

Photoaktivierte Desinfektion

Biofilm-Management in der Prophylaxe und Parodontologie

Biofilme sind verantwortlich für die am häufigsten auftretenden Infektionserkrankungen in der Zahnmedizin: Karies, Parodontitis, Pulpitis und das zunehmende Problem der Periimplantitis. In diesem Artikel soll gezeigt werden, welche Ergebnisse mithilfe der schonenden photoaktivierten Desinfektion (Aseptim Plus, SciCan) im Biofilm-Management erzielt werden können.

Dr. Carsten Stockleben/Hannover



▲ **Abb. 1:** Biofilme sind die Grundlage des Lebens auf unserem Planeten. Perfekt angepasst an unterschiedlichste Umweltbedingungen wachsen sie farbenprächtig, wie hier im Yellowstone Nationalpark, auch in heißem, schwefelhaltigen Wasser. Wie am Rande schön zu sehen ist, können andere Lebensformen unter diesen Bedingungen nicht existieren.

■ **Die Biofilmforschung** der vergangenen Jahre hat uns interessante neue Erkenntnisse zum komplexen Zusammenspiel verschiedener Bakterienarten untereinander und der Interaktion mit dem Wirtsorganismus geliefert. Zugleich wurde gezeigt, dass unsere bisherige Betrachtungsweise nach den Koch'schen Postulaten, Mikroorganismen isoliert für sich zu betrachten, viel zu simpel ist. In der klassischen Mikrobiologie wurden Bakterienspezies isoliert im planktonischen

Zustand betrachtet und ihre Eigenschaften beschrieben. In diesem Zustand zeigen Bakterien allerdings völlig andere Funktionsweisen als im komplexen Zusammenspiel mit anderen Spezies im Biofilm.

Ein Biofilm lässt sich folgendermaßen definieren: „Eine Gemeinschaft von aufeinander wirkenden Mikroorganismen, üblicherweise Bakterien, setzen sich an einer Oberfläche fest, eingebettet in einem extrazellulären Polymerverband.“

Biofilme entstehen immer an den Grenzflächen zwischen Feststoffen und Feuchtigkeit. In ihrem Aufbau folgen sie typischen Regeln und zeigen klare Strukturmerkmale. Durch die symbiotische Zusammenarbeit der Mikroorganismen und die Organisation im Biofilm ist es Einzelnern möglich, komplexe Organfunktionen darzustellen. So lassen sich vier wichtige Eigenschaften von Biofilmen erkennen, die das gegenseitige Überleben sichern:

- ▶ Nahrung sammeln
- ▶ Nahrung herstellen
- ▶ einen Verdauungsapparat bilden
- ▶ Schutz vor Antibiotika, Antiseptika und Phagozyten.

Um diese Aufgaben sicherzustellen, bedarf es innerhalb des Biofilms ausgeprägter Kommunikationsstrukturen (Signalling). Grundsätzlich muss man sich einen Biofilm wie eine riesige Chemiefabrik vorstellen, die über Tage und Wochen reift und ständigen Veränderungs- und Anpassungsprozessen unterliegt. Da es Biofilme seit 3,2 Milliarden Jahren auf unserem Planeten gibt, sie also Grundlage allen Lebens sind, ist gut verständlich, dass sie an die unterschiedlichsten Lebensbedingungen perfekt angepasst sind (Abb. 1). Die Struktur des Biofilms bietet den beteiligten Mikroorganismen Schutz vor Veränderungen der Umweltbedingungen, innerhalb des Biofilms



Abb. 2a



Abb. 2b

▲ Abb. 2: Aseptim Plus besteht aus einem kompakten Design und einfacher Handhabung.

werden günstige lokale Bedingungen erhalten, und damit das Überleben gesichert.

Der Mund bietet mit seiner warmen, feuchten und nährstoffreichen Umgebung und den harten Oberflächen von Zähnen, Wurzeln und Zahnersatz ideale Lebensbedingungen für die mehr als 700 bisher bekannten Bakterienarten. Mit den meisten Spezies im dentalen Biofilm lebt der menschliche Organismus in Symbiose. Allerdings gibt es einige Bakterienarten, die hochgradig gefährlich für ihn sind. Wenn diese pathogenen Keime sich aufgrund für sie günstiger Umweltbedingungen stärker vermehren oder aber Biofilme über längere Zeit reifen können, wird die Balance gestört. Nun treten Erkrankungen wie Karies, Pulpitis, Parodontitis, Periimplantitis sowie Systemerkrankungen wie Arteriosklerose auf. Damit erhöht sich das Risiko für Schlaganfall und Herzinfarkt. Gesundheit, Lebensqualität und Lebensjahre gehen durch den pathogenen Einfluss von Biofilmen verloren.

Photoaktivierte Desinfektion

Die Photoaktivierte Desinfektion, als Synonym wird auch der Ausdruck photo-

dynamische Therapie verwendet, ist eine Kombination aus einem Photosensitizer mit Affinität zu sich schnell teilenden Zellen und Lichtenergie in der passenden Wellenlänge, um den Photosensitizer anzuregen. Für sich alleine angewendet erzielt keine der Komponenten eine Wirkung.

Bei Aseptim Plus (Abb. 2a, b) kommt als Photosensitizer Toloniumchlorid in wässriger Lösung in einer Konzentration von $12,7 \mu\text{g/ml}$ zur Anwendung. Die photochemische Anregung erfolgt mit einer starken LED-Lampe mit einer Wellenlänge von 633 nm . Dies entspricht genau dem Absorptionsmaximum des Toloniumchlorids. Das Absorptionsspektrum der Photosensitizer ist sehr schmal, daher kommt der passenden Wellenlänge des Lichts eine ganz entscheidende Bedeutung in der klinischen Applikation zu. Wird beispielsweise mit Methylenblau gearbeitet, so liegt hier das Absorptionsmaximum bei 670 nm . Für die Aktivierung

ist wiederum eine besonders abgestimmte Lichtquelle für diesen Photosensitizer notwendig.

Wie funktioniert PAD?

Der Photosensitizer wird auf die zu desinfizierende Stelle aufgetragen. Dies kann eine kariöse Läsion, ein Wurzelkanal, eine Implantatoberfläche oder eine Zahnfleischtasche sein. Der Photosensitizer sollte eine Minute lang auf die Mikroorganismen einwirken können, damit er sich an die Oberflächenstrukturen anheften kann bzw. in die Mikroorganismen aufgenommen wird. Hilfreich ist dabei, wenn der Photosensitizer unterstützend mechanisch mit dem Applikator bewegt wird. Anschließend wird der Bereich für eine Minute mit Licht aktiviert. Dabei nimmt der Photosensitizer Energie auf und überträgt aus seinem aktivierten Zustand Energie auf Sauerstoffmoleküle in der Umgebung. Durch diese Energie-

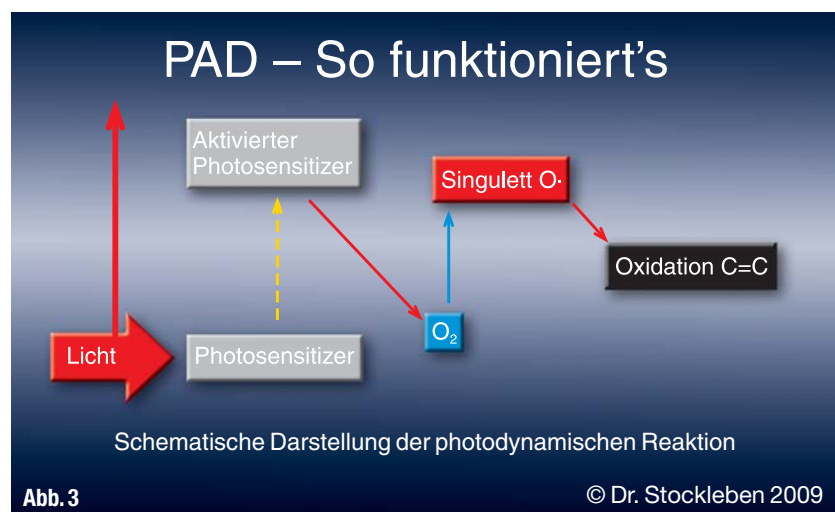


Abb. 3

© Dr. Stockleben 2009

▲ Abb. 3: Flussdiagramm zur Wirkungsweise der photoaktivierten Desinfektion.

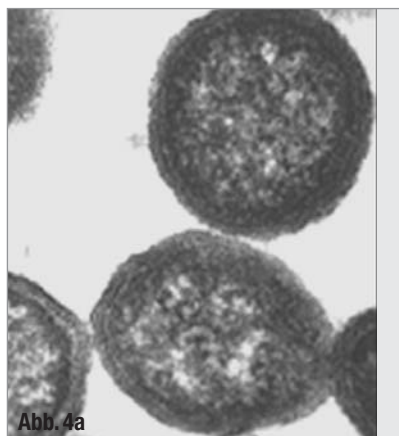


Abb. 4a

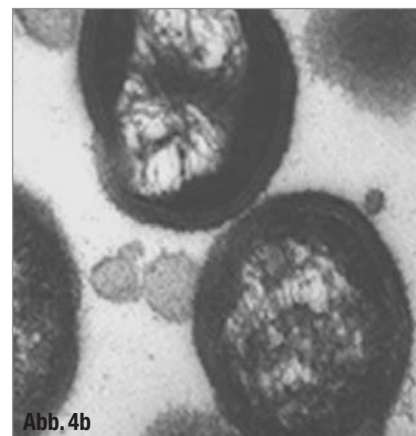
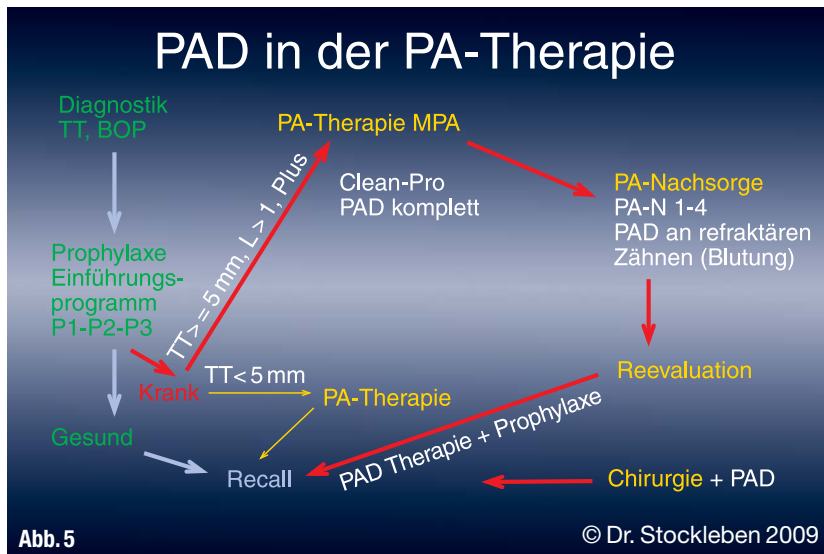


Abb. 4b

▲ Abb. 4a: L-S+; 4b: L+S+. Die Oxidation der Kohlenstoff-Doppelbindungen sowie der Zellorganellen führt zur Implosion der Mikroorganismen. 99,9 % Desinfektionsgrad sind so erreichbar.



▲ **Abb. 5:** Integration von PAD in den Arbeitsfluss parodontale und prophylaktische Betreuung.

übertragung spaltet sich das Sauerstoffmolekül auf und es entsteht ein Sauerstoffsingulett. Dieses ist sehr reaktionsfreudig und oxidiert vorzugsweise Kohlenstoffdoppelbindungen, welche zahlreich in den Bakterienmembranen zu finden sind. Die Oxidation bewirkt, dass es zu Implosion, also zum Auslaufen der Bakterien, kommt (Abb. 3). So lassen sich, völlig nebenwirkungsfrei, 99,9 % der Mikroorganismen in dem behandelten Areal eliminieren.

Grundlagen der klinischen Anwendung

Für den Behandlungserfolg sollten folgende Parameter gewissenhaft eingehalten werden:

Der Typ des Photosensitizers bestimmt entscheidend die Wellenlänge der einzusetzenden Lichtquelle. Wird beispielsweise Toloniumchlorid mit 670 Nanometern bestrahlt, ist nicht mit einer photodynamischen Reaktion zu rechnen.

Die Konzentration des Photosensitizers bestimmt die klinische Applikation. Ab einer Konzentration von 20 µg/ml blocken Photosensitizer wie Toloniumchlorid oder Methylenblau das einfallende Licht. Das Licht kann die wässrige Lösung nicht durchdringen und daher kann der Photosensitizer nicht aktiviert werden. Um nicht nur einen beschäftigungstherapeutischen, sondern auch einen klinischen Effekt zu erzielen, müssen daher höher konzentrierte Lösungen nach der Applikation wieder abgespült werden, bevor die Lichtquelle zum Einsatz kommt. Hier liegt sicher einer der großen Stärken von Aseptim Plus, da die Konzentration 12,7 µg/ml ohne vorhergehendes Ausspülen direkt aktiviert werden kann. Dadurch wird wertvolle Zeit gespart und Arbeitsprotokolle gestalten sich deutlich einfacher als mit anderen Produkten. Ein weiterer Vorteil des Toloniumchlorids bei Aseptim Plus ist, dass es nur eine leichte Hellblau-Färbung zeigt. Daher kommt es nicht zu Verfärbungen

der Schleimhaut oder von endodontisch zu versorgenden Zähnen.

Die Applikationszeit und die Bestrahlungszeit jeweils von einer Minute müssen genau eingehalten werden. Daneben muss sichergestellt sein, dass die Lichtenergie auch in voller Intensität das Zielgebiet erreicht. Dafür gibt es spezielle Aufsätze für die Taschenbehandlung oder Wurzelkanäle. Die Lichtquelle sollte so dicht wie möglich am Applikationsort positioniert werden, da die Lichtintensität mit dem Quadrat zur Entfernung abnimmt, mit zunehmendem Abstand also immer weniger Aktivierung stattfindet.

Nicht alle Mikroorganismen sprechen gleich gut auf die photodynamische Therapie an. Daher sind die Faktoren Einwirk- und Aktivierungszeit von kritischer Bedeutung.

Auch Umweltfaktoren wie unterschiedliche pH-Werte oder das Vorliegen von Mikroorganismen im Biofilm oder planktonischer Form beeinflussen das Ergebnis. Toloniumchlorid wird auch über die Kanäle im Biofilm zu den Mikroorganismen hin transportiert, was Zeit erfordert. Schwankungen im pH-Wert innerhalb des Biofilms können zur Inaktivierung führen. Klinisch lässt sich ein deutlich höherer Wirkungsgrad erreichen, wenn vor der Applikation von Toloniumchlorid die Schleimschicht des Biofilms mechanisch zerstört wird, die Mikroorganismen dadurch in einem planktonischen Zustand überführt werden. In diesem Zustand lässt sich der maximale Wirkungsgrad erzielen.

PAD und Immunreaktion

Der positive Einfluss von PAD auf das Entzündungsgeschehen im Wirtsorganismus ermöglicht ein einzigartiges Heilungsverhalten. Bei Entzündungen wie der Parodontitis sind gramnegative Bakterien beteiligt, die eine Lipopolysaccharid-



▲ **Abb. 6:** Aktivierung von Toloniumchlorid während der PA-OP zur wirkungsvollen Desinfektion von Wurzeloberflächen und infiziertem Weichgewebe vor der Augmentation. ▲ **Abb. 7:** Ausgeprägte und gereifte Biofilme führten an diesen drei Frontzähnen zu einer massiven Entzündung des Parodontiums und beginnendem Zerfall des Gewebes. Drei Termine später, nach der Absolvierung des Prophylaxe-einführungsprogramms und der einmaligen Anwendung von Aseptim Plus, zeigt sich eine andere Welt: das Gewebe ist auf einem deutlichen Weg zur Gesundheit, die Entzündungsreihen sind bereits zu 80 % abgeklungen. Der Mundgeruch ist verschwunden und der Patient erfreut sich auch an einem besseren Aussehen.

Membran als Diffusionsbarriere besitzen. Wird diese Lipopolysaccharid-Membran durch konventionelle Therapie wie Spülungen oder mechanische Intervention geschädigt, kommt es zur Freisetzung proinflammatorischer Zytokine. Diese Zytokine (wie beispielsweise IL 1 α) verursachen lokale eine stärkere Entzündung. Die systemische Einschwellung kann zu Fieber bis hin zum Schock führen. Klinisch bedeutet dies, dass es erst zu einer Verschlechterung der Gesundheitslage kommt, bevor Besserung einsetzt.

Die Anwendung von Toloniumchlorid hat einen interessanten Effekt auf die Virulenzfaktoren. Durch die intensive Oxidation kommt es zu einer deutlichen Reduktion der biologischen Aktivität der Lipopolysaccharide und auch der Zytokin-Produktion. Klinisch bedeutet dies, dass die lokale Entzündungsreaktion deutlich reduziert wird, auch die systemischen Auswirkungen können spürbar vermindert werden. Die Anwendung von Toloniumchlorid in der Parodontaltherapie und Prophylaxe schafft daher das Potenzial für eine schnellere und komplikationslosere Heilung. Der Patientenkomfort nimmt spürbar zu.

Klinische Anwendung in der Parodontitistherapie und Prophylaxe

Aufgrund der oben beschriebenen klinischen Effekte wie einem breiten Wirkungsspektrum, dem Fehlen von Nebenwirkungen, der Steigerung des Patientenkomforts und der einfachen Applikation macht der systematische Einsatz von Aseptim Plus mehr als Sinn (Abb. 5).

Die klinische Anwendung ist einfach: Nach der mechanischen Zerstörung des Biofilms mit Ultraschallgeräten wird die Toloniumchlorid-Lösung für 60 Sek. in die Taschen appliziert. Danach erfolgt die Aktivierung für 60 Sek. je Parodontium.



▲ **Abb. 8:** Ausgeprägte Parodontitis bei einer 58-jährigen Patientin, Blutungsindex 100 % mit massiver Schwellung, Pus. Drei Monate später zeigen sich nach Absolvierung eines intensiven, konservativen Betreuungsprogramms reizlose Schleimhautverhältnisse, der Blutungsindex liegt bei 0 %.



Um die Vorteile von Aseptim Plus voll zu nutzen, sollte diese Technologie in einem systematischen Betreuungskonzept integriert werden. In unserer Praxis hat sich folgende Vorgehensweise bewährt:

Nach initialer Diagnostik durchläuft der Patient ein Prophylaxe-einführungsprogramm. Sind die dort erhobenen Risikoparameter im grünen Bereich, es liegen keine klinischen Erkrankungszeichen vor, wird dieser Patient anschließend im Recall-Programm integriert und in dreimonatigen Abständen betreut.

Zeigen die Risikoparameter auf rot, es liegen parodontale Erkrankungszeichen vor, wird eine Parodontitistherapie eingeleitet. Bei Taschentiefen unterhalb von 5 mm reicht dabei in der Regel eine konventionelle und konservative Parodontitistherapie aus, nach deren Beendigung dieser Patient dann im Recall integriert wird.

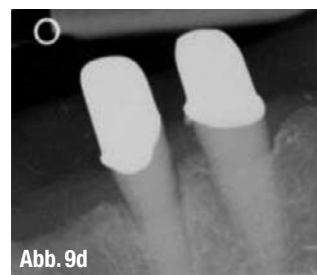
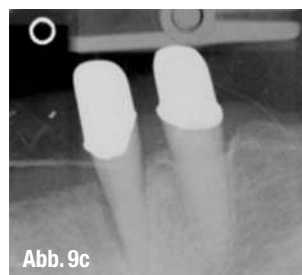
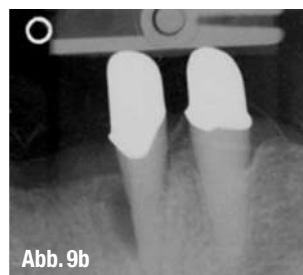
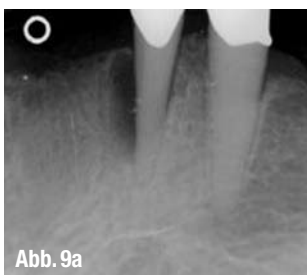
Finden sich allerdings Taschentiefen von 5 mm und mehr, Lockerungsgrade oder Pus, so erfolgt eine deutlich intensivere und zeitaufwendigere Parodontitistherapie, bei der nach der mechanischen Biofilmentfernung auch im kompletten System Aseptim Plus zur Anwendung kommt. In der dann anschließenden Nachsorgephase von 4 Wochen, in der der Patient einmal wöchentlich zur professionellen Taschenreinigung erscheint, wird PAD an refraktären Zähnen (Blutung) erneut mit

Aseptim Plus behandelt. Anschließend wird in der Neubewertung des Behandlungsfalles der Therapieerfolg anhand eines neuen Datensatzes evaluiert und entschieden, in welchen Intervallen der betroffene Patient risikoorientiert betreut wird. Ebenso wird erst zu diesem Zeitpunkt entschieden, ob eine lokale chirurgische Intervention an besonders betroffenen Zähnen notwendig wird (Abb. 6–9). Bei dieser chirurgischen und in der Regel augmentativen Behandlungsphase kommt ebenfalls Aseptim Plus zum Einsatz.

Fazit

Photoaktivierte Desinfektion mit Aseptim Plus ist ein wirklicher Gewinn in der Parodontaltherapie und Prophylaxe. Das System ist einfach anwendbar, schmerzlos und komfortabel für den Patienten, erfordert keine Anästhesie, und schafft nach der Behandlung mit deutlich höherer Sicherheit entzündungsfreie Taschen als konventionelle Therapie. Aseptim Plus steigert deutlich die Erfolgsrate im Biofilmanagement und erhöht den Patientenkomfort, daher stellt es ein absolut empfehlenswertes Hilfsmittel für die Praxis dar. ◀◀

Die Literaturliste zu diesem Beitrag finden Sie auf www.zwp-online.info in der Rubrik Fachgebiete unter „Dentalhygiene“.



▲ **Abb. 9:** Röntgenbefund mit Verlaufskontrolle eines parodontalen Defektes nach der Behandlung mit Ultraschall und PAD bei einer 82-jährigen Patientin. Der ausgeprägte Knochendefekt an Zahn 34 sprach sehr gut auf die Therapie an und heilte innerhalb von einem Jahr komplett wieder aus (9a: Behandlungsbeginn; 9b: nach drei Monaten; 9c: nach sechs Monaten; 9d: nach zwölf Monaten).