PERIO TRIBUNE German Edition · Nr. 12/2014 · 3. Dezember 2014

Fernwirkung im Fokus – Borstenkontakt bleibt Bedingung für Plaqueentfernung

Um Plaque von der Zahnhartsubstanz zu lösen, müssen die mit den Borsten der Zahnbürste ausgeübten Scherkräfte die Haftkraft des Biofilms an Schmelz bzw. Dentin überwinden. Oder geht es auch durch Schallwellen? Im Folgenden wird auf der Basis physikalischer Grundlagen darüber diskutiert. Von Dr. Christian Ehrensberger, Frankfurt am Main.

Der Begriff der Hydrodynamik ist Zahnärzten geläufig. So ist etwa bekannt, dass elektrische Zahnbürsten hydrodynamische Energien in den Biofilm übertragen können.[1–25] In der Endodontie nutzt man die hydrodynamische Spülung zur Entfernung von Debris und Mikroorganismen aus eröffneten Wurzelkanälen.[26–30] Neben reinen Druckwellen können in Prophylaxe und Therapie unter anderem auch Kavitationen, d.h. zerplatzende Luftbläschen, eine Rolle spielen.

Aus physikalischer Sicht wirken im Mund eines Patienten die Gesetze der Strömungsmechanik: So nennt sich die Teildisziplin der Physik, die sich mit der Untersuchung des Verhaltens von Gasen und Flüssigkeiten beschäftigt. Von großer Bedeutung ist sie insbesondere für den Maschinenbau und hier vor allem für die Luft- und Raumfahrt sowie für die Schifffahrt. In letzterem Bereich spielt auch der sogenannte hydrodynamische Effekt eine Rolle, der unter anderem fahrende Schiffe quasi tiefer ins Wasser hineinzieht.

Abb. 1: Zwar erzeugen elektrische Zahnbürsten Flüssigkeitsströme und somit hydrodynamische Energien, für die Biofilmentfernung im eigentlichen Sinne jedoch ist der Borstenkontakt entscheidend.

Schall, Scherspannungen, Kavitation – erste Einschätzungen

Um die Möglichkeit einer Entfernung von oralen Biofilmen durch Fernwirkung abschätzen zu können, muss man alle wirkenden Kräfte einkalkulieren. Dazu zählen Flüssigkeitsbewegungen, das Entlanggleiten von im Speichel mitgeführten Gasbläschen an der Gewebeoberfläche und die Kavitation solcher Bläschen mit ihrer „Sprengkraft".

Für die Abschätzung der Effekte einer bestimmten Zahnbürste bei ausgeschlossenem mechanischem Kontakt der Borsten zum Biofilm, sprich: nur über die drei angesprochenen Fernwirkungen ($n = 1, 2, 3$), ist nun zu entscheiden:

- Wenn die Fernwirkung n stärker als die Kohäsionskräfte/Adhäsionskräfte des anhaftenden Biofilms ist, dann wird der Biofilm aufgebrochen.
- Wenn die Fernwirkung n weniger stark als die Kohäsionskräfte/Adhäsionskräfte des anhaftenden Biofilms ist, dann wird der Biofilm allenfalls verformt, aber in seiner Integrität nicht beeinträchtigt.

Dabei sei ausdrücklich noch einmal darauf hingewiesen: Schall ist etwas anderes als Scherspannung, denn Schall erzeugt nur Druckwellen. Allein diese Überlegung führt schon zu:

Vermutung 1: Schall vermittelt via Druckwelle nur Zug-Druck-Spannungen. Noch dazu werden diese von dem Speichel-Zahnpasta-Gemisch, dessen Konsistenz zwischen Suspension und Schaum liegt, deutlich gedämpft (vgl. Sälzer et al.[31]). Schall allein dürfte damit zu keinem Aufbrechen des Biofilms führen.

Vermutung 2: Oszillierend-rotierende und/oder pulsierende Borsten könnten theoretisch einen hydrodynamischen Effekt erzeugen, d.h. einen Strömungsgradienten bzw. unterschiedlich schnell fließende Flüssigkeitsanteile. Infolgedessen könnte es zu Scherspannungen an der Zahnoberfläche kommen. Ihre Stärke hängt von der Bewegungsfrequenz der Borsten, von ihrem Abstand zur Zahnoberfläche und von der Konsistenz bzw. Zähigkeit der/des Speichel-Zahnpasta-Suspension/Schaums ab.

Vermutung 3: Zu Kavitationseffekten kommt es durch Zahnbürsten nicht. Dafür sorgt allein das teilweise schaumartige Speichel-Zahnpasta-Gemisch. Es verhindert die Bildung von Bläschen, die dann an die Zahnoberfläche transportiert würden und dort „explodierten". Etwas anderes wäre es übrigens, wenn es sich um eine inkompressible Flüssigkeit handeln würde, wie etwa um reines Wasser. Man kennt das von der Nierensteinzertrümmerung oder von der Instrumentenreinigung im Ultraschallbad: Hier kommt es tatsächlich zu Kavitationseffekten.

Das führt zum folgenden Zwischenergebnis: Kavitationseffekte *(Fernwirkung 3)* werden durch Zahnbürsten nicht ausgelöst. Daher konzentrieren sich die weitergehenden Überlegungen auf Zug-Druck-Spannungen *(Fernwirkung 1)* und Scherspannungen *(Fernwirkung 2)*. Ein Vergleich von oszillierend-rotierender Zahnbürste und Schallzahnbürste zeigt demgemäß: Wenn überhaupt, so könnte eher die oszillierend-rotierender Zahnbürste eine hinreichend große Scherspannung erzeugen, um den Biofilm aufzubrechen bzw. abzulösen.

Diskussion

Vorstehend wurden plausible Vermutungen zur Abschätzung von Fernwirkungen elektrischer Zahnbürsten auf den Biofilm aus physikalischer Sicht vorgeführt. Danach lässt sich festhalten: Ein Schall-Effekt von entsprechend konstruierten elektrischen Zahnbürsten im Sinne eines Aufbrechens bzw. Ablösens des an der Zahnoberfläche haftenden Biofilms ist nicht vorhanden. Allenfalls kommt es zu Deformationen. Ein weiterer Aspekt wird in einem aktuellen Review von Sälzer et al.[31] thematisiert: „Da der Biofilm ein dynamisches Ökosystem darstellt, ist davon auszugehen, dass er in der Lage ist, sich an veränderte mechanische Belastungen vor allem durch laminare Strömungen anzupassen."

Die durch die Borstenbewegung bewirkten Scherspannungen könnten zumindest bei oszillierend-rotierenden Zahnbürsten zur Zerstörung des Biofilms beitragen. Für eine genauere Abschätzung sei an dieser Stelle ein In-vitro-Modell mit realistischen Zahnformen in realistischer Aufstellung auf der Grundlage der Scans realer Gebisse vorgeschlagen. Besonders interessant wären dabei mögliche Effekte in den Approximalräumen.

Kavitationen, wie sie zur Zertrümmerung von Nierensteinen oder bei der Ultraschallreinigung genutzt werden, dürften im Mund nicht auftreten. Unberücksichtigt blieben in den hier vorgeführten Überlegungen und Modellrechnungen die Wirkungen des direkten Borstenkontakts. Er erzeugt die für die Entfernung des Biofilms entscheidenden Spannungen. Auf diesem Gebiet erwies sich die oszillierend-rotierende Technologie in einem Cochrane Review[32] aus dem Jahr 2014 zum wiederholten Male als das überlegene Putzsystem, ein Ergebnis aus dem sich eine fundierte Empfehlung für die Praxis ableiten lässt. PT

Literaturliste

Infos zum Autor

Infos zum Unternehmen

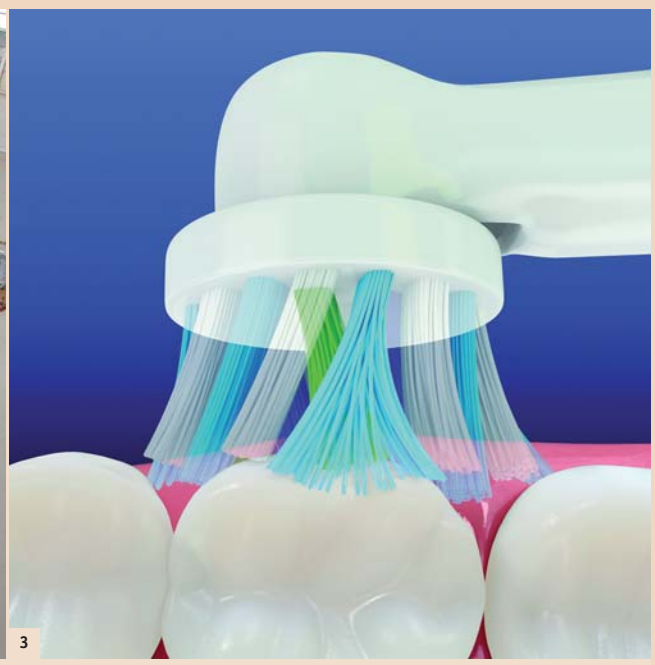

Abb. 2: Aus der Luftfahrt bekannt, für die zahnmedizinische Prophylaxe interessant: Schubspannung wirkt auf die Oberfläche eines umströmten Körpers, schafft aber eine effektive Plaqueentfernung nur bei Borstenkontakt. – Abb. 3: Als entscheidend erweist sich, dass die durch die Borsten ausgeübten Scherkräfte die Adhäsionskräfte des Biofilms überwinden.

Procter & Gamble Germany GmbH
www.dentalcare.com

Weil jeder Zahn zählt

Parodontitis erfolgreich managen

Slow-Release über 7 Tage mit CHX-Dosis von mind. 125 µg/ml

99 %ige Eliminierung der subgingivalen Bakterien

Weitere Informationen erhalten Sie unter:

FreeCall: 0800 - 284 37 42 • E-Mail: service@periochip.de • FreeFax: 0800 - 732 71 20

PerioChip®

PerioChip® 2,5 mg Insert für Parodontaltaschen
Wirkst.: Chlorhexidinbis(D-gluconat). **Zus.:** 2,5 mg Chlorhexidinbis(D-gluconat) **Sonst. Best.:** Hydrolysierte Gelatine (vernetzt mit Glutaraldehyd), Glycerol, Gereinigtes Wasser. **Anw.:** In Verb. mit Zahnsteinentfernung u. Wurzelbehandlung zur unterstütz. bakteriostat. Behandl. von mäßigen bis schweren chron. parodont. Erkr. m.Taschenbild. b. Erwachsenen, Teil eines parodont. Behandl.programms. **Gegenanz.:** Überempf. geg. Chlorhexidinbis(D-gluconat) o. ein. der sonst. Bestandt. **Nebenw.:** Bei ungef. einem Drittel der Patienten treten während der ersten Tage n. Einleg. des Chips Nebenw. auf, die normalerweise vorübergeh. Natur sind. Am häufigsten treten Reakt. an den Zähnen, am Zahnfleisch o. den Weichteilen im Mund auf. Infekt. der ob. Atemwege, Lymphadenopathie, Schwindel, Neuralgie, Zahnschmerzen, Zahnfleischschwellung, -schmerz., -blutung., Zahnfleischhyperplasie, -schrumpfung, -juckreiz, Mundgeschwüre, Zahnempfindlichkeit, Unwohlsein, grippeähnl. Erkrank., Pyrexie, system. Überempfindlichkeit (einschl. anaph. Schock), Weichteilnekrose, Zellgewebsentzündung u. Abszess am Verabreichungsort, Geschmacksverlust u. Zahnfleischverfärbung. **Weitere Hinw.:** s. Fachinform. **Apothekenpflichtig. Stand:** 10/2014. **Pharmaz. Untern.:** Dexcel® Pharma Ltd., 7 Sopwith Way, Drayton Fields, Daventry, Northamptonshire, NN11 8PB, UK, **Mitvertreiber:** Dexcel® Pharma GmbH, Carl-Zeiss-Straße 2, 63755 Alzenau, Deutschland, Tel.: 06023/9480-0, Fax: 06023/9480-50.