator sollte vor der Aktivierung entfernt werden, da der Wirkungsbereich des energiereichen Laserlichts ansonsten eingeschränkt sein könnte. Die Wirkung der aPDT auf Bakterien ist unspezifisch. Es konnte gezeigt werden, dass sowohl grampositive als auch gramnegative Mikroorganismen durch photodynamische Wirkungsmechanismen beeinflusst werden [5].

aPDT im Rahmen der systematischen Parodontistherapie

Systematische Parodontistherapie

Die Parodontitis ist eine in unserer Bevölkerung weit verbreitete, bakteriell bedingte Entzündung aller Strukturen des Zahnhalteapparats. Verursacht wird die Parodontitis durch bakterielle Beläge, die sich maßgeblich infolge ungenügender Mundhygiene zunächst am Zahnfleischrand, später auch unter dem Zahnfleisch ansammeln können. Allerdings entwickeln nicht alle Patienten eine Parodontitis. Das individuelle Erkrankungsrisiko hängt einerseits von der genetischen Veranlagung und andererseits von zusätzlichen Risikofaktoren ab. Einer der häufigsten Risikofaktoren ist das Rauchen. Daneben können aber auch allgemeinmedizinische Erkrankungen (z. B. schlecht eingestellter Diabetes mellitus, Erkrankungen des Immunsystems) zu einem gesteigerten Erkrankungsrisiko führen.

Das Ziel der Parodontistherapie ist die Ausheilung des Entzündungsprozesses parodontaler Gewebestrukturen. Dabei steht die Entfernung der krankheitsverursachenden Bakterien im Vordergrund. Aber auch die Beseitigung mineralisierter Auflagerungen oder der Ausgleich morphologischer Unebenheiten auf den Wurzeloberflächen sind von großer Bedeutung, um die Gefahr der Wiederbesiedlung der Oberflächen mit pathogenen Mikroorganismen zu minimieren. Insgesamt wird bei diesem Therapieabschnitt von der „antiinfektiösen Parodontistherapie“ gesprochen. Auf diese Weise sollen gesunde und dauerhaft stabile Verhältnisse geschaffen werden, um einem weiteren Knochen- und Gewebeverlust vorzubeugen. Darüber hinaus können unter bestimmten Voraussetzungen weiterführende Maßnahmen zum Wiederaufbau verloren gegangener parodontaler Gewebe an einzelnen Zähnen sinnvoll sein.

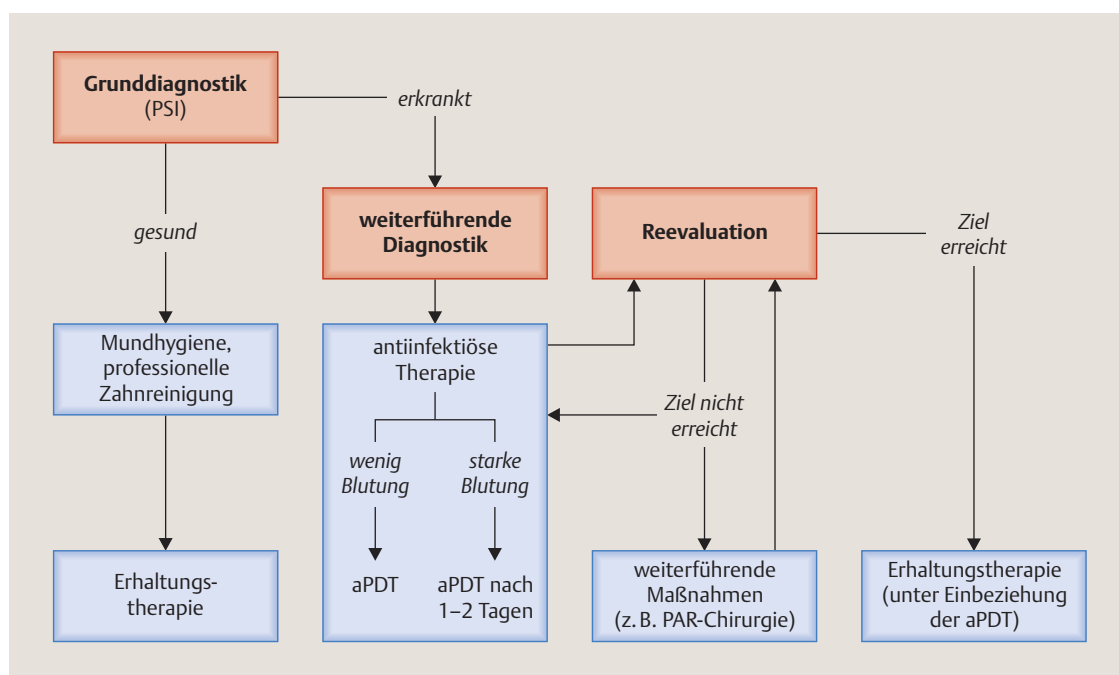


Abb. 2 Anwendungsschema der adjunktiven aPDT im Rahmen der systematischen Parodontitistherapie.

Therapiemaßnahmen

Die parodontale antiinfektiöse Therapie umfasst alle Maßnahmen, die entzündliche Reize auf die parodontalen Strukturen reduzieren oder entfernen.

Cave: Einsatz systemischer Antibiotika

Der Einsatz systemischer Antibiotika im Rahmen der Parodontitistherapie sollte trotz guter Ergebnisse aufgrund zu erwartender Nebenwirkungen und steigender Resistenzbildungen auf nicht anders lösbare Erkrankungsfälle beschränkt sein.

Augenblicklich steht die Parodontologie vor der Herausforderung, der steigenden Anzahl parodontal erkrankter Patienten eine adäquate Therapie zukommen zu lassen. Mit dem allgemein steigenden Behandlungsbedarf nimmt auch die Anzahl der Fälle zu, bei denen aufgrund besonderer Verlaufsformen unterstützende Therapieansätze angezeigt sind. So kann die adjunktive Gabe antibiotisch wirkender Medikamente die Therapie der Parodontitis unterstützen [6–9]. Doch sollte sich aufgrund der zunehmenden Resistenzbildung gegen Antibiotika deren Einsatz auf anders nicht lösbar erscheinende Fälle beschränken [7]. Gleichwohl bleibt die therapeutisch bedeutende Wirkung von Antibiotika im Rahmen der systematischen Parodontitistherapie unbestritten. Die aPDT zielt ebenfalls auf die Entfernung der mit der Ausbildung einer Parodontitis einhergehenden Mikroorganismen und kann in den systematischen Therapieablauf eingegliedert werden (Abb. 2). Eine Resistenzbildung ist in diesem Zusammenhang bisher nicht bekannt und konnte auch experimentell bislang nicht hervorgerufen werden [10].

In-vitro-Untersuchungen zeigten die Wirkung auf parodontalpathogene Bakterien wie Porphyromonas gingivalis oder Fusobacterium nucleatum [11] und die Möglichkeit der Reduktion von Mikroorganismen im Biofilm [12]. Im Tiermodell konnten Wirkungen auf den marginalen Knochenverlust [13] und klinische Entzündungszeichen [14] gezeigt werden. In-vivo-Studien am Menschen liegen sowohl für die chronische als auch die aggressive Parodontitis vor. Bei aggressiver Parodontitis zeigt die alleinige aPDT vergleichbare klinische Ergebnisse wie die konventionelle Instrumentierung von Wurzeloberflächen [15, 16]. Es konnte gezeigt werden, dass Aggregatibacter actinomycetem-comitans als mit aggressiver Parodontitis einhergehender Keim durch dieses Therapieverfahren im Biofilm abgetötet werden kann [17].

Bei der Behandlung der chronischen Parodontitis sind für die adjunktive aPDT bessere Ergebnisse als für die konventionelle Behandlung beobachtet worden [18]. Diese Resultate werden unterstützt durch die Ergeb-

Positive Behandlungsergebnisse

Für die adjunktive aPDT konnten positive Behandlungsergebnisse sowohl im Rahmen der parodontalen antiinfektiösen Therapie als auch der parodontalen Erhaltungstherapie festgestellt werden.

nisse einer klinisch kontrollierten In-vivo-Studie, bei der die klinischen Parameter wie Blutung oder Exsudation aus dem Sulkus, aber auch der Gewinn parodontaler Anheftung in der Gruppe mit adjunktiver aPDT besser waren als nach alleiniger konventioneller Therapie [19]. Eine Metaanalyse konnte anhand der bisherigen Ergebnisse für die adjunktiv zur konventionellen Therapie durchgeführte aPDT mögliche Verbesserungen im Gewinn parodontaler Anheftung und Reduktion von Sondierungstiefen feststellen [20].

Für die Behandlung von Patienten in der parodontalen Erhaltungstherapie konnte in einer randomisierten

klinisch kontrollierten Studie nach 3 und 6 Monaten für die adjunktive aPDT ein im Vergleich zur konventionellen Therapie stärkerer Rückgang der parodontalen Blutungsneigung ohne einen zusätzlichen Gewinn parodontaler Anheftung festgestellt werden [21]. Die Ergebnisse nach 1 Jahr parodontaler Erhaltungstherapie zeigten nach wiederholter Anwendung adjunktiver aPDT bessere klinische Ergebnisse in verbliebenen parodontalen Läsionen [22].

Klinische Anwendung

Die aPDT wirkt auf die mikrobielle Besiedlung parodontaler Läsionen. Daher sind eine sorgfältige Entfernung mineralisierter Wurzelauflagerungen und der Ausgleich morphologischer Unebenheiten die Voraussetzung zur Anwendung der aPDT im Rahmen der parodontalen Behandlung. Nach diesen konventionell mit Hand-, Schall- oder Ultraschallinstrumenten durchgeführten Maßnahmen wird unmittelbar vor der Be-



Abb. 3 Steril verpackter Fotosensibilisator mit zugehöriger stumpfer Kanüle.



Abb. 4 Zeitnehmer zur Kontrolle sowohl der Einwirk- als auch der Belichtungszeit des Fotosensibilisators des HELBO-Systems.



Abb. 5 Vollständige, vom Taschenfundus bis nach koronal mit dem Fotosensibilisator aufgefüllte parodontale Läsion.



Abb. 6 Ausspülen der Überschüsse des Fotosensibilisators mit einer bis zum Taschenfundus vorgeschobenen stumpfen Kanüle. Im Vordergrund ist eine Lippschutzmaske zur Vermeidung von Verfärbungen durch den Fotosensibilisator zu sehen.

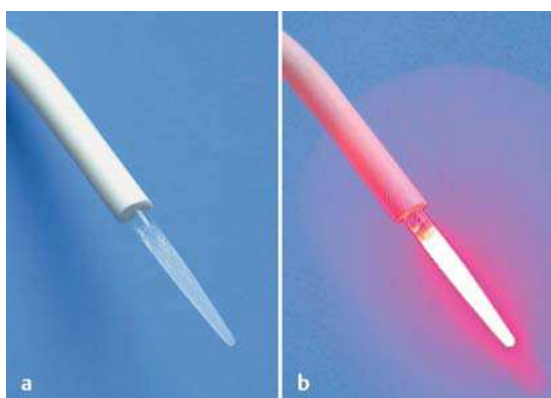


Abb. 7 **a** und **b** Lichtsonde zur 3-dimensionalen Belichtung einer parodontalen Läsion ohne (**a**) und während (**b**) Aktivierung des zugehörigen Lasersystems.



Abb. 8 Diodenlaser des HELBO-Systems. Die Wellenlänge des Laserlichts (660 nm) ist auf den zu verwendenden Farbstoff (Phenothiazinchlorid) abgestimmt.



Abb. 9 Sicherheitsdrehmechanismus zum Schutz vor versehentlicher Aktivierung des Lasers. Nur nach korrekter Entsicherung am Ende des Griffstücks (Ausschnittsvergrößerung) ist eine Aktivierung des Lasers möglich.



Abb. 10 Aktivierung des Fotosensibilisators durch den bis zum Taschenfundus vorgeschobenen Lichtleiter.

handlung die steril verpackte Fotosensibilisator-Farbstofflösung (Abb. 3) gebrauchsfertig gemacht. Eine stumpfe Kanüle dient dazu, die Farbstofflösung ohne Verletzung der parodontalen Gewebe bis zur tiefsten Stelle der zu behandelnden Tasche einzuführen und gleichmäßig unter Umfahrung des zu behandelnden Zahnes abzugeben. Zur Kontrolle der Einwirkzeit des Fotosensibilisators und der Belichtungszeit durch den Laser beinhaltet das hier dargestellte HELBO-System einen programmierbaren Zeitnehmer (Abb. 4). Eine Einwirkzeit (Abb. 5) von 3 Minuten für den Fotosensibilisator hat sich in einer klinischen Studie bewährt [19]. Überschüsse werden gründlich mit Wasser entfernt (Abb. 6), sodass keine Behinderung der nachfolgenden Lichtaktivierung durch überschüssigen Farbstoff eintreten kann. Die Lichtsonde (Abb. 7) des zum System gehörenden Diodenlasers (660 nm, 100 mW) (Abb. 8) wird nun nach der Entsicherung des Systems

(Abb. 9) ebenfalls bis zur tiefsten Stelle der parodontalen Läsion vorgeschoben, um dann nach Aktivierung des Lasersystems zirkulär um den zu behandelnden Zahn herumgeführt zu werden (Abb. 10). Die Belichtungszeit wird durch den Zeitnehmer kontrolliert und beträgt insgesamt 1 Minute pro Zahn.

Die Anwendung der aPDT kann sich bei extremer Blutung aus der Tasche als schwierig erweisen, wie dies z. B. unmittelbar nach der Reinigung eines stark entzündeten Parodonts vorkommen kann. Hierdurch wird der Fotosensibilisator rasch aus der Läsion herausgeschwemmt. In solchen Fällen ist es ratsam, die adjunktive aPDT 1–2 Tage nach der mechanischen Taschenreinigung durchzuführen. Farbstoffreste im Bereich der Gingiva sind in der Regel nicht vermeidbar. Allerdings ist davon auszugehen, dass alle Farbstoffrückstände bei normaler Mundhygiene nach kurzer



Abb. 11 Einwirken des Fotosensibilisators nach Applikation in den Oberkiefer-Seitenzahnbereichen. Die Lippe ist durch die Verwendung einer Lippenschutzmaske vor Verfärbungen geschützt.

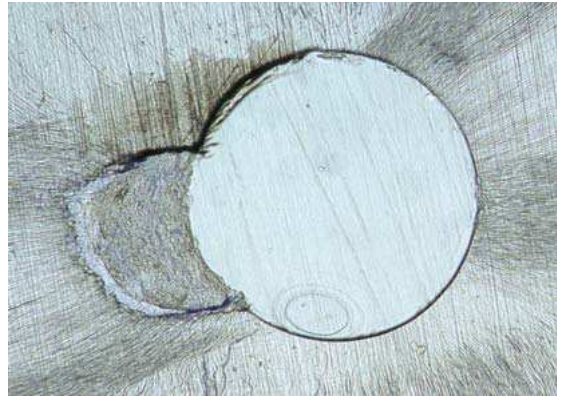


Abb. 12 Schliffpräparat eines mechanisch aufbereiteten Wurzelkanals. Links: Nicht durch die Aufbereitung erreichter Kanalabschnitt (Originalvergrößerung $\times 40$).

Tabelle 1

Systematik bei Anwendung der aPDT im Rahmen der Parodontitistherapie.

| | |
|---|--|
| 1 | Entfernung mineralisierter Auflagerungen und morphologischer Unebenheiten der Wurzeloberflächen |
| 2 | Nach Bedarf: Schutz der Lippen vor Verfärbungen (z. B. Vaseline oder Lippenschutzmaske) |
| 3 | Applikation des Fotosensibilisators mit einer stumpfen Kanüle |
| 4 | Einwirkzeit und anschließende Entfernung des überschüssigen Fotosensibilisators |
| 5 | Dreidimensionale Bestrahlung der parodontalen Läsion mit Licht einer auf den Sensibilisator abgestimmten Wellenlänge |

Zeit (ca. 2–3 Stunden) nicht mehr vorhanden sind. Eine Möglichkeit der Vermeidung ästhetischer Einbußen durch kurzfristige Verfärbungen im Bereich der Lippen ist die vorhergehende Applikation von Vaseline oder die Verwendung von Lippenschutzmasken (Abb. 11) während der Behandlung (Tab. 1).

aPDT im Rahmen der Endodontie

Chemomechanische Präparation des Wurzelkanalsystems

Misserfolge im Rahmen einer endodontischen Behandlung sind meistens auf eine nicht ausreichende Keimreduktion, auch im Zusammenhang mit unbe-

arbeiteten Wurzelkanalabschnitten (Abb. 12), zurückzuführen. Daher ist eine effektive Keimabtötung im Rahmen der endodontischen Therapie unabdingbar [23, 24]. Die Bakterienflora im infizierten Endodont rekrutiert sich aus der Flora der Mundhöhle und weist zwischen 10^2 und 10^7 Bakterien pro infiziertem Wurzelkanal auf [25]. Die Gesamtheit der den Wurzelkanal für die Aufnahme eines Wurzelfüllmaterials vorbereitenden Maßnahmen wird als chemomechanische Wurzelkanalaufbereitung bezeichnet. Die Wurzelkanalspülung ist ein essenzieller Bestandteil dieses Behandlungsabschnitts, da die alleinige mechanische Aufbereitung der Wurzelkanäle in der Regel nicht zu einer ausreichenden Keimelimination führt. Dahingegen können durch eine lege artis durchgeführte chemomechanische Präparation über 95% der Mikroorganismen im Endodont eliminiert werden [26].

Obwohl zahlreiche Methoden und Spüllösungen für die chemische Aufbereitung zur Verfügung stehen, wird Natriumhypochlorit in einer Konzentration von 0,5–5% als Spüllösung der ersten Wahl empfohlen [27]. Um die chemische Aufbereitung des Wurzelkanals zu optimieren, können auch weitere adjuvante Spüllösungen und Methoden herangezogen werden. Zusätzlich kann eine ultraschallaktivierte Spülung die Effizienz der Wurzelkanal desinfektion durch Steigerung der antimikrobiel-

Definition

Die mechanische Wurzelkanalpräparation und die chemische Desinfektion des Kanalsystems werden in ihrer Gesamtheit als „chemomechanische Wurzelkanalaufbereitung“ bezeichnet.

Enterococcus faecalis

Unter Verwendung der aPDT ist es möglich, Enterococcus faecalis aus Wurzelkanalsystemen zu eliminieren.

len und gewebsauflösenden Wirkung von NaOCl aufgrund der verbesserten Flüssigkeitszirkulation und erhöhten Temperatur steigern [28].

Die früher häufig empfohlene Wechselspülung von NaOCl und anderen Spüllösungen wird heute aufgrund der gegenseitigen negativen Beeinflussung und Neutralisation nicht mehr generell angeraten. Lediglich in Revisionsfällen und bei persistierenden oder sekundär infizierten apikalen Parodontitiden ist eine Wechselspülung von NaOCl und CHX wegen der guten Wirkung des CHX gegen die in diesen Fällen vermehrt vertretenen Keime, vor allem Enterococcus faecalis, sinnvoll [27]. Bedeutend für die Desinfektionsleistung sind besonders Flüssigkeitsvolumen und Applikationsdauer. Durch eine ergänzende medikamentöse Einlage mit Kalziumhydroxid kann in 97% der Fälle eine nahezu vollkommene Keimfreiheit erreicht werden, auch wenn eine absolute Sterilität in keinem Fall zu garantieren ist. Für den endodontischen Erfolg ist eine nachfolgende bakterienreiche und suffiziente Wurzelfüllung ebenso unerlässlich wie die vorhergegangene Desinfektion des Wurzelkanalsystems [29].

Da es bisher in der Regel nicht möglich ist, eine vollständige Keimfreiheit im Wurzelkanal zu erzielen, sind adjunktive antimikrobielle Verfahren sinnvoll in ein endodontisches Behandlungskonzept einbeziehbar. Unter Verwendung der aPDT ist es möglich, Enterococcus faecalis aus Wurzelkanalsystemen zu eliminieren [30]. Bei Patienten mit periapikalen Läsionen konnte gezeigt werden, dass die adjunktive aPDT zu einer im Vergleich zur konventionellen endodontischen Therapie zusätzlichen Verringerung von Mikroorganismen führt [31]. Eine Kombination aus chemomechanischer Wurzelkanalaufbereitung und aPDT verspricht im Vergleich zu den jeweiligen Einzeltherapien die effektivste Keimreduktion im Wurzelkanal [32].

Klinische Anwendung

Wie im Rahmen der systematischen Parodontitistherapie schließt sich die aPDT auch in der Endodontie an konventionelle Therapieabschnitte an. Nach Abschluss der chemomechanischen Therapie sollten die Wurzel-

Cave: Viskositätsunterschiede

Fotosensibilisatoren für die aPDT in der Endodontie und der Parodontitistherapie unterscheiden sich durch ihre Viskosität. Während für die Ortsständigkeit in einer parodontalen Läsion ein stark niedrig visköses Präparat nicht gut geeignet ist, bietet sich eine niedrige Viskosität für die Verwendung in Wurzelkanalsystemen an.

kanäle mindestens bis zu einer ISO-Größe von 40 aufbereitet sein, um die Applikation des Fotosensibilisators und das spannungsfreie Einführen des Laserlichtleiters bis nach apikal zu ermöglichen. Rückstände chemischer Desinfektionslösungen sollten vollständig entfernt werden, sodass eine Interaktion des Fotosensibilisators mit solchen Rückständen vermieden wird. Es empfiehlt sich, den Kronenbereich des zu behandelnden Zahnes mit einem Versieglermaterial vor Verfärbungen zu schützen. Dabei ist es sinnvoll, die Kanäleingänge z. B. mit Papierspitzen abzudichten, um einer Verblockung durch das Versieglermaterial vorzubeugen (Abb. 13). Der Fotosensibilisator für die Verwendung in Wurzelkanälen (Abb. 14) ist im Vergleich zu dem für die Verwendung in der Parodontologie von geringerer Viskosität, um eine vollständige Benetzung des Wurzelkanalsystems zu ermöglichen.

Mit einer dünnen Kanüle werden nun die Wurzelkanäle von apikal nach koronal mit dem Fotosensibilisator aufgefüllt (Abb. 15) (Tab. 2). Nach einer geeigneten Einwirkzeit (hier: 1 Minute) wird der überschüssige Farbstoff aus den Kanälen herausgespült (Abb. 16) und diese anschließend getrocknet. Die Lichtapplikation in die Kanäle findet mit einem geeigneten Lichtleiter statt

Tabelle 2

Systematik bei Anwendung der aPDT im Rahmen der Endodontie.

- 1 Chemomechanische Aufbereitung des Wurzelkanalsystems
- 2 Applikation des Fotosensibilisators
- 3 Einwirkzeit und anschließende Entfernung des überschüssigen Fotosensibilisators
- 4 Dreidimensionale Bestrahlung des Wurzelkanalsystems mit Licht einer auf den Sensibilisator abgestimmten Wellenlänge
- 5 Nach Bedarf: anschließende maschinelle Reinigung des Wurzelkanalsystems zur Entfernung des Fotosensibilisators aus dem Wurzelkamin



Abb. 13 Aufbringen eines Versieglermaterials zum Schutz der Zahnkrone vor Verfärbungen durch den Fotosensibilisator. Papierspitzen in den Wurzelkanälen (hier zur besseren bildlichen Darstellung nur im distalen Wurzelkanal eingeführt) dienen dazu, Verblockungen durch den Versiegler zu vermeiden.



Abb. 14 Fotosensibilisator für die Verwendung im Wurzelkanalsystem. Die Pipette mit dem Wirkstoff (unten) wird durch Einschieben in die zugehörige Kanüle (oben) aktiviert.



Abb. 15 Vollständiges Auffüllen eines aufbereiteten Wurzelkanals mit dem Fotosensibilisator nach Vorschieben der Applikationskanüle nach apikal.



Abb. 16 Ausspülen der Überschüsse des Fotosensibilisators aus dem Wurzelkanalsystem.

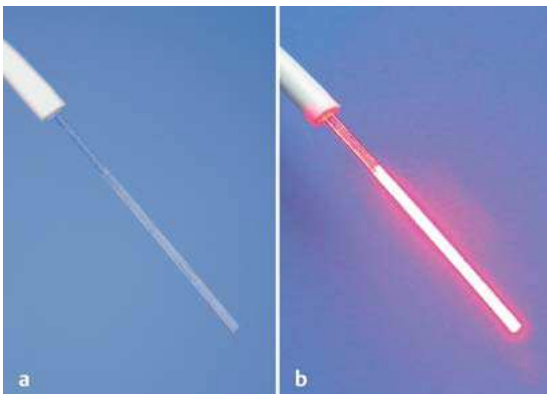


Abb. 17a und b Lichtsonde zur 3-dimensionalen Belichtung im Wurzelkanalsystem ohne (a) und während (b) Aktivierung des zugehörigen Lasersystems.

(Abb. 17), der die 3-dimensionale Übertragung der Lichtenergie ermöglicht (Abb. 18). Die Belichtungszeit sollte pro Kanal mindestens 1 Minute betragen (Abb. 19).

Es konnte gezeigt werden, dass Reste des Fotosensibilisators nach einiger Zeit bis zur Wurzelaußenseite gelangen und zu Verfärbungen des Wurzelzements führen können. Dies stellt in der Regel kein Problem dar, sofern die Wurzeloberflächen im parodontal gesunden Gebiss von den parodontalen Hart- und Weichgeweben überdeckt sind. Es hat sich allerdings herausgestellt, dass die Menge des im Wurzelkanal verbleibenden Fotosensibilisators deutlich durch eine maschinelle Spülung (z. B. unter Verwendung von Ultraschall) reduziert werden kann [33]. Diese zusätzliche Spülung vermeidet somit auf der einen Seite die Gefahr der

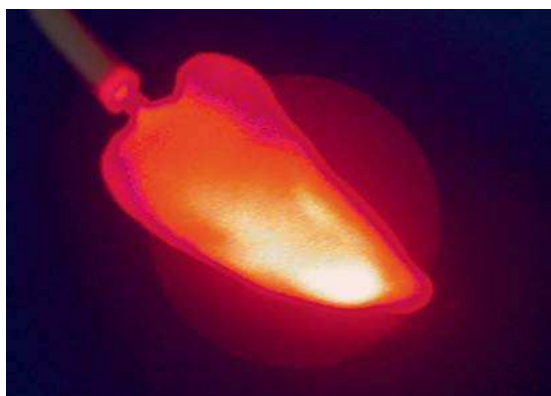


Abb. 18 Beispiel an einem extrahierten Molar für die 3-dimensionale Belichtung der Zahnwurzel durch das Lasersystem.



Abb. 19 Aktivierung des Fotosensibilisators durch den in den aufbereiteten Wurzelkanal vorgeschobenen Lichtleiter.

Wurzeldentinverfärbung im Rahmen der aPDT. Auf der anderen Seite kann eine solche Spülung der Gesamtdesinfektion des Wurzelkanalsystems nur zuträglich sein. Anschließend kann die konventionelle Obturation des Wurzelkanalsystems stattfinden.

Schlussfolgerung

Ein Therapieverfahren, das auf die Beseitigung der für die Ausbildung einer Erkrankung bedeutenden Mikroorganismen abzielt, ist potenziell nutzbringend im Rahmen einer systematischen antiinfektiösen Therapie. Aufgrund der bisher verfügbaren Daten kann die aPDT als vielversprechender adjuvanter Therapieansatz sowohl in der Parodontologie als auch in der Endodontie angesehen werden. Vor allem die Vermeidung möglicher Nebenwirkungen konventioneller Therapieansätze, wie bspw. der systemischen Antibiose, lässt die adjunktive aPDT als geeignet erscheinen, bestehende Behandlungskonzepte sinnvoll zu ergänzen.

Über den Autor

Andreas Braun



Jahrgang 1967. Priv.-Doz. Dr. med. dent., geboren in Wermelskirchen. 1988–1994 Studium der Zahnheilkunde an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. 1992 Famulatur an der Zahnklinik der Universität Melbourne, Australien. 1994 Ausbildungsassistent in freier Praxis. 1995 Promotion. 1994–

1999 Wissenschaftlicher Mitarbeiter, seit 1999 Wissenschaftlicher Assistent in der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Universität Bonn. 2003 Ernennung zum Oberarzt in der Abteilung für Parodontologie, Zahnerhaltung und Präventive Zahnheilkunde der Universität Bonn. Seit 2004 Ausbildungsleiter der Zahnmedizinischen Fachangestellten des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Bonn. 2005 Habilitation und Erteilung der Venia Legendi für das Fach Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Zahlreiche Publikationen in Peer-Review-Zeitschriften. 2007 ausgewiesener Tätigkeitsschwerpunkt „Parodontologie“ bei der Zahnärztekammer Nordrhein. 2008 ausgewiesener Tätigkeitsschwerpunkt „Endodontie“ bei der Zahnärztekammer Nordrhein. Seit 2007 Mitglied des wissenschaftlichen Beirats der Deutschen Gesellschaft für Laserzahnheilkunde.

Korrespondenzadresse

Priv.-Doz. Dr. med. dent. Andreas Braun
 Poliklinik für Parodontologie, Zahnerhaltung
 und Präventive Zahnheilkunde
 Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
 Welschnonnenstraße 17
 53111 Bonn
 Telefon: 02 28/28 72 24 28
 E-Mail: andreas.braun@uni-bonn.de

Literatur

- 1 Braun A. Anwendungen und Möglichkeiten der antimikrobiellen Photodynamischen Therapie (aPDT). *Laserzahnheilkunde* 2007; 4: 159–164
- 2 Braun A, Dehn C, Krause F et al. Antimikrobielle Photodynamische Therapie (aPDT) bei der parodontalen Behandlung. *Quintessenz Team J* 2007; 37: 63–68
- 3 Meisel P, Kocher T. Photodynamic therapy for periodontal diseases: state of the art. *J Photochem Photobiol* 2005; 79: 159–170
- 4 Konopka, K, Goslinski T. Photodynamic therapy in dentistry. *J Dent Res* 2007; 86: 694–707
- 5 Raghavendra M, Koregol A, Bhola S. Photodynamic therapy: a targeted therapy in periodontics. *Aust Dent J* 2009; 54 (Suppl. 1): 102–109
- 6 Feres M, Haffajee AD, Allard K et al. Change in subgingival microbial profiles in adult periodontitis subjects receiving either systemically-administered amoxicillin or metronidazole. *J Clin Periodontol* 2001; 28: 597–609
- 7 Herrera D, Sanz M, Jepsen S et al. A systematic review on the effect of systemic antimicrobials as an adjunct to scaling and root planing in periodontitis patients. *J Clin Periodontol* 2002; 29 (Suppl. 3): 136–159
- 8 López NJ, Socransky SS, Da Silva I et al. Effects of metronidazole plus amoxicillin as the only therapy on the microbiological and clinical parameters of untreated chronic periodontitis. *J Clin Periodontol* 2006; 33: 648–660
- 9 van Winkelhoff AJ, Rodenburg JP, Goene RJ et al. Metronidazole plus amoxycillin in the treatment of *Actinobacillus actinomyces-temcomitans* associated periodontitis. *J Clin Periodontol* 1989; 16: 128–131
- 10 Tavares A, Carvalho CM, Faustino MA et al. Antimicrobial photodynamic therapy: study of bacterial recovery viability and potential development of resistance after treatment. *Mar Drugs* 2010; 20: 91–105
- 11 Pfitzner A, Sigusch BW, Albrecht V et al. Killing of periodontopathogenic bacteria by photodynamic therapy. *J Periodontol* 2004; 75: 1343–1349
- 12 Schneider M, Kirfel G, Krause F et al. The impact of antimicrobial photodynamic therapy on *Streptococcus mutans* in an artificial biofilm model. In: Rechmann P, Fried D, eds. *Lasers in Dentistry XVI, Proc. of SPIE*. Bellingham: SPIE; 2010: 7549; 75490A: 1–6
- 13 Komerik N, Nakanishi H, MacRobert AJ et al. In vivo killing of *Porphyromonas gingivalis* by toluidine blue-mediated photo-sensitization in an animal model. *Antimicrob Agents Chemother* 2003; 47: 932–940
- 14 Sigusch BW, Pfitzner A, Albrecht V et al. Efficacy of photodynamic therapy on inflammatory signs and two selected periodontopathogenic species in a beagle dog model. *J Periodontol* 2005; 76: 1100–1105
- 15 de Oliveira RR, Schwartz-Filho HO, Novaes AB et al. Antimicrobial photodynamic therapy in the non-surgical treatment of aggressive periodontitis: a preliminary randomized controlled clinical study. *J Periodontol* 2007; 78: 965–973
- 16 de Oliveira RR, Schwartz-Filho HO, Novaes AB et al. Antimicrobial photodynamic therapy in the non-surgical treatment of aggressive periodontitis: cytokine profile in gingival crevicular fluid, preliminary results. *J Periodontol* 2009; 80: 98–105
- 17 Goulart RD, Bolean M, Paulino TD et al. Photodynamic therapy in planktonic and biofilm cultures of *aggregatibacter actinomycetemcomitans*. *Photomed Laser Surg* 2010; Jul 22 [Epub ahead of print]
- 18 Andersen R, Loebel N, Hammond D et al. Treatment of periodontal disease by photodisinfection compared to scaling and root planing. *J Clin Dent* 2007; 18: 34–38
- 19 Braun A, Dehn C, Krause F et al. Short term clinical effects of adjunctive antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) in periodontal treatment – a randomized clinical trial. *J Clin Periodontol* 2008; 35: 877–884
- 20 Atieh MA. Photodynamic therapy as an adjunctive treatment for chronic periodontitis: a meta-analysis. *Lasers Med Sci* 2010; 25: 605–613
- 21 Chondros P, Nikolidakis D, Christodoulides N et al. Photodynamic therapy as adjunct to non-surgical periodontal treatment in patients on periodontal maintenance: a randomized controlled clinical trial. *Lasers Med Sci* 2009; 24: 681–688
- 22 Lulic M, Leiggenger Görög I, Salvi GE et al. One-year outcomes of repeated adjunctive photodynamic therapy during periodontal maintenance: a proof-of-principle randomized-controlled clinical trial. *J Clin Periodontol* 2009; 36: 661–666
- 23 Koçkapan C. *Curriculum Endodontie*. Berlin: Quintessenz; 2003
- 24 Sjögren U, Figdor D, Persson S et al. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J* 1997; 30: 297–306
- 25 Hülsmann M. *Endodontie*. Stuttgart: Thieme; 2008
- 26 Blome B, Braun A, Sobarzo V et al. Molecular identification and quantification of bacteria from endodontic infections using real-time polymerase chain reaction. *Oral Microbiol Immunol* 2008; 23: 384–390
- 27 Bartel C, Hülsmann M, Petschelt A et al. *Wurzelkanalspülung. Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) und der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ)*. *Dtsch Zahnärztl Z* 61, 448–449
- 28 van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK et al. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J* 2007; 40: 415–426
- 29 Baumann MA, Beer R. *Farbatlanten der Zahnmedizin. Endodontologie*. Stuttgart: Thieme; 2007
- 30 Fonseca MB, Júnior PO, Pallota RC et al. Photodynamic therapy for root canals infected with *Enterococcus faecalis*. *Photomed Laser Surg* 2008; 26: 209–213
- 31 Garcez AS, Nuñez SC, Hamblin MR et al. Antimicrobial effects of photodynamic therapy on patients with necrotic pulps and periapical lesion. *J Endod* 2008; 34: 138–142
- 32 Garcez AS, Ribeiro MS, Tegos GP et al. Antimicrobial photodynamic therapy combined with conventional endodontic treatment to eliminate root canal biofilm infection. *Lasers Surg Med* 2007; 39: 59–66
- 33 Braun A, Klemmer N, Klemmer M et al. Removal of photosensitizer dye after antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) for root canal disinfection in vitro. *WFLD congress abstract. Lasers in medical science* [in press]

