

Legionella in Wasserleitungen der Behandlungseinheiten

| Stine Skotte Bjerregaard, M.Sc. Biotech. (Eng.)

Legionella ist ein fakultatives, gramnegatives Stäbchenbakterium der Klasse Gammaproteobacteria. Zur Fortbewegung sind die meisten Legionellen mit einer oder mehreren polaren oder subpolaren nicht ummantelten Flagelle(n) ausgestattet.^{1,2,4} Diese Bakterien treten zudem in feucht-wässrigen Umgebungen auf und können als frei lebende planktonische Formen oder häufiger als intrazelluläre Parasiten von Protozoen vorkommen.³ Der folgende Beitrag zeigt ausführlich die Lebensform, Virulenz und das Vorkommen des *Legionella*-Bakterium in Wasserleitungen zahnärztlicher Behandlungseinheiten (WZBE).

Der bekannteste und am weitesten verbreitete Erreger der *Legionella*-Gattung ist *Legionella pneumophila* (*L. pneumophila*), wobei *L. pneumophila* der Serogruppe 1 für mehr als 70 Prozent der durch Legionellen verursachten Erkrankungen verantwortlich ist.¹ Dieser Review beschäftigt sich mit dem in Was-

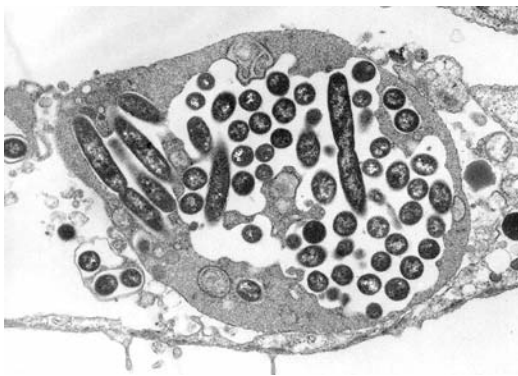
geschwächten Menschen schwerwiegende Erkrankungen hervorrufen kann.⁵ So kann der Erreger eine schwer verlaufende Pneumonie mit einer hohen Mortalitätsrate verursachen, wenn dieser über Aerosole übertragen wird. *L. pneumophila* kann zudem das weniger schwerwiegende Pontiac-Fieber auslösen, welches grippeähnliche Symptome nach sich zieht.¹ Eine mit *L. pneumophila* assoziierte Pneumonie wird auch als Legionärskrankheit bezeichnet. Diese wurde nach dem ersten beschriebenen Fall einer durch *L. pneumophila* verursachten Pneumonie benannt, wo im Rahmen des Treffens der US-Kriegsveteranenvereinigung „American Legion State Convention“ in Philadelphia im Juli 1976 einige Personen mit dem Erreger infiziert wurden und manche sogar daran starben.⁶

Die Pathogenität sowie die Virulenz von *L. pneumophila* sind von verschiedenen Faktoren abhängig, so zum Beispiel vom Immunstatus des potenziellen Wirts sowie von der Quantität der eingeatmeten Zellen.¹ Die genauen Mechanismen und das Zusammenspiel verschiedener Virulenzfaktoren von *L. pneumophila* sind vielschichtig und noch nicht vollständig erforscht. Jedoch ist bekannt, dass ein wichtiger Faktor mit der Fähigkeit verbunden ist, dass *L. pneumophila*-Zellen das

Immunsystem zum Schutz und zur Vermehrung nutzen.⁶ Makrophagen sind Immunzellen, die Bakterien durch Coiling aufnehmen und diese dann innerhalb der Zelle mit antibakteriellen Substanzen abtöten können. Sie können auch *L. pneumophila* aufnehmen, jedoch bildet dieses Bakterium eine umgebende Vakuole und lebt somit geschützt innerhalb der Makrophage weiter, bis *L. pneumophila* groß genug ist und letztlich die Lyse der Zelle verursacht. Daraufhin entweicht *L. pneumophila* in die Lunge.⁷ Durch die Bildung von Exotoxinen und Enzymen kann *L. pneumophila* zur Schädigung des Lungengewebes führen und koagulative Nekrose, Stauungen sowie Hämorrhagie- und Abszessbildungen zur Folge haben.¹ Eine Mensch-zu-Mensch-Übertragung von *L. pneumophila* ist nicht möglich.⁸

Vorkommen von *Legionella pneumophila*

Das Vorkommen von *L. pneumophila* in Kühltürmen, Wassertanks von Klimaanlagen, Warmwassersystemen und Speichertanks sowie in Duschen und Saunen ist ein bekanntes mikrobiologisches Risiko, da sie dort über kleinste Wassertröpfchen auf den Menschen übertragen werden können.^{9,10} Zudem ist bereits seit über 30 Jahren bekannt,



Legionella pneumophila in einem Lungenfibroblasten. (Foto: CDC/Dr. Edwin P. Ewing, Jr.)

serleitungen zahnärztlicher Behandlungseinheiten vorkommenden *Legionella pneumophila*-Bakterium, wobei andere Legionellenspezies auch mit Gesundheitsrisiken in Verbindung stehen, wenn sie in solchen Wasserleitungen auftreten.

L. pneumophila ist ein opportunistisches Pathogen, welches bei immun-

dass *L. pneumophila* auch in WZBE vorkommen können und über einige Instrumente, wie zum Beispiel über die 3-in-1-Luft-/Wasserspritze, den Turbinenbohrer oder den Hochgeschwindigkeitsbohrer, über kontaminierte Aerosole dieser Behandlungsgeräte in den Mund von Patienten gesprüht und dadurch möglicherweise auch von diesen eingeatmet werden können. Diese Wassertröpfchen werden zudem im Raum versprüht, wodurch die Möglichkeit besteht, dass Zahnärzte oder andere Mitarbeiter die Aerosole selbst einatmen.¹¹

Bereits durch viele Studien konnte das Ausmaß des Vorkommens von *L. pneumophila* in vielen WZBE und sogar in WZBE nachgewiesen werden, bei denen Desinfektionsmaßnahmen durchgeführt werden.^{12,13} Wie häufig *L. pneumophila* vorkommen, unterstreicht zudem eine Studie, im Rahmen derer belegt werden konnte, dass Zahnärzte sowie andere Mitarbeiter eine höhere Anzahl Anti-*Legionella*-Antikörper im Blut aufweisen als die Durchschnittsbevölkerung. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass diese Personengruppe im größeren Maß Legionellen ausgesetzt ist.^{12,14,15} Zudem leiden Zahnärzte und deren Mitarbeiter häufiger an Atemwegsinfekten im Vergleich zur Prävalenz in der Durchschnittsbevölkerung.^{12,16-18} Turbinenhandstücke versprühen kleinste Aerosolpartikel in der Zahnarztpraxis, die möglicherweise mit *L. pneumophila* kontaminiert sind. So besteht nicht nur ein Risiko für Patienten, an einer *L. pneumophila*-Infektion zu erkranken. Auch Zahnärzte und deren Angestellte befinden sich definitiv in der Risikozone.¹⁹ Es besteht sogar der Verdacht, dass ein älterer kalifornischer Zahnarzt einer Legionelleninfektion erlag, die er in seiner eigenen Zahnarztpraxis erworben hat.²⁰

Es war schwierig genug, tödliche *L. pneumophila*-Infektionen mit dem Vorkommen von *L. pneumophila* in WZBE in Verbindung zu bringen. Aber noch schwieriger ist es, die milde Form von Legionellose „Pontiac-Fieber“ in einen Zusammenhang mit WZBE zu bringen, da Pontiac-Fieber leicht mit einer gewöhnlichen Grippe verwechselt werden kann und somit oft undiagnostiziert bleibt.²⁴

Die Anzahl weniger schwerwiegender *L. pneumophila*-Infektionen wird wahrscheinlich unterschätzt, da das Beziehen laboratorischer Beweise vereinzelter Fälle von Pontiac-Fieber schwierig ist und die meisten Menschen eine Erkrankung nicht mit WZBE als mögliche Infektionsquelle in Verbindung bringen.²⁴

Es wurde diskutiert, ob *L. pneumophila* in WZBE überhaupt ein allgemeines Gesundheitsrisiko darstellt, da die Dokumentation diagnostizierter Fälle schwerwiegender Erkrankungen oder Mortalität durch *L. pneumophila* in WZBE mit starker Beweiskraft rar sind.²¹ Es war nicht einfach zu belegen, dass eine Infektion durch mit *L. pneumophila* kontaminierte WZBE hervorgerufen wurde. In den vergangenen Jahren gab es zwei Fälle von *L. pneumophila*-Infektionen mit tödlichem Ausgang, die sehr eindeutig durch eine Übertragung der Bakterien über Wasser aus WZBE hervorgerufen wurden: eine ältere, aber gesunde italienische Frau und ein 60-jähriger Mann mit einer Grunderkrankung.^{22,23}

Die Empfehlungen und Richtlinien von Dental Associations der meisten Länder sowie dem Centre for Disease Control (Zentrum für Krankheitskontrolle) für heterotrophe aerobe Bakterien (Gesamtkeimzahl) in Wasser von WZBE unterscheiden sich meist und reichen von 100 KBE/ml, 200 KBE/ml bis 500 KBE/ml. Es gibt zudem Richtlinien für die Maximalkonzentration von Legionellen. Einige schreiben eine Konzentration von weniger als 1.000 KBE/l vor, wobei wieder andere Behörden lediglich eine Empfehlung für die *Legionella pneumophila*-Spezies haben und diesbezüglich eine Grenze von 100 KBE/l zulässig ist. Jüngste Entwicklungen molekular-mikrobiologischer Tests in den letzten Jahren haben eine Sequenzierung von *L. pneumophila*-Genomen möglich gemacht, die aus Patienten gewonnen wurden, um diese dann mit *L. pneumophila*-Genomen von vermutlich kontaminierten WZBE zu vergleichen. Diesbezüglich ergab sich ein starker Hinweis auf eine Infektionsquelle. Sollten Patienten über WZBE mit *L. pneumophila* infiziert werden, kann dies ein Gerichtsverfahren gegen Zahnärzte zur Folge haben.

Lebensform von *Legionella pneumophila*

L. pneumophila kann über die Wasserversorgung in WZBE gelangen. Obwohl *L. pneumophila* in feucht-nassen Umgebungen bei einer Temperatur von 5 bis 55 °C mit einer optionalen Temperatur zwischen 25 bis 42 °C wachsen, scheinen *L. pneumophila* in Wasser lediglich zu verharren, bis sich für sie eine Möglichkeit bietet, auf einen Wirt überzugehen, in dem sich das Bakterium dann vermehren kann. *L. pneumophila* kann intrazellulär in verschiedenen Eukaryoten, so zum Beispiel in Amöben und Makrophagen (Zellen des Immunsystems), überleben.^{1,26}

Amöben leben im Wasser und können sich auch in Wasserleitungen zahnärztlicher Behandlungseinheiten befinden, wo sie sich von Biofilm ernähren und Bakterien durch Coiling aufnehmen.^{1,26} Während die meisten Bakterien innerhalb einer Amöbe getötet werden und als Nahrungsquelle dienen, kann das *L. pneumophila*-Bakterium in einem Bläschen innerhalb einer Amöbe überdauern^{8,25} und kann zudem, vor Desinfektionsmittel geschützt, überleben.^{8,26} Die intrazelluläre Umgebung ist der ideale Lebensraum für die Vermehrung von *L. pneumophila*-Zellen. Und bevor die Amöbe zerplatzt,

ANZEIGE

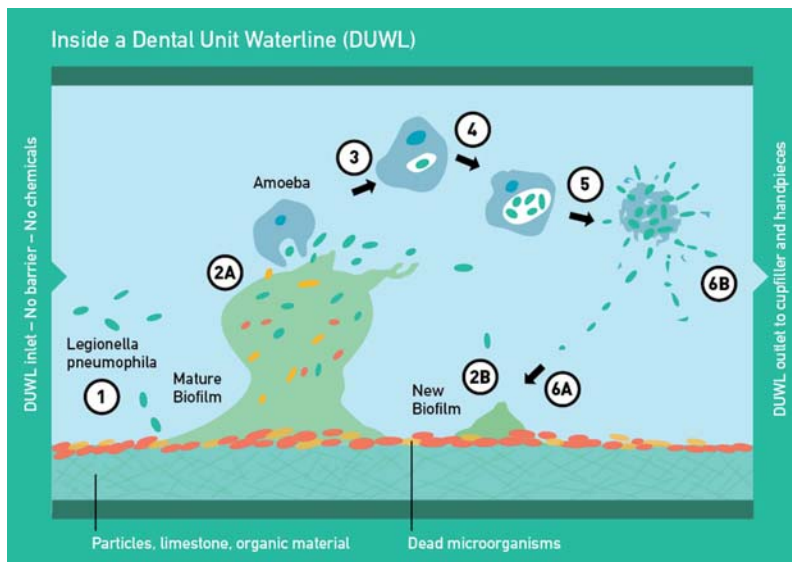
Kostenfreier online Bewertungs-Check

- Wie wird Ihre Praxis im Internet bewertet?
- Wie gut ist Ihre Praxis vor negativen Einzelmeinungen geschützt?
- Wie können Bewertungen Ihre Platzierung bei Google und in den Portalen verbessern?

Jetzt anmelden unter
www.dentichck.de

Partner von:
STEPPS Partner von
DENTSPLY
IMPLANTS

 Aktives Bewertungsmanagement.
Gutes Online-Image.



können sich darin Hunderte von *L. pneumophila*-Zellen befinden, die daraufhin in die Umgebung austreten, sich ausbreiten und neue Wirtszellen finden.^{25,6}

Sich innerhalb von Amöben vermehrte *L. pneumophila*-Zellen in WZBE sind humanpathogener als *L. pneumophila*-Zellen, die über einen längeren Zeitraum als planktonische Zellen in Wasser oder Biofilmen gelebt haben. Dies ist damit zu begründen, dass sich innerhalb einer Amöbe die Möglichkeit der Expression von Genen bietet, die der intrazellulären Lebensform nützlich sind. Somit sind diese *L. pneumophila*-Zellen Spezialisten für das Überleben innerhalb von Makrophagen, die in der Lunge vorhandene *L. pneumophila* aufnehmen.^{3,8} Innerhalb von Makrophagen sind *L. pneumophila*-Zellen dann gegen die meisten Antibiotika geschützt, wenn sie als intrazellulärer Parasit leben.^{1,3,8} Das *L. pneumophila*-Bakterium verfügt über die Fähigkeit, einen Mono-Spezies-Biofilm zu bilden und Multi-Spezies-Biofilme zu kolonisieren.²⁷ Es konnte durch einige Studien gezeigt werden, dass *L. pneumophila* im Gegensatz zu planktonischen Zellen innerhalb von Wasserleitungen in Biofilmen wachsen kann. Im Allgemeinen zieht *L. pneumophila* sogar einen Nutzen aus dem geschützten Leben innerhalb eines Biofilms.^{1,8,28} Biofilme in WZBE dienen somit als Reservoir für *L. pneumophila*, da somit ein Ausspülen dieses Bakteriums aus dem System verhindert wird. Stattdessen entsteht eine Überkonzentration und trägt zur Proliferation von *L. pneumophila* in WZBE bei.^{29,30} Die gemessene Anzahl von *L. pneumophila* in Wasser aus WZBE spiegelt somit eher die Anzahl dieser Bakterien wider, die von einem

reifen Biofilm abgegeben werden, und nicht die tatsächliche Anzahl dieses Bakteriums in der Einheit. Ein Testverfahren, was diese Untersuchungsmethode mit einem Biofilmastrich kombiniert, würde ein genaueres Bild darüber abgeben, wie viele *L. pneumophila*-Zellen sich tatsächlich in der WZBE befinden (siehe Grafik).¹² Ob das *L. pneumophila*-Bakterium in der WZBE bleibt und sich dort vermehrt, ist abhängig von der Temperatur, dem Vorkommen von Nährstoffen in der Form von organischen Materialien und von der bereits bestehenden Mikrobiota.²⁹ Einige Mikroorganismen bekämpfen *L. pneumophila* und werden es diesem Bakterium nicht ermöglichen, in den Biofilm einzutreten. Wieder andere Mikroorganismen jedoch unterstützen ein Andocken von *L. pneumophila* an den Biofilm.⁸ Legionellenspezies können sich auch gegenseitig bekämpfen. So sendet zum Beispiel *L. pneumophila* ein Surfactant aus, um andere Legionellenspezies abzutöten.⁸ *L. pneumophila* ist ein nekrotrophisches Bakterium, was bedeutet, dass es sich auch von bereits toten Bakterienspezies ernähren kann. Aus diesem Grund kann es problematisch sein, Wassersysteme zu erhitzen, wenn nicht alle der deutlich hitzebeständigen *L. pneumophila*-Bakterien dabei abgetötet werden. Diese dabei abgetöteten Bakterien dienen schließlich als riesige Nahrungsquelle und der Wettbewerb zwischen den überlebenden *L. pneumophila*-Bakterien ist somit abgeschaltet.^{8,28} Abgesehen von der Fähigkeit von *L. pneumophila*, in Biofilmen zu überleben, kommt dieses Bakterium auch in mikrobiologischen Hotspots, d.h. in dichten mikrobiellen Gemeinschaften ohne extrazelluläre Matrix,

(1) Das *Legionella pneumophila*-Bakterium kann über Hauptwasserleitungen in WZBE eintreten. Dort ernährt es sich dann von toten Mikroorganismen, organischen Materialien, Kalk oder von Partikeln auf den Wasserleitungen.

(2A) Reifer Multi-Spezies-Biofilm, welcher Bakterien abgibt. *L. pneumophila* tritt in den Biofilm ein und lebt dort geschützt und versorgt mit Nährstoffen.

(2B) Einige *L. pneumophila*-Zellen werden von dem reifen Biofilm abgegeben und docken dann an einen neuen Biofilm an, um sich dort weiter zu vermehren.

(3) Amöben ernähren sich vom Biofilm und *L. pneumophila*-Zellen werden somit von der Amöbe durch Coiling aufgenommen.

(4) In einem Bläschen kann die *L. pneumophila*-Zelle innerhalb einer Amöbe überleben und sich dort vermehren.

(5) Ist die Anzahl der *L. pneumophila*-Zellen zu groß, führt dies zur Lyse der Amöbe, wodurch die *L. pneumophila*-Zellen in der Wasserleitung freigesetzt werden.

(6A) Von der Amöbe freigesetzte *L. pneumophila*-Zellen können dann an einen neuen Biofilm andocken und somit eventuell zum Parasit einer neuen Amöbe werden.

(6B) *L. pneumophila*-Zellen können somit in Behandlungsgeräte und den Becherfüller gelangen, wodurch das Risiko besteht, dass kontaminierte Aerosole in die Lungen von Patienten oder von Zahnärzten und anderen Angestellten gelangen.

vor. Im Allgemeinen ist demnach anzunehmen, dass *L. pneumophila*-Bakterien besser in der Nähe von anderen (legionellenfreundlichen) Mikroorganismen gedeihen.²⁸

Hinweise zur Vermeidung von Legionella

Es ist wichtig, dass Messungen zur Vermeidung von Legionellen in zahnärztlichen Behandlungseinheiten durchgeführt werden. Maßnahmen sollten jedoch nicht nur auf eine effektive Desinfektionsmethode zur Eliminierung von Legionellen in WZBE beschränkt sein, sondern es ist von ebenso großer Bedeutung, eine Methode zur permanenten Kontrolle von heterogenen Biofilmen und mikrobiologischen Hotspots innerhalb von WZBE zu finden. Zudem sollte eine Möglichkeit gefunden werden, Amöben aus den Wassersystemen fernzuhalten, um somit der Persistenz und dem Wachstum von Legionellen vorzubeugen.²⁸



Literatur

kontakt.

Adept Water Technologies
 ssb@adeptwatertech.com
 www.adept-dental-water.de