

Gordon John¹, Frank Schwarz¹

Oberflächendekontamination an Titanimplantaten in der nichtchirurgischen und chirurgischen Periimplantitistherapie



Dr. Gordon John

(Foto: S. Hammes)

Decontamination of titanium implants in non-surgical or surgical peri-implantitis therapy

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten? / Why should you read this article?

Die Dekontamination von Implantatoberflächen ist grundlegender Bestandteil der Periimplantitistherapie. Der Beitrag veranschaulicht, was nach gängigen Verfahren auf den Implantatoberflächen geschieht.

Decontamination of implant surfaces is a fundamental component of peri-implantitis therapy. This article illustrates what happens to implant surfaces after standard treatment procedures.

Zusammenfassung: Der Oberflächendekontamination kommt im Rahmen der Mukosistherapie, der nichtchirurgischen und der chirurgischen Periimplantitistherapie eine zentrale Rolle zu. Bei der Anwendung von Küretten, gleich welchen Werkstoffs, können nur unzureichende Ergebnisse bezüglich der Biofilmentfernung von rauen Implantatoberflächen erreicht werden. Ihr alleiniger Einsatz ohne entsprechende Adjuvantien sollte hinterfragt werden. Metallküretten erzeugen starke Artefakte auf den entsprechenden Titanoberflächen und sollten daher keine Anwendung an Titanimplantaten finden. Die Datenlage zu Ultraschallsystemen ist im Vergleich zu anderen Anwendungen dünn. Sie weisen hohe Restbiofilmanteile auf und erzeugen bei der Verwendung von Stahlspitzen deutliche Oberflächenartefakte beziehungsweise hinterlassen aufgrund des hohen Abriebes von Plastikspitzen viel Fremdmaterial auf den Oberflächen und sollten daher ebenfalls zurückhaltend betrachtet werden. Pulverstrahlgeräte und Dentallaser entfernen Biofilme sehr effektiv und können sowohl in der nichtchirurgischen Therapie als auch in der chirurgischen Therapie eingesetzt werden. Allerdings ist ihre Wirkungsweise in schmalen klinischen Defekten und an schraubenförmigen Implantaten eingeschränkt. Den besten Kompromiss liefert hier der Er:YAG-Laser mit einer Spitze, die eine seitliche Lichtemission ermöglicht. Titanbürsten erlauben ebenfalls eine sehr effektive Biofilmentfernung,

Summary: Regardless of material curettes exhibit only unsatisfactory effectivity regarding removal of biofilm on rough implant surfaces. The sole use of curettes without appropriate adjuvants should be challenged. Metal curettes should be used on titanium implants, because they cause surficial artefacts. There is only few evidence and poor documentation of ultra sonic devices. On titanium surfaces these devices should not be used, because of high residual biofilm areas and the cause of surficial artefacts or the issue of abrasion. Air abrasive devices and dental laser instruments are very effective in removal of biofilm and can be used both, in non surgical and surgical procedures. The effect of both procedures is limited in clinical situation, particularly in narrow defect situation surrounding screw implants. In such cases the Er:YAG laser is the best choice in combination with a tip, ensuring light emission sideways. Titanium brushes depict high effectivity regarding removal of biofilms, but are only applicable in surgical procedures. Brushes with radial bristles can be applied very well in biofilm removal procedures for example before augmentation procedures. Meanwhile brushes with axial bristles as well as implantoplasty depict the means of choice in the case of respective therapies. Brushing is gentler to the implants surface in comparison to implantoplasty. Because of its design the brush is primarily appropriate for treatment of smaller periimplant defects.

¹ Poliklinik für Zahnärztliche Chirurgie und Aufnahme, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Peer-reviewed article: eingereicht: 05.10.2016, Fassung akzeptiert: 18.10.2016

DOI 10.3238/dzz.2016.0424-0430

sind allerdings lediglich im Rahmen offener chirurgischer Vorgehen anwendbar. Bürsten mit radiär angeordneten Borsten können sehr gut zur Dekontamination von rauen Implantatoberflächen vor augmentativen Verfahren eingesetzt werden, währenddessen Bürsten mit axial angeordneten Borsten, ebenso wie die Durchführung einer Implantatplastik, Mittel der Wahl bei resektiven Verfahren sind. Hierbei ist eine Oberflächenbehandlung mit axialen Bürsten substanzschonender im Vergleich zu einer Implantatplastik, diese ist allerdings bauartbedingt eher für kleinere Defekte geeignet. Auch in klinischen Untersuchungen konnten Dekontaminationen die mit Er:YAG-Lasern oder Pulverstrahlgeräten durchgeführt wurden, die Blutungsparameter signifikant senken und somit gute klinische Ergebnisse erreichen. Die Implantatplastik als Teil der resektiven Therapie konnte ebenfalls sehr gute klinische Ergebnisse liefern. (Dtsch Zahnärztl Z 2016; 71: 424–430)

Schlüsselwörter: Oberflächendekontamination; Biofilm; Küretten; Ultraschallsysteme; Pulverstrahlgeräte; Titanbürsten; Implantatplastik; Dentallaser

Also clinical studies proved the significant decrease of bleeding parameters after surface decontamination via Er:YAG-laser systems or air-abrasive devices. Both devices provided good clinical results. Implantoplasty as part of respective surgery also delivered good clinical outcomes.

Keywords: surface decontamination; biofilm; cures; ultrasonic systems; air abrasive device; titanium brushes; implantoplasty; dental laser systems

Einleitung

Periimplantäre Infektionen rücken immer mehr in den Fokus des zahnärztlichen Alltages. In der Literatur werden die Häufigkeiten von Periimplantitiden mit bis zu 56 % und von periimplantären Mukosiden mit bis zu 80 % der untersuchten Patienten angegeben [14]. Die Anlagerung von Biofilm an die Implantatoberfläche gilt hierbei als primärer ätiologischer Faktor [17]. Direkt nach dem Kontakt mit dem oralen Milieu erfolgt die bakterielle Besiedelung der Implantatoberflächen [4]. Bei entsprechendem Missverhältnis zwischen Immunabwehr und Pathogenität der Biofilme können sich periimplantäre Infektionen entwickeln [32]. Dementsprechend ist der Fokus der kausalen Therapie von periimplantären Mukosiden und Periimplantitiden auf die Entfernung dieser Biofilme von den Implantatoberflächen gerichtet [12, 18]. Dies gilt sowohl für nichtchirurgische Therapien, als auch im Rahmen von chirurgisch korrektiven Verfahren, beispielsweise bei Dekontaminationen und Konditionierung der Implantatoberflächen vor regenerativen Eingriffen. Im Nachfolgenden soll ein Überblick über gängige Dekontaminationsmethoden an Titanimplantatoberflächen gegeben werden.

Küretten

Den Standard in den zahnärztlichen Praxen zur Oberflächendekontamination von Implantaten stellen die Küretten dar. Diese sind sowohl in der nichtchirurgischen als auch in der chirurgischen Therapie anzuwenden, beispielsweise bei der Vorbereitung von Implantatoberflächen vor periimplantären Augmentationen und sie sind einfach in der Handhabung. Zudem sind sie kostengünstig zu erwerben und sind nach Aufbereitung mehrfach verwendbar. Mit Metallscalern wurden Restbiofilmanteile von 29 % nachgewiesen. Allerdings konnten in den gleichen Untersuchungen deutliche Kratzartefakte, bis hin zur völligen Zerstörung der Implantatoberfläche, auf den rauen SLA-Oberflächen festgestellt werden [7] (Abb. 1B). Um die Implantatoberfläche zu schonen und weitestgehend zu erhalten, wird deshalb empfohlen, die Oberfläche von Titanimplantaten mit Instrumenten zu bearbeiten, die von geringerer Härte als Titan sind. Bei der Entfernung initialen Biofilms von Implantatoberflächen sind mit Plastikbürsten Werte zwischen 31,5 % und 61 % Restbiofilmanteil beschrieben worden [8, 25]. Auch unter Zusatz von Chlorhexidindigluconat konnten diese Ergebnisse nicht verbessert werden. Oberflächenartefakte konnten nach Behandlung mit Plastik-

küretten nicht festgestellt werden [3, 8] (Abb. 1C). Zusätzlich sollte in Betracht gezogen werden, dass die meisten In-vitro-Studien auf glatten Plättchen durchgeführt werden. Im periimplantären Defekt, auch in Kombination mit den heutzutage fast ausschließlich verwendeten Schraubenimplantaten, haben Küretten aufgrund ihrer Dimension eine eingeschränkte Zugänglichkeit zwischen den Gewindegängen, wodurch die ohnehin schon mäßige Effektivität in der klinischen Situation eher als noch geringer eingeschätzt werden muss.

Ultraschallsysteme

Diese Systeme werden sehr erfolgreich an Zahnoberflächen zur Entfernung von Biofilmen eingesetzt, haben allerdings ihre Schwächen im Zusammenhang mit rauen Implantatoberflächen, auf denen ihr Arbeitsende, ebenso wie jenes von Küretten, nicht in die Mikroporositäten eindringen kann. Demzufolge bleibt, trotz intensiver Oberflächenbearbeitung, ein Restbiofilmanteil von etwa 37 % [25]. Bei Verwendung von Stahlspitzen werden recht starke Kratzartefakte auf den Titanoberflächen erzeugt, welche die ursprünglichen Oberflächen zerstören und eine folgende Biofilmanlagerung begünstigen. Selbst bei Einsatz von Karbon- oder Plastikspitzen

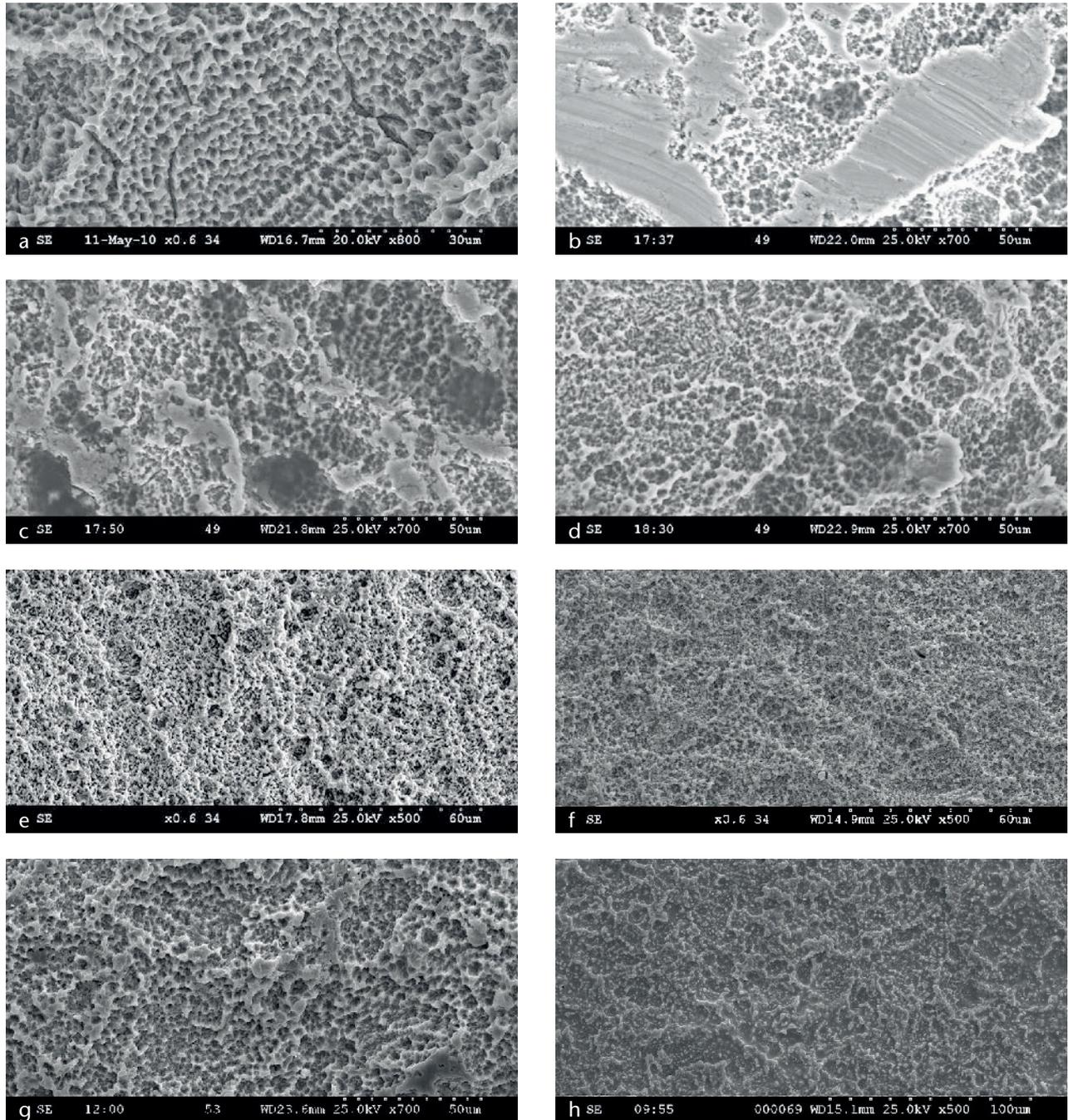


Abbildung 1A-H Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen einer nativen SLA-Oberfläche (**A**) sowie von SLA-Oberflächen nach 48 Stunden intraoraler Biofilmsammlung mit anschließender Dekontamination (**B-H**). **B** – Zustand nach Verwendung von Stahlküretten, deutliche Restbiofilmanteile sowie Kratzartefakte; **C** – Plastikkürette, deutliche Restbiofilmanteile, jedoch keine Oberflächenartefakte in den dekontaminierten Bereichen; **D** – Titankürette, erkennbare Restbiofilmanteile, leichte Artefakte in Form von Abflachungen und Abrundungen des SLA-Reliefs; **E, F** – Zustand nach Glycinstrahlung bzw. Bikarbonatstrahlung, nur spärliche Restbiofilmanteile, vereinzelte Pulverreste, dezente Abflachungen des SLA-Reliefs; **G** – Zustand nach Bearbeitung mit einer Titanbürste mit radiär angeordneten Borsten, spärliche Restbiofilmanteile, keine Oberflächenartefakte in den dekontaminierten Bereichen; **H** – Zustand nach Dekontamination mittels Chlorhexidindigluconat-getränktem Wattepellet, hohe Restbiofilmanteile, keine nachweisbaren Oberflächenartefakte, allerdings ursprüngliche raue SLA-Oberfläche nur in groben Zügen erkennbar

Figure 1A-H Scanning electron microscopic images of native SLA-surface (**A**) as well as of SLA-surfaces after 48 hours of intraoral biofilm collection with subsequent decontaminations (**B-H**). **B** – condition after the use of steel curettes, showing significant remnants of biofilm as well as scratch artefacts; **C** – plastic curettes, significant remnants of biofilm, no surface artefacts in cleaned surface areas; **D** – titanium curettes, remnants of biofilm identifiable, only scarce artefacts in the form of flattening the rough SLA-surface; **E, F** – condition after using glycine powder respectively bicarbonate powder, only scarce remnants of biofilm as well as powder, only discreet flattening of SLA-surface; **G** – condition after using a titanium brush with radial bristles, scarce remnants of biofilm, no surface artefacts in clean surface areas; **H** – condition after decontamination via cotton pellet in combination with chlorhexidine rinsing, significant remnants of biofilm, no artefacts, native SLA-surface only sparsely identifiable

konnten auf maschinieren Titanimplantat- und Titanabutmentoberflächen Artefakte in Form von Kratzern nachgewiesen werden [6, 24]. Zusätzlich ist der Abrieb dieser Spitzen beträchtlich. Bei Verbleib dieser Rückstände in der periimplantären Tasche ist eine negative Auswirkung in Form von Fremdkörperreaktionen oder Wundheilungsstörungen nicht auszuschließen [25]. Ein interessanter Ansatz war die Untersuchung einer silberbeschichteten Kupferspitze, nach deren Verwendung keine gravierenden Oberflächenartefakte, sondern lediglich eine leichte Politur auf maschinieren Titanoberflächen nachzuweisen war [33]. Allerdings gibt es zur Effektivität dieses Instrumentariums zur Entfernung von initialem Biofilm auf Implantatoberflächen keinerlei Untersuchungen.

Pulverstrahlssysteme

Pulverstrahlssysteme gelten als sehr effektiv und können sowohl in der nichtchirurgischen Phase als auch in der chirurgisch korrektiven Phase eingesetzt werden. Unter ihrer Anwendung konnten in standardisierten In-vitro-Untersuchungen Restbiofilmenteile zwischen 0,0 % und 5,7 % beobachtet werden [8, 28, 31]. Mit der Verwendung von Pulvern, die auf Glycin, Bikarbonat, Hydroxylapatit oder Tricalciumphosphat basieren, können Titanimplantatoberflächen fast vollständig dekontaminiert werden [8, 28]. Diese hervorragenden Ergebnisse wurden jedoch unter optimalen standardisierten Bedingungen auf planen Oberflächen erzielt, die unter klinischen Bedingungen sicherlich nicht erreichbar sind. Einen interessanten Ansatz hierzu lieferte die Arbeitsgruppe um Sahrman et al. In einer Studie wurden im Kunststoff Defektsituationen von 15, 30, 60 und 90° nachgestellt und schraubenförmige Implantate mittels Pulverstrahlen bearbeitet. Während die breiteren, gut zugänglichen Defekte eine fast vollständige Instrumentierung der Implantatoberflächen zuließen, wurde festgestellt, dass insbesondere die schmalen 15- und 30°-Defekte einen eingeschränkten Zugang von schräg oben erlauben und somit die Gewindegänge einen „Strahlenschatten“ erzeugen, wodurch im Median 61 %, respektive 49 % der Unterseiten

der Gewindegänge nicht bearbeitet werden konnten [23]. Nach der Oberflächenbehandlung mit Pulverstrahlgeräten konnten dezente Oberflächenartefakte in Form von Abflachungen des rauen Reliefs unabhängig von der Art der verwendeten Pulverzusätze beobachtet werden [8, 13] (Abb. 1E,F).

Laserdekontamination

Dentallaser können ebenfalls sehr effektiv bei der Dekontamination von Implantatoberflächen sowohl in der nichtchirurgischen als auch im Rahmen der chirurgisch korrektiven Phase eingesetzt werden. Der Erbium-doped: Yttrium, Aluminium und Garnet Laser (Er:YAG-Laser) nimmt hierbei eine herausragende Rolle ein, da er Biofilme effektiv entfernt und gleichzeitig bei richtiger Einstellung der Parameter eine schonende Behandlung der Titanoberflächen ermöglicht. Intraoral gesammelter Biofilm konnte bis auf 9,8 % Restbiofilmenteil reduziert werden [27]. In anderen Untersuchungen wurden 5,8 % Restbiofilmenteil ermittelt [25]. Diese Ergebnisse wurden ebenfalls unter optimalen, standardisierten Laborbedingungen ermittelt. Für die Anwendung in der nichtchirurgischen Phase wurden spezielle spatelförmige Tips entwickelt, um einen möglichst guten und schonenden Zugang in die periimplantären Taschen zu haben (Abb. 2). Der Lichtaustritt aus diesen Spitzen verläuft axial. Somit könnten sowohl in schmalen Taschen als auch in engen knöchernen Defekten durch Gewindegänge Schatten geworfen werden, wodurch, ähnlich wie bei den Pulverstrahlgeräten, die Unterseiten nicht vollständig bearbeitet werden könnten. Ansätze mit seitlichem Lichtaustritt haben zwar bauartbedingt einen größeren Durchmesser und sind somit nicht so einfach im Handling, stellen allerdings eine bessere Ausleuchtung der Implantatoberfläche, auch zwischen den Gewindegängen, sicher (Abb. 2).

Titanbürsten

Eine relativ neuartige Methode zur Dekontamination von Implantatoberflächen ist die Verwendung von oszillierenden oder rotierenden Titanbürsten (Abb. 3). Diese Bürsten werden in ent-

sprechende grüne Winkelstücke oder Endo-Winkelstücke eingespannt. Es müssen keine zusätzlichen Geräte angeschafft werden. Unter Einsatz von rotierend, oszillierenden Titanbürsten konnten Restbiofilmenteile von 8,5 % erreicht werden. Zusätzlich waren in diesen Untersuchungen keine Oberflächenartefakte auf den gereinigten Implantatoberflächen nachweisbar [7] (Abb. 1G). Die Bürsten mit radiär angeordneten Borsten besitzen zumeist einen flexiblen Kern. Dieser sorgt dafür, dass nicht zu hohe Anpressdrücke erzeugt werden können. Ein interessanter Ansatz ist allerdings die Verwendung von Titanbürsten mit Borsten in axialer Richtung. Mit diesen ist ein hoher Anpressdruck auf der Implantatoberfläche zu erzeugen, welche dann schließlich in eine Art maschinierete Oberfläche überführt wird (Abb. 4B). Durch den Substanzabtrag, der allerdings die Makrostrukturen nicht beeinträchtigt, ist gleichzeitig eine vollständige Dekontamination der Titanoberflächen zu erreichen [9]. Beide Bürstenformen sind lediglich in einem offenen chirurgischen Vorgehen anzuwenden.

Implantatplastik

Eine invasive Form der Oberflächendekontamination ist die Implantatplastik. Die Durchführung ist ausschließlich im Rahmen der chirurgisch korrektiven Phase mit Aufklappung und Defektdarstellung möglich. Hierbei werden mit verschiedenen Schleifkörpern wie Feinkorndiamanten oder Hartmetallfräsern zuerst die Gewindegänge abgetragen und anschließend die Oberfläche mittels Arkansassteinen nachbearbeitet und poliert. Ein Unterschied zwischen den Arten der Schleifkörper in Bezug auf eine resultierende Rauheit der erzeugten Oberflächen konnte nicht festgestellt werden. Ebenso liefert eine längere Bearbeitungszeit nicht zwingend glattere Oberflächen. Allerdings wurde publiziert, dass kugelförmige Schleifkörper im Randbereich ihrer Kontaktflächen Rillen erzeugen und somit rauere Oberflächen hinterlassen [15]. Aufgrund des relativ hohen Substanzabtrages schafft man eine vollständige Entfernung der Biofilme von der Implantatoberfläche. Allerdings sollte man darauf achten, dass nicht zu invasiv gearbeitet wird und



Abbildung 2 Beispiele für Faserspitzen von Er:YAG-Lasern, links 2 spatelförmige Spitzen mit axialem Lichtaustritt und rechts eine, die einen seitlichen Lichtaustritt ermöglicht.

Figure 2 Examples of laser tips of Er:YAG-laser, on the left side there are 2 tips with axial light emission, on the right side with lateral light emission.



Abbildung 3 Beispiele von Titanbürsten zur Dekontamination von Titanimplantatoberflächen, im oberen Anteil 2 Bürsten mit radiär angeordneten, im unteren Anteil eine Bürste mit axial angeordneten Borsten.

Figure 3 Examples of titanium brushes for decontamination of titanium surfaces, in the upper part of the image 2 brushes with radial bristles, below one brush with axial bristles.

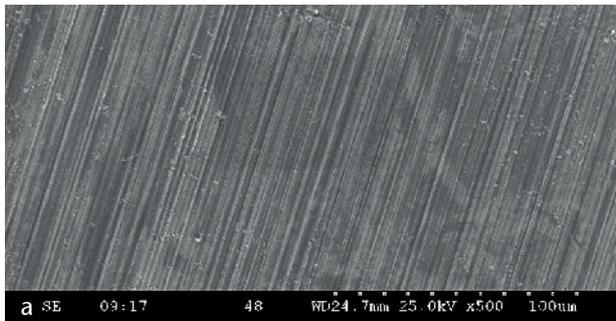


Abbildung 4A und 4B Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen einer maschinieren Implantatoberfläche (**A**) sowie einer 48 Stunden lang Biofilm-besiedelten SLA-Oberfläche mit Zustand nach Dekontamination mit einer Titanbürste mit axial ausstrahlenden Borsten (**B**). Nach Bearbeitung mit dieser Bürste scheint eine Oberfläche erzeugbar zu sein, die einer maschinieren Oberfläche ähnelt.

Figure 4A and 4B Scanning electron microscopic images of a machined implant surface (**A**) as well as a SLA-surface after 48 hours of biofilm collection and subsequent decontamination with a titanium brush with axial bristles (**B**). After treatment with this brush the surface seems to be similar to a machined surface.

(Abb. 1-4: G. John)

das Implantat dadurch zu sehr geschwächt oder gar beschädigt wird. Insbesondere an Implantaten von schmalem Durchmesser, wurde eine mögliche Schwächung als Folge der Implantatplastik beschrieben [1]. Die Implantatplastik sollte unter geringem Anpressdruck und unter ausreichender Kühlung durchgeführt werden, da bereits beim Beschleifen von Titanabutments Temperaturerhöhungen erreicht werden können, die den periimplantären Knochen möglicherweise schädigen können [5]. Unter ausreichender Kühlung ist die Implantatplastik allerdings diesbezüglich ein sicheres Verfahren. In-vitro-Untersuchungen konnten Temperaturerhöhungen von bis zu 1,5 °C feststellen [30].

Zusammenfassung

Die Dekontamination von Implantatoberflächen ist ein wichtiger Schritt in der Therapie von periimplantären Infektionen. Die Entfernung der Biofilme von den Implantatoberflächen stellt eine wichtige Grundvoraussetzung sowohl bei der nichtchirurgischen als auch im Rahmen der chirurgischen Therapie, beispielsweise vor augmentativen Maßnahmen dar. Es gibt aktuell kein universell einsetzbares Instrument für die Dekontamination von Titanimplantatoberflächen. Kuretten werden im Alltag in Praxen am häufigsten eingesetzt, weisen jedoch eine unzureichende Effektivität auf, insofern sie alleinig angewendet werden. Die Benutzung von Kuret-

ten bietet einige Vorteile, wie beispielsweise die einfache Handhabung, Wirtschaftlichkeit und bei der richtigen Materialwahl auch eine schonende Behandlung der Implantatoberflächen. Daher können sie ideal im Rahmen einer Ersttherapie benutzt werden, um akute Situationen zu chronifizieren und weitergehende Maßnahmen vorzubereiten. Aufgrund der obengenannten Nachteile bezüglich der Effektivität in der Biofilmentfernung sollten Kuretten keine Anwendung im Rahmen der Implantatdekontamination bei chirurgisch korrektiven Eingriffen, beispielsweise vor augmentativen Verfahren, finden. Ultraschallgeräte sind bezüglich ihrer Dekontaminationseffektivität an rauen Implantatoberflächen lediglich

geringfügig besser als Küretten. Stahlspitzen erzeugen starke Oberflächenartefakte, währenddessen Plastikspitzen einen hohen Abrieb aufweisen, der bei unvollständiger Entfernung aus der periimplantären Tasche für Fremdkörperreaktionen sorgen kann und somit die Wundheilung negativ beeinflussen könnte. Ihr Einsatz an rauen Titanimplantatoberflächen kann derzeit nicht empfohlen werden. Pulverstrahlgeräte und Dentallaser, bei letzteren vor allem der Er:YAG-Laser, erwiesen sich als sehr effektiv, gleichzeitig sind sie jedoch schonend zu Titanoberflächen. Sie haben bauartbedingt eine eingeschränkte Wirkungsweise an der Unterseite von Gewindegängen, insbesondere bei der Anwendung in schmalen Defekten, können jedoch sehr gut im Rahmen von nichtchirurgischen als auch chirurgischen Therapieansätzen eingesetzt werden. Im Gegensatz hierzu können Titanbürsten und die Durchführung einer Implantatplastik ihren Einsatz lediglich im Rahmen chirurgisch korrekativer Verfahren finden. Bürsten mit radiär abgehenden Borsten liefern gute Ergebnisse bezüglich der Biofilmentfernung und können somit gut zur Vorbereitung von rauen Titanimplantatoberflächen vor Augmentationen angewendet werden. Mit Titanbürsten mit axial angeordneten Borsten lässt sich, bei entsprechendem Anpressdruck, eine maschinierete Oberfläche erzeugen. Hierbei werden keine Gewindegänge abgetragen, jedoch eine vollständige Biofilmentfernung erreicht. Aufgrund der Bauart dieser Bürsten sind diese jedoch lediglich bei kleineren Defekten anwendbar. Bei größeren periimplantären Defektsituationen ist die Implantatplastik im Rahmen von

resektiven Therapien das Mittel der Wahl. Diese sollte allerdings mit genügender Sorgfalt und Vorsicht durchgeführt werden, dass keine iatrogene Schwächung der Implantate erfolgt.

Auswirkungen auf die Klinik

Im Rahmen der Mukosistherapie wurden Küretten mit Pulverstrahlen verglichen. Unter einmaligem Einsatz beider Therapieoptionen konnte eine signifikante Reduktion des Blutungsindex 6 Monate nach Therapie erzielt werden. Die Pulverstrahlung mit Glycinpulver zeigte sich in diesen Untersuchungen der Therapie mit Küretten überlegen [2]. In weiteren Untersuchungen konnte die Vergleichbarkeit der klinischen Ergebnisse nach dem Einsatz von Ultraschallgeräten und Pulverstrahlen in der Mukosistherapie nachgewiesen werden. Nach wiederholter Anwendung, jeweils nach 3 und 6 Monaten, konnten beide Gruppen die BOP-Werte signifikant reduzieren [20].

Im Rahmen der nichtchirurgischen Periimplantitistherapie konnten vergleichbare Ergebnisse bezüglich der Blutungsreduktion nach Anwendung von Ultraschallsystemen im Vergleich zu Karbon- beziehungsweise Titanküretten 3 Monate, respektive 6 Monate nach Therapie erzielt werden [11, 19]. In anderen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass eine Laserdekontamination mittels Er:YAG-Laser 6 Monate nach der Therapie zu signifikant niedrigeren BOP-Werten führt im Vergleich zu einer Behandlung mit Karbonküretten in Kombination mit Chlorhexidindigluconatpülung [26]. Im Vergleich zwischen

Er:YAG-Laser und Pulverstrahlen konnten 6 Monate nach der Therapie vergleichbare Reduktionen der BOP-Werte beobachtet werden [16]. Andere Untersuchungen verglichen die klinischen Resultate nach einmaliger Anwendung von Glycinpulverstrahlen mit der Therapie mittels Karbonküretten in Kombination mit Chlorhexidindigluconatpülung. Nach 3, 6 sowie 12 Monaten konnten signifikant geringere BOP-Werte nach Glycinpulverstrahlen im Vergleich zur Dekontamination mittels Küretten nachgewiesen werden [10, 22].

Auch wenn der Dekontamination der Implantatoberflächen im Rahmen der chirurgisch korrekativen Phase der Periimplantitistherapie eine zentrale Rolle zukommt, kann laut aktueller Studienlage keine Methode hervorgehoben werden [29]. Die Effektivität der Implantatplastik konnte im Vergleich zur konventionellen resektiven Therapie bewiesen werden. Nach einem Untersuchungszeitraum von 3 Jahren zeigten sich signifikant geringere BOP-Werte nach Therapie mittels Implantatplastik [21].

Interessenkonflikte: Die Autoren erklären, dass kein Interessenskonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Korrespondenzadresse

Dr. Gordon John
Poliklinik für Zahnärztliche Chirurgie
und Aufnahme
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Moorenstraße 5, 40225 Düsseldorf
gordon.john@med.uni-duesseldorf.de

Literatur

- Chan HL, Oh WS, Ong HS, Fu JH, Steigmann M, Sierralta M, Wang HL: Impact of implantoplasty on the implant-abutment complex. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013; 28: 1530–1535
- De Siena F, Corbella S, Taschieri S, Del Fabbro M, Francetti L: Adjunctive glycine powder air-polishing for the treatment of peri-implant mucositis: an observational clinical trial. *Int J Dent Hyg* 2015; 13: 170–176
- Duarte PM, Reis AF, de Freitas PM, Ota-Tsuzuki C: Bacterial adhesion on smooth and rough titanium surfaces after treatment with different instruments. *J Periodontol* 2009; 80: 1824–1832
- Fürst MM, Salvi GE, Lang NP, Persson GR: Bacterial colonization immediately after installation on oral titanium implants. *Clin Oral Implants Res* 2007; 4: 501–508
- Gross M, Laufer BZ, Ormianar Z: An investigation on heat transfer to the implant-bone interface due to abutment preparation with high-speed cutting instruments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995; 10: 207–212
- Hallmon WW, Waldrop TC, Meffert RM, Wade BW: A comparative study of the effects of metallic, nonmetallic and sonic instrumentation on titanium abutment surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996; 11: 96–100
- John G, Becker J, Schwarz F: Rotating titanium brush for plaque removal from rough titanium surfaces – an in vitro study. *Clin Oral Implants Res* 2014; 25: 838–842
- John G, Becker J, Schwarz F: Taurolidine as an effective and biocompatible additive for plaque-removing tech-

- niques on implant surfaces. *Clin Oral Investig* 2014; 19: 1069–1077
9. John G: Mechanische Dekontamination von Titanimplantaten. *Perio Tribune German Edition* 2014; 12: 17–18
 10. John G, Sahm N, Becker J, Schwarz F: Nonsurgical treatment of peri-implantitis using an air-abrasive device or mechanical debridement and local application of chlorhexidine. Twelve-month follow-up of a prospective, randomized, controlled clinical study. *Clin Oral Investig* 2015; 19: 1807–1814
 11. Karring ES, Stavropoulos A, Ellegaard B, Karring T: Treatment of peri-implantitis by the vector system. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16: 288–293
 12. Klinge B, Gustafsson A, Berglundh T: A systematic review of the effect of anti-disinfective therapy in the treatment of peri-implantitis. *J Clin Periodontol* 2002; 29: 213–225
 13. Kreisler M, Kohnen W, Christoffers AB et al.: In vitro evaluation of the biocompatibility of contaminated implant surfaces treated with an Er: YAG laser and an air powder system. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16: 36–43
 14. Lindhe J, Meyle J et al.: Peri-implant diseases: Consensus report of the sixth European Workshop on Periodontology. *J Clin Periodontol* 2008; 35: 282–285
 15. Meier R M, Pfammatter C, Zitzmann N U, Filippi A, Kühl S: Surface quality after implantoplasty. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2012; 122: 714–724
 16. Persson GR, Roos-Jansaker AM, Lindahl C, Renvert S: Microbiologic results after non-surgical erbium doped: yttrium, aluminium and garnet laser or air abrasive treatment of peri-implantitis: a randomized clinical trial. *J Periodontol* 2011; 82: 1267–1278
 17. Pontoriero R, Tonelli MP, Carnevale G, Mombelli A, Nyman SR, Lang NP: Experimentally induced peri-implant mucositis. A clinical study in humans. *Clin Oral Implants Res* 1994; 5: 254–259
 18. Renvert S, Roos-Jansaker AM, Claffey N: Non-surgical treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: a literature review. *J Clin Periodontol* 2008; 35: 305–315
 19. Renvert S, Samuelsson E, Lindahl C, Persson GR: Mechanical non – surgical treatment of peri-implantitis: a double-blind randomized longitudinal clinical study. I: clinical results. *J Clin Periodontol* 2009; 36: 604–609
 20. Riben Grundström C, Norderyd O, Andre U, Renvert S: Treatment of peri-implant mucositis using a glycine powder air polishing or ultrasonic device. A randomized clinical trial. *J Clin Periodontol* 2015; 42: 462–469
 21. Romeo E, Ghisolfi M, Murgolo N, Chiapasco M, Lops D, Vogel G: Therapy of peri-implantitis with resective surgery. A 3-year clinical trial on rough screw-shaped oral implants. Part I: clinical outcome. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16: 9–18
 22. Sahm N, Becker J, Santel T, Schwarz F: Non-surgical treatment of peri-implantitis using an air-abrasive device or mechanical debridement and local application of chlorhexidine: a prospective, randomized, controlled clinical study. *J Clin Periodontol* 2011; 38: 872–878
 23. Sahrman P, Ronay V, Sener B, Jung RE, Attin T, Schmidlin PR: Cleaning potential of glycine air-flow application in an in vitro peri-implantitis model. *Clin Oral Implants* 2013; 24: 666–670
 24. Schwarz F, Rothamel D, Sculean A, Georg T, Scherbaum W, Becker J: Effects of an Er:YAG laser and vector ultrasonic system on the biocompatibility of titanium implants in cultures of human osteoblast-like cells. *Clin Oral Implants Res* 2003; 14: 784–792
 25. Schwarz F, Sculean A, Romanos G: Influence of different treatment approaches on the removal of early plaque biofilms and the viability of SA-OS2 osteoblasts grown on titanium Implants. *Clin Oral Investig* 2005; 9: 111–117
 26. Schwarz F, Sculean A, Rothamel D, Schwenzer K, Georg T, Becker J: Clinical evaluation of an Er:YAG laser for non-surgical treatment of peri-implantitis: a pilot study. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16: 44–52
 27. Schwarz F, Nuesry E, Bieling K, Hertel M, Becker J: Influence of an erbium, chromium-doped yttrium, scandium, gallium, and garnet (Er,Cr:YSGG) laser on the reestablishment of the biocompatibility of contaminated titanium implant surfaces. *J Periodontol* 2006; 77: 1820–1827
 28. Schwarz F, Ferrari D, Popovski K, Hartig B, Becker J: Influence of different air-abrasive powders on cell viability at biologically contaminated titanium dental implants surfaces. *Journal of Biomedical Materials Research. Part B: Applied Biomaterials* 2009; 88: 83–91
 29. Schwarz F, Schmucker A, Becker J: Efficacy of alternative or adjunctive measures to conventional treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: a systematic review and meta-analysis. *Int J Implant Dent* 2015; 1: 22
 30. Sharon E, Shapira L, Wilensky A, Abu-Hatoum R, Smidt A: Efficiency and thermal changes during implantoplasty in relation to bur type. *Clin Implant Dent Relat Res* 2013; 15: 292–296
 31. Tasterpe CS, Liu Y, Visscher CM, Wismeijer D: Cleaning and modification of intraorally contaminated titanium discs with calcium phosphate powder abrasive treatment. *Clin Oral Implants Res* 2013; 24: 1238–1246
 32. Tonetti MS, Schmid J: Pathogenesis of implant failures. *Periodontol* 2000 1994; 4: 127–138
 33. Unursaikhan O, Lee JS, Cha JK et al.: Comparative evaluation of roughness of titanium surfaces treated by different hygiene instruments. *J Periodontal Implant Sci* 2012; 42: 88–94