



Klaus-Dieter Bastendorf, Nadine Strafela-Bastendorf

Kieferorthopädische Aligner-Therapie und Prophylaxe



Klaus-Dieter Bastendorf

SCHLAGWÖRTER Kieferorthopädie bei Erwachsenen, Biofilm, parodontale Erkrankung, Prophylaxe

Alle kieferorthopädischen Therapien sind nur dann erfolgreich, wenn sie in Kombination mit einer systematischen Prophylaxe durchgeführt werden. Die Arbeiten von Axelsson und Lindhe sollten dabei als Grundlage für das prophylaktische Konzept dienen. Sowohl häusliche als auch professionelle Mundhygienemaßnahmen tragen entscheidend zur Erhaltung der oralen Gesundheit und zur Vermeidung von therapiebedingten Schäden an den Zahnhartsubstanzen und Weichgeweben bei. Das systematische Prophylaxe-Ablaufprotokoll muss sich neben dem Biofilmmanagement auch an den komplexen medizinischen und zahnmedizinischen Gegebenheiten des Patienten orientieren.

Einleitung

Bei der von Marsh entwickelten ökologischen Plaque-Hypothese¹ liegt das Augenmerk auf der Ätiologie der häufigsten oralen Erkrankungen (Kariesläsionen und Parodontitis). Konsequenterweise steht das Management des

vitalen sub- und supragingivalen dysbiotischen Biofilms im Mittelpunkt der Prophylaxe. Eine Dysbiose liegt vor, wenn die Vielfalt der Keime reduziert und/oder die relativen Anteile von Spezies der mikrobiellen Gemeinschaft pathogen zugunsten von „Spezialisten“ verändert sind. Dadurch wird die Homöostase gestört.

Festsitzende und herausnehmbare kieferorthopädische Apparaturen verändern die Ökologie der Mundhöhle. An den Apparaturen lagert sich schnell Biofilm an, und sie erschweren zusätzlich die häusliche Mundhygiene. Der zur Bewegung der Zähne ausgeübte Druck führt zu dynamischen Veränderungen am Knochen und am Parodontium. Zusätzlich können diese Bewegungen die Akkumulation von subgingivalem Biofilm begünstigen und damit das parodontalpathogene Potenzial steigern^{2,3}.

Aus diesem Grund sind kieferorthopädische Therapien zweifellos nur dann erfolgreich, wenn sie in Kombination mit einer systematischen Prophylaxe durchgeführt werden. Die Arbeiten von Axelsson und Lindhe^{4,6} und Axelsson et al.⁷ sollten dabei als Grundlage für das prophylaktische Konzept dienen. Sowohl häusliche als auch professionelle Mundhygienemaßnahmen tragen entscheidend zur Erhaltung der oralen Gesundheit und zur Vermeidung von therapiebedingten Schäden an den Zahnhartsubstanzen und Weichgeweben bei^{4,7}. Das systematische Prophylaxe-Ablaufprotokoll muss sich neben dem Biofilmmanagement auch an den komplexen medizinischen und zahnmedizinischen Gegebenheiten des Patienten orientieren.

Klaus-Dieter Bastendorf
Privatpraxis, Eislungen, Deutschland

Nadine Strafela-Bastendorf
Privatpraxis, Eislungen, Deutschland

Rückfragen an: Dr. Klaus-Dieter Bastendorf, Gairenstr. 6, 73054 Eislungen, Deutschland. E-Mail: info@bastendorf.de

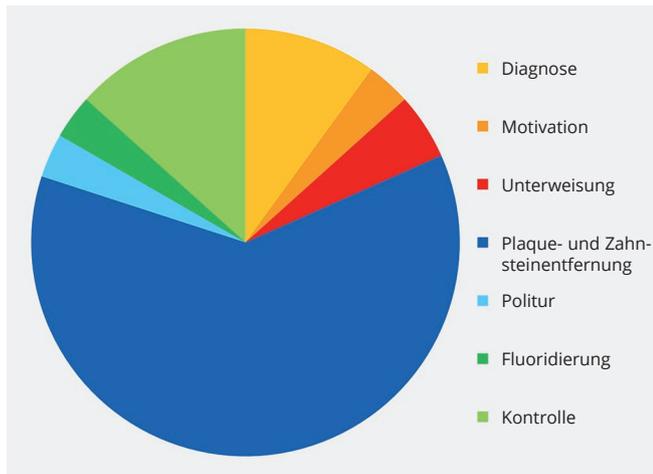


Abb. 1 Recall-Konzept nach Axelsson und Lindhe⁶.

Kieferorthopädie und Biofilm

Festsitzende kieferorthopädische Apparaturen begünstigen die Akkumulation von Biofilm. Ireland et al.⁸ konnten zeigen, dass eine festsitzende kieferorthopädische Behandlung nachhaltige Veränderungen in der Quantität und Qualität des Biofilms verursachen kann. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Lucchese et al.³ in einer systematischen Übersichtsarbeit. Sie fanden heraus, dass festsitzende kieferorthopädische Apparaturen das orale Mikrobiom beeinflussen und mit einem Anstieg der Anzahl von *S. mutans* und *Lactobacillus* spp. sowie einem höheren Anteil pathogener gramnegativer Bakterien einhergehen.

In einer von Contaldo et al.⁹ durchgeführten Studie zeigten sich bei kieferorthopädischen Behandlungen mit herausnehmbaren Apparaturen bereits einen Monat nach Behandlungsbeginn Veränderungen in der Qualität und Quantität des Biofilms. Das orale Mikrobiom erreichte einen Zustand, der mit einem erhöhten Risiko für Kariesläsionen und parodontalen Erkrankungen assoziiert wird. Diese Veränderung ist bei festsitzenden kieferorthopädischen Geräten signifikant größer als bei herausnehmbaren Apparaturen⁹.

Wang et al.¹⁰ verglichen die Veränderungen des oralen Mikrobioms bei Patienten, die mit dem Invisalign-System (Align Technology, San Jose, CA, USA) oder mit festsitzenden Apparaturen behandelt wurden. Beide kieferorthopädischen Behandlungsformen – mit festsitzenden Apparaturen

und mit den herausnehmbaren Alignern des Invisalign-Systems – führten zu einer Dysbiose des oralen Mikrobioms. Bei der Bewertung des Einflusses auf das orale Mikrobiom und die Mundgesundheit schnitt das Invisalign-System nicht besser ab als festsitzende Apparaturen¹⁰.

Wu et al.¹¹ gelangten in ihrer vergleichenden systematischen Metaanalyse zu dem Schluss, dass Patienten, die mit einer herausnehmbaren kieferorthopädischen Apparatur behandelt wurden, einen besseren parodontalen Status aufwiesen als Patienten, bei denen festsitzende kieferorthopädische Apparaturen zum Einsatz kamen.

Zhao et al.¹² untersuchten die Veränderung des Mikrobioms bei Patienten, die mit Alignern behandelt wurden. Sie beobachteten weder eine signifikante Veränderungen der Biodiversität noch eine Verschlechterung der Mundgesundheit.

Grundlagen der Prophylaxe

Da die Ursachen der oralen Erkrankungen weitgehend bekannt sind, ist eine ursachenbezogene Prävention möglich. Das oberste Ziel der Zahnmedizin muss es sein, die natürlichen Zähne und den Zahnhalteapparat lebenslang in einem gesunden, funktionell akzeptablen und schmerzfreien Zustand zu erhalten¹³. Sämtliche modernen Prophylaxeverfahren gehen auf die Arbeiten von Axelsson und Lindhe^{4,6} und Axelsson et al.⁷ Anfang der 1970er Jahre zurück und basieren auf zwei Säulen: der häuslichen Mundhygiene und der professionellen Prophylaxe. Axelsson und Lindhe^{4,6} haben auch ein Protokoll für den idealen Ablauf einer Recall-Sitzung entwickelt (Abb. 1).

Bei neuen Ablaufprotokollen für Prophylaxesitzungen müssen sowohl die wissenschaftlichen als auch die technischen Fortschritte der letzten fünfzig Jahre berücksichtigt werden. Neue Erkenntnisse in Bezug auf die Ätiologie oraler Erkrankungen erfordern neue Zielsetzungen und Werkzeuge. Stand früher die Entfernung harter Ablagerungen mit Handinstrumenten und die klassische Politur (mit Gummipolierer, Bürstchen und Polierpaste) im Vordergrund, so liegt heute der Schwerpunkt auf dem Biofilmmangement, der Erhaltung von Zahnhart- und Weichgewebe und dem Komfort für Patienten und Behandler (AIRFLOW-Technologie mit gering abrasiven Pulvern und Ultraschall-Scalern).

Wissenschaftliche Erkenntnisse und technischer Fortschritt in der Prophylaxe

Früher lag der Fokus der Zahnmedizin auf der Entfernung der vermeintlichen Ursachen oraler Erkrankungen: dem supra- und subgingivalen Zahnstein, infiziertem Weichgewebe und infiziertem Wurzelzement. Neue Erkenntnisse über die Bedeutung des Biofilms und die körpereigenen Reaktionen auf den Biofilmstoffwechsel haben den therapeutischen Blick auf das Biofilmmangement gelenkt. Mit dem zunehmenden Wissen um die Ätiologie haben sich zwangsläufig auch die Ziele der modernen Initial- und Erhaltungstherapie geändert. Heute konzentriert man sich auf folgende Punkte:

- regelmäßige Zerstörung bzw. Entfernung des Biofilms;
- Etablierung einer dauerhaften Homöostase und Entzündungskontrolle;
- Erhaltung der Zahnhart- und Weichgewebe (Substanzschonung);
- maximaler Komfort für Patienten und Behandler.

Die zur Verfügung stehenden Hilfsmittel sollten die oben angeführten Ziele erfüllen. In den aktuellen wissenschaftlichen Arbeiten, in denen die unterschiedlichen Hilfsmittel zur Entfernung von Biofilm (Scaler, Küretten, rotierende Instrumente mit Gummipolierern und Bürstchen und Polierpaste, Airscaler, magnetostruktive und piezoelektrische Ultraschall-Scaler und AIRFLOW [EMS Dental, Nyon, Schweiz]) miteinander verglichen werden, liegt der Fokus auf der Reinigungsleistung, der Substanzschonung sowie dem Komfort für Patienten und Behandler.

Reinigungsleistung

In einigen Studien wurde die klassische Politur mit AIRFLOW verglichen. Mit der klassischen Politur ist in Fissuren, in Grübchen, bei Engständen, im Zahnzwischenraum, im Sulkus und an Implantaten und vor allem bei festsitzenden kieferorthopädischen Apparaten nur eine unvollständige Biofilmentfernung möglich. Bei freiliegenden Zahnhälsen ist dieses Verfahren zu abrasiv, und eine subgingivale Biofilmentfernung ist nicht möglich. Haas et al.¹⁴ verglichen verschiedene Methoden der sub- und supragingivalen Zahnreinigung (Handinstrumente, Ultraschall, AIRFLOW, klassische Politur und deren Kombinationen) und konnten

zeigen, dass die beste Tiefenreinigung an Schmelz, Dentin und Zement mit AIRFLOW mit Erythritol-Pulver allein erzielt wird. Frankenhauser¹⁵ verglich die klassische Politur (Cleanic, Kerr Dental, Orange, Kalifornien, USA) mit AIRFLOW mit Erythritol-Pulver bei der supragingivalen Biofilm-Entfernung. Die nach der Reinigung mit der klassischen Politur und mit AIRFLOW erzielten Plaque-Indexwerte unterschieden sich signifikant. Sowohl bei den Frontals auch bei den Seitenzähnen war das Reinigungsergebnis mit AIRFLOW besser¹⁵.

Wennström et al.¹⁶ verglichen das klassische Scaling mit Wurzelglättung mit einem „Full-Mouth“-Debridement mit dem PIEZON Ultraschallgerät (Single-FM-PUS, EMS Dental) in der Initialtherapie. Die klinischen Ergebnisse waren im Wesentlichen identisch, allerdings war die PIEZON-Behandlung dreimal schneller und es wurde zweieinhalbmal weniger Anästhetikum benötigt¹⁶.

Petersilka et al.^{17,18} zeigten, dass durch die Anwendung von AIRFLOW mit einem gering abrasiven Pulver (Glycin) die subgingivale Bakterienmenge im Vergleich zu Handinstrumenten signifikant verringert wurde.

Müller et al.¹⁹ konnten die Überlegenheit der PERIOFLOW-Technologie (EMS Dental) mit gering abrasivem Pulver (Erythritol) bei Residualtaschen ≥ 4 mm in der Erhaltungstherapie gegenüber der Ultraschalltechnologie zeigen. Die klinischen Parameter und die Bakterienzahlen waren im Wesentlichen gleich, wobei für AIRFLOW signifikant niedrigere Werte des Bakteriums *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* festgestellt wurden. Auch das Schmerzempfinden war bei AIRFLOW geringer, sodass die Patienten AIRFLOW gegenüber der Ultraschalltechnologie bevorzugten¹⁹.

Hägi et al.²⁰ verglichen in einer In-vitro-Studie Handinstrumente, PIEZON Ultraschall-Scaler und AIRFLOW mit Erythritol-Pulver. Die größte Bakterienreduktion wurde mit AIRFLOW erreicht, die geringste mit Küretten. Ultraschall und AIRFLOW zeigten im Vergleich zu Handinstrumenten ein größeres Attachement von parodontal-ligamentären Fibroblasten²¹.

Substanzschonung

Flemmig et al.²² postulierten, dass ein Verlust von mehr als 0,5 mm Zement/Dentin über einen Zeitraum von zehn Jahren in der Erhaltungstherapie inakzeptabel ist. In der Erhaltungsphase sollte daher maximal 0,05 mm (50,0 μ m)

pro Jahr entfernt werden. Das bedeutet, dass bei einem Patienten, der viermal pro Jahr zur Prophylaxe kommt, maximal 12,5 µm pro Sitzung abgetragen werden darf. Ritz et al.²³ zeigten bereits 1991, dass diese Werte mit Airscalern, Küretten und Diamantbohrern nicht und mit Ultraschall nur schwer zu erreichen sind.

Rupf et al.²⁴ verglichen Küretten mit magnetostriktiven Ultraschall-Scalern und PIEZON Ultraschall-Scalern bei der Entfernung von Zahnstein. Für alle Gruppen konnte eine signifikante Verbesserung sämtlicher klinischen und mikrobiologischen Parameter gezeigt werden. Die PIEZON Ultraschall-Scaler schonten die Zahnhartsubstanz am besten, reinigten aber etwas schlechter²⁴.

In einer vergleichenden In-vivo-Studie (Küretten, PIEZON Ultraschall-Scaler, PIEZON Ultraschall-Scaler und AIRFLOW, AIRFLOW) zeigten Bozbay et al.²⁵, dass bei Küretten 65 %, bei PIEZON Ultraschall-Scalern 84 %, bei PIEZON Ultraschall-Scalern und AIRFLOW 80 % und bei AIRFLOW 94 % des Zements im koronalen Wurzelbereich verblieben.

Hägi et al.²⁰ verglichen zudem in einer In-vitro-Studie Handinstrumente, PIEZON Ultraschall-Scaler und AIRFLOW mit Erythritol-Pulver im Hinblick auf den Substanzverlust und die Oberflächenrauigkeit. Der Substanzverlust war bei Küretten am größten, gefolgt von der piezoelektrischen Ultraschallbehandlung und AIRFLOW mit Erythritol-Pulver. Bei der Oberflächenrauigkeit lag das arithmetische Mittel der Rauigkeit (Ra) bei den Küretten signifikant über den Werten für die PIEZON Ultraschall-Scaler und AIRFLOW mit Erythritol-Pulver²⁰.

Petersilka et al.²⁶ verglichen Küretten, PIEZON Ultraschall-Scaler und AIRFLOW mit Erythritol- und Glycin-Pulver im Hinblick auf die Erhaltung des Weichgewebes. AIRFLOW verursachte mit beiden Pulvern nur minimale Verletzungen der Gingiva, gefolgt von den PIEZON Ultraschall-Scalern, während mit den Küretten die Gingiva signifikant stärker verletzt wurde²⁶.

Barnes et al.²⁷ verglichen verschiedene Pulver, die bei der AIRFLOW-Technologie zum Einsatz kommen, im Hinblick auf die Substanzschonung (Schmelz, Komposit und Glasionomerzement). Glycin- und Erythritol-Pulver verursachen im Vergleich zu anderen Pulvern (Natriumhydrogencarbonat, Aluminium-Trioxid, Calcium-Natrium-Phosphorsilikat und Calciumcarbonat) keine Schäden (in Bezug auf Defekttiefe und Defektvolumen) an Schmelz, Komposit und Glasionomerzement²⁷.

Patientenkomfort

Wennström et al.¹⁶ und Müller et al.¹⁹ stellten in ihren Arbeiten den großen Vorteil der AIRFLOW-Technologie mit gering abrasiven Pulvern gegenüber Handinstrumenten und Ultraschall in Bezug auf den Patientenkomfort heraus.

Wennström et al.²⁸ verglichen PIEZON Ultraschall-Scaler und AIRFLOW mit gering abrasiven Pulvern bei der Erhaltungstherapie. Bei den klinischen und mikrobiellen Werten stellten sie keine Unterschiede fest, doch der Patientenkomfort war in der AIRFLOW-Gruppe wesentlich besser.

Bühler et al.²⁹ kamen in einer systematischen Übersichtsarbeit zu dem Schluss, dass Schmerz und Unbehagen bei der nicht-chirurgischen parodontalen Therapie geringer ausgeprägt sind, wenn statt Ultraschallgeräten und Handinstrumenten AIRFLOW angewendet wird.

Behandlerkomfort

Lalumandier und McPhee³⁰ konnten zeigen, dass die Prävalenz für Handprobleme und Karpaltunnelsyndrom bei Dentalhygienikern im Vergleich zu allen sonstigen, in der Zahnmedizin tätigen Personen am höchsten ist.

Graetz et al.³¹ berichteten, dass bei einer Beugung/Streckung im Handgelenk über 46° das Risiko für eine arbeitsbedingte Überlastung des Handgelenks steigt. Die Drehung im Handgelenk ist bei der Anwendung von Ultraschall- und Airscalern signifikant geringer als bei Handinstrumenten und somit schonender für die Handgelenke.

Guided Biofilm Therapy

Alle heute existierenden Ablaufprotokolle für die Prophylaxe lassen sich auf das Recall-Konzept nach Axelsson und Lindhe^{4,6} zurückführen (Abb. 1).

Dieses Konzept sieht im Rahmen eines standardisierten Verfahrens einen strikten Zeitplan vor. Das Verfahren muss nun jedoch durch einen altersspezifischen, individualisierten und indikationsorientierten Ansatz ersetzt werden. Die Hilfsmittel für die eigentliche professionelle Zahnreinigung (PZR) (Axelsson und Lindhe^{4,6} und Axelsson et al.⁷ sprachen von „aktiven Interventionen“), beispielsweise Handinstrumente (Scaler und Küretten) und rotierende Handstücke, Gummipolierer, Bürstchen und Polierpasten, müssen den wissenschaftlichen Erkenntnissen, denen

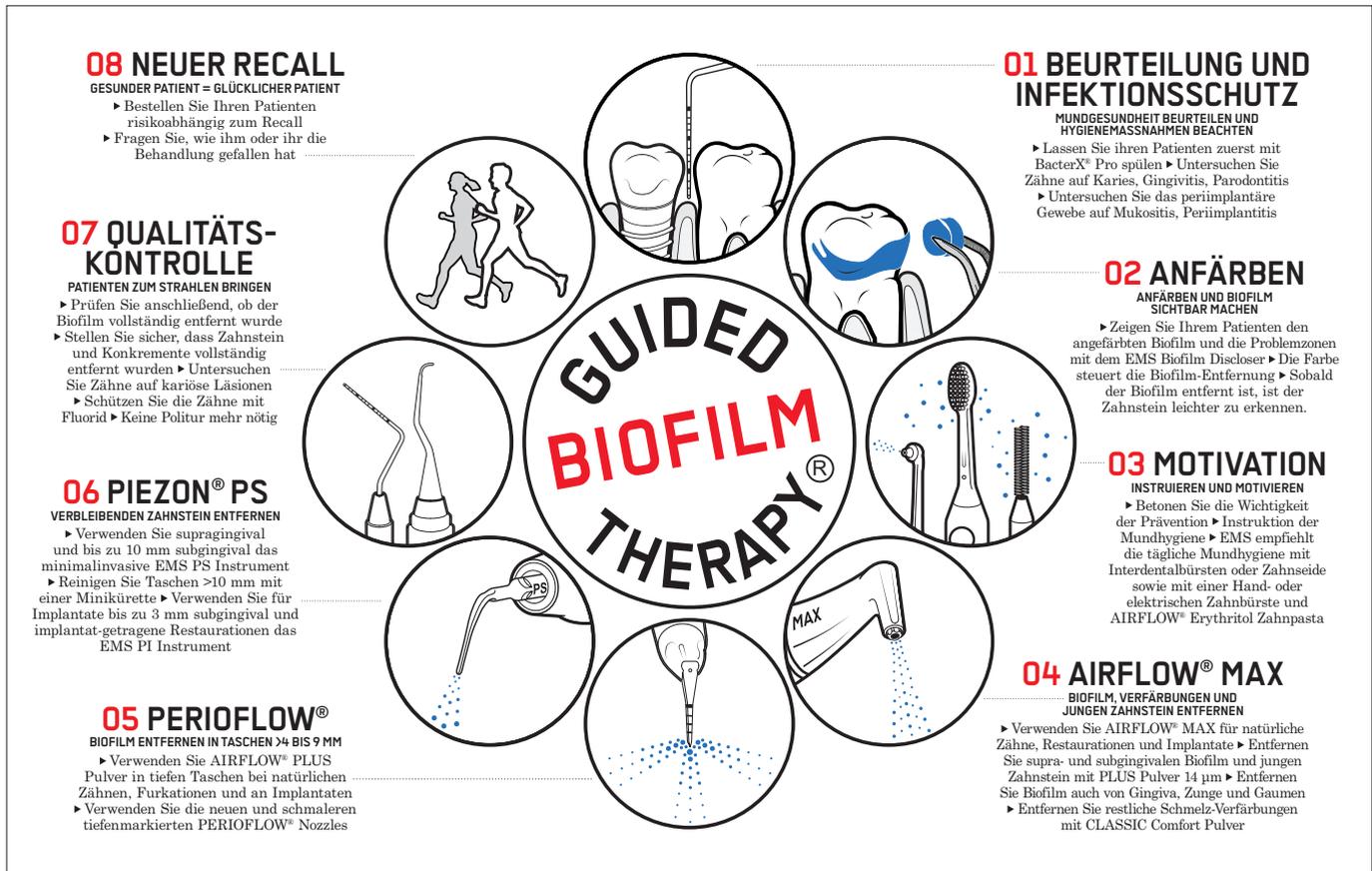


Abb. 2 Die einzelnen Schritte der Guided Biofilm Therapy. Abdruck mit freundlicher Genehmigung von EMS Dental.

zufolge das Biofilmmangement im Vordergrund stehen muss, und dem technischen Fortschritt (Reinigungsleistung, Substanzschonung, Patienten- und Behandlerkomfort) angepasst werden.

Die neuen Technologien und der aktuelle wissenschaftliche Forschungsstand, die im Abschnitt „Wissenschaftliche Erkenntnisse und technischer Fortschritt“ auszugsweise dargestellt wurden, erfordern eine Änderung des klassischen Recall-Konzepts^{4,6} hin zur „Guided Biofilm Therapy“ (GBT)^{32,33} (Abb. 2). Bei der GBT handelt es sich um ein indikationsorientiertes, systematisches und modulares Präventions- und Therapieprotokoll, das von EMS Dental, der Swiss Dental Academy (SDA), verschiedenen Universitäten und Praktikern entwickelt wurde. Ziel dieses Protokolls ist eine optimale Reinigungsleistung bei maximaler Substanzschonung und höchstem Patienten- und Behandlerkomfort. Die GBT eignet sich gleichermaßen zur Prävention bei gesunden Patienten und als Initial- und Er-

haltungstherapie bei Patienten mit oralen Erkrankungen (Kariesläsionen, Gingivitis, Parodontitis, periimplantäre Mukositis und Periimplantitis). Die acht Schritte (Module) der GBT sind:

1. Infektionskontrolle, Erhebung und Dokumentation von Anamnese und Befunden;
2. Sichtbarmachen des Biofilms durch Anfärben und Erhebung und Dokumentation des Plaque-Indexes;
3. Information, Instruktion und Motivation zur häuslichen Mundhygiene, ggf. zur Ernährungsumstellung und zu Produkten, die die häusliche Mundhygiene chemisch unterstützen (Fluorid, Chlorhexidindigluconat, Cetylpyridiniumchlorid usw.);
4. Gezielte supra- und subgingivale (bis zu 4 mm) Biofilmentfernung mit AIRFLOW/PLUS Pulver (EMS Dental) (Abb. 3);
5. Gezielte subgingivale (bis zu 4–9 mm) Biofilmentfernung mit PERIOFLOW/PLUS Pulver;



Abb. 3 AIRFLOW MAX (EMS Dental) Handstück mit Laminarströmung. Abdruck mit freundlicher Genehmigung von EMS Dental.



Abb. 4 PIEZON NO PAIN PS Ultraschall-Handstück. Abdruck mit freundlicher Genehmigung von EMS Dental.

6. Gezielte Entfernung von supra- und subgingivalem Zahnstein mit PIEZON Ultraschall-Scaler (Abb. 4);
7. Qualitätskontrolle einschließlich abschließender Diagnosen durch den zahnärztlichen Behandler;
8. Vereinbarung des nächsten Termins („Recall“) anhand individueller, risikoorientierter Kriterien.

Die einzelnen Schritte der GBT sind sowohl von der Technik als auch den Materialien her gut untersucht, und die Wirksamkeit ist für alle Teilschritte – einschließlich der Patientenzufriedenheit – wissenschaftlich belegt^{14,31,34,35}. Im Vergleich zu früheren Protokollen hat sich einiges geändert. Heute wird zunächst der supragingivale Biofilm immer durch Anfärben sichtbar gemacht. Dann folgt die „Feinreinigung“ (Entfernung von supra- und subgingivalem Biofilm und Verfärbungen) mit AIRFLOW/PLUS und/oder PERIOFLOW/PLUS. Erst im Anschluss daran werden verbliebene harte Ablagerungen gezielt mit Ultraschall (PIEZON NO PAIN/PS [EMS Dental]) entfernt. Eine Politur ist unnötig.

Zusammenfassung

Im Vergleich zu Patienten, die nicht kieferorthopädisch behandelt werden, zeigen sich bei kieferorthopädischen Patienten während der gesamten Behandlungsdauer signifikante qualitative und quantitative Unterschiede in der Menge und der mikrobiellen Zusammensetzung des Biofilms. Die kieferorthopädische Aligner-Therapie ist weniger mit einer Verschlechterung der parodontalen Indizes und Karies assoziiert, da die Aligner trotz des fast 24-stündigen Tragens leicht entfernt werden können und somit eine an-

gemessene Mundhygiene ermöglichen³⁶. Diese Ergebnisse entsprechen denen einer aktuellen Metaanalyse von Jiang et al.³⁷. In der Studie wurden Patienten, die kieferorthopädisch mit Alignern oder festsitzenden Apparaturen behandelt wurden, miteinander verglichen. Dieser Metaanalyse zufolge war die Mundgesundheit der Aligner-Patienten im Allgemeinen besser als bei Patienten mit festsitzenden Apparaturen. Jiang et al.³⁷ und auch Flores-Mir³⁸ kamen daher zu dem Schluss, dass die Aligner-Therapie für Patienten mit einem hohen Risiko für die Entwicklung von Gingivitis oder Parodontitis (hauptsächlich Erwachsene) zu empfehlen ist. Darüber hinaus zeigte sich in einer anderen Studie bei Patienten mit festsitzenden Apparaturen ein signifikanter Anstieg der Anzahl von Streptokokken und Laktobazillen und damit ein höheres Kariesrisiko als bei Patienten mit Alignern³⁹.

Aus der Fachliteratur wird deutlich, dass bei allen kieferorthopädischen Behandlungen parallel eine konsequente Prophylaxe erforderlich ist – das GBT-Protokoll ist dafür optimal geeignet. Die GBT basiert auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und technischen Fortschritten, und das klinische Präventions- und Therapieprotokoll ist indikationsorientiert, systematisch und modular. Darüber hinaus werden bei der GBT die individuelle Diagnose und Risikoeinschätzung berücksichtigt, um gezielt (geführt) optimale Ergebnisse mit einem Höchstmaß an Effizienz, Substanzschonung und Patienten- und Behandlerkomfort zu erreichen.

Fazit

Das GBT Behandlungsprotokoll erfüllt die Anforderungen an ein modernes Biofilm- und Zahnsteinmanagement.

Erklärung

Dr. Klaus-Dieter Bastendorf ist Berater für EMS Dental (Nyon, Schweiz). Seine beratende Tätigkeit hatte keinen Einfluss auf den Inhalt oder die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit.

Literaturverzeichnis

- Marsh PD. Are dental diseases examples of ecological catastrophes? *Microbiology (Reading)* 2003;149:279–294.
- Giugliano D, d'Apuzzo F, Majorana A, et al. Influence of occlusal characteristics, food intake and oral hygiene habits on dental caries in adolescents: A cross-sectional study. *Eur J Paediatr Dent* 2018;19:95–100.
- Lucchese A, Bondemark L, Marcolina M, Manuelli M. Changes in oral microbiota due to orthodontic appliances: A systematic review. *J Oral Microbiol* 2018;10:1476645.
- Axelsson P, Lindhe J. Effects of controlled oral hygiene procedures on caries and periodontal disease in adults. Results after 6 years. *J Clin Periodontol* 1981;8:239–248.
- Axelsson P, Lindhe J. The effect of a preventive program on dental plaque, gingivitis and caries in school children. Results after one and two years. *J Clin Periodontol* 1974;1:126–138.
- Axelsson P, Lindhe J. The significance of maintenance in the treatment of periodontal disease. *J Clin Periodontol* 1981;8:281–294.
- Axelsson P, Nyström B, Lindhe J. The long-term effect of a plaque control program on tooth mortality, caries and periodontal disease in adults. Results after 30 years of maintenance. *J Clin Periodontol* 2004;31:749–757.
- Ireland AJ, Soro V, Sprague SV, et al. The effects of different orthodontic appliances upon microbial communities. *Orthod Craniofac Res* 2014;17:115–123.
- Contaldo M, Lucchese A, Lajolo C, et al. The oral microbiota changes in orthodontic patients and effects on oral health: An overview. *J Clin Med* 2021;10:780.
- Wang Q, Ma JB, Wang B, Zhang X, Yin YL, Bai H. Alterations of the oral microbiome in patients treated with the Invisalign system or with fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2019;156:633–640.
- Wu Y, Cao L, Cong J. The periodontal status of removable appliances vs fixed appliances: A comparative meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2020;99:e23165.
- Zhao R, Huang R, Long H, Li Y, Goa M, Lai W: The dynamics of the oral microbiome and oral health among patients receiving clear aligner orthodontic treatment. *Oral Dis* 2020;26:473–483.
- Eickholz P, Walter C, Dannewitz B. Unterstützende Parodontitistherapie (UPT). Inhalt, Nutzen, Effekt. *Parodontologie* 2017;28:7–17.
- Arefnia B, Koller M, Wimmer G, Lussi A, Haas M. In vitro study of surface changes induced on enamel and cementum by different scaling and polishing techniques. *Oral Health Prev Dent* 2021;19:85–92.
- Wolgin M, Frankenhauser A, Shakavets N, Bastendorf KD, Lussi A, Kielbassa AM. A randomized controlled trial on the plaque-removing efficacy of a low-abrasive air-polishing system to improve oral health care. *Quintessenz Int* 2021;52:752–762.
- Wennström JL, Tomasi C, Bertelle A, Dellasega E. Full-mouth ultrasonic debridement versus quadrant scaling and root planing as an initial approach in the treatment of chronic periodontitis. *J Clin Periodontol* 2005;32:851–859.
- Petersilka GJ, Steinmann D, Häberlein I, Heinecke A, Flemmig TF. Subgingival plaque removal in buccal and lingual sites using a novel low-abrasive air-polishing powder. *J Clin Periodontol* 2003;30:328–333.
- Petersilka GJ, Tunkel J, Barakos K, Heinecke A, Häberlein I, Flemmig TF. Subgingival plaque removal at interdental sites using a low-abrasive air polishing powder. *J Periodontol* 2003;74:307–311.
- Müller N, Moëne R, Cancela JA, Mombelli A. Subgingival air-polishing with erythritol during periodontal maintenance. Randomized clinical trial of twelve months. *J Clin Periodontol* 2014;41:883–889.
- Hägi TT, Klemensberger S, Bereiter B, et al. The relative effects of root-debridement on biofilm-removal and hard-substance-alterations using a new in-vitro pocket model. *Quintessenz Int* 2015;6:31–41.
- Hägi TT, Klemensberger S, Bereiter R, et al. A biofilm pocket model to evaluate different non-surgical periodontal treatment modalities in terms of biofilm removal and reformation, surface alterations and attachment of periodontal ligament fibroblasts. *PLoS One* 2015;10:e0131056.
- Flemmig TF, Petersilka GJ, Mehl A, Rüdiger S, Hickel R, Klaißer B. Working parameters of a sonic scaler influencing root substance removal in vitro. *Clin Oral Investig* 1997;1:55–60.
- Ritz L, Hefti AF, Rateitschak KH. An in vitro investigation on the loss of root substance in scaling with various instruments. *J Clin Periodontol* 1991;18:643–647.
- Rupf S, Brader I, Vonderlind D, et al. In vitro, clinical, and microbiological evaluation of a linear oscillating device for scaling and root planing. *J Periodontol* 2005;76:1942–1949.
- Bozbay E, Dominici F, Gokbuget AY, et al. Preservation of root cementum: A comparative evaluation of power-driven versus hand instruments. *Int J Dent Hyg* 2018;16:202–209.
- Petersilka G, Heckel R, Koch R, Ehmke B, Arweiler N. Evaluation of an ex vivo porcine model to investigate the effect of low abrasive air-polishing. *Clin Oral Investig* 2018;22:2669–2673.
- Barnes CM, Covey D, Watanabe H, Simetich B, Schulte JR, Chen H. An in vitro comparison of the effects of various air polishing powders on enamel and selected esthetic restorative materials. *J Clin Dent* 2014;25:76–87.
- Wennström JL, Dahlén G, Ramberg P: Subgingival debridement of periodontal pockets by air polishing in comparison with ultrasonic instrumentation during maintenance therapy. *J Clin Periodontol* 2011;38:820–827.
- Bühler J, Amato M, Weiger R, Walter C. A systematic review on the patient perception of periodontal treatment using air polishing devices. *Int J Dent Hyg* 2016;14:4–14.
- Lalumandier JA, McPhee SD. Prevalence and risk factors of hand problems and carpal tunnel syndrome among dental hygienists. *J Dent Hyg* 2001;75:130–134.
- Graetz C, Plaumann A, Rauschenbach S, Bielfeldt J, Dörfer CE, Schwendicke F. Removal of simulated biofilm: A preclinical ergonomic comparison of instruments and operators. *Clin Oral Investig* 2016;20:1193–1201.
- Cianter M. Time to shift: From scaling and root planing to root surface debridement. *Prim Dent J* 2014;3:38–42.
- Strafela-Bastendorf N, Bastendorf KD. PZR-neu gedacht. *ZM* 2016;106:26–32.
- Strafela-Bastendorf N, Bastendorf KD. Die Patientenzufriedenheit in der Prophylaxe. *ZMK* 2020;36:452–456.
- Furrer C, Bättig R, Votta I, Bastendorf KD, Schmidlin PR. Patient acceptance of “Guided Biofilm Therapy” [in German]. *Swiss Dent J* 2021;131:229–234.
- Chhibber A, Agarwal S, Yadav S, Kuo CL, Upadhyay M. Which orthodontic appliance is best for oral hygiene? A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2018;153:175–183.



37. Jiang Q, Li J, Mei L, et al. Periodontal health during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: A meta-analysis. *J Am Dent Assoc* 2018;149:712–720.
38. Flores-Mir C. Clear aligner therapy might provide a better oral health environment for orthodontic treatment among patients at increased periodontal risk. *J Evid Based Dent Pract* 2019;19:198–199.
39. Mummolo S, Nota A, Albani F, et al. Salivary levels of *Streptococcus mutans* and *Lactobacilli* and other salivary indices in patients wearing clear aligners versus fixed orthodontic appliances: An observational study. *PLoS One* 2020;15:e0228798.