

IVANA VOTTA
DEBORAH HOFER
STEFANIE GARTENMANN
PATRICK R. SCHMIDLIN

Klinik für Zahnerhaltung
 und Präventivzahnmedizin,
 Zentrum für Zahnmedizin,
 Universität Zürich

KORRESPONDENZ

Prof. Patrick R. Schmidlin
 Klinik für Zahnerhaltung und
 Präventivzahnmedizin
 Zentrum für Zahnmedizin
 Universität Zürich
 Plattenstrasse 11
 CH-8032 Zürich
 Tel. +41 44 634 34 17
 E-Mail:
 patrick.schmidlin@zzm.uzh.ch



Vergleich der Reinigungseffizienz zwischen Interdentälbürsten und Sticks

Eine Laborstudie

SCHLÜSSELWÖRTER

Plaque, Biofilm, Gingivitis, Parodontitis, in vitro, Mundhygiene, Interdentälbürste

Bild oben: Bringt Farbe ins Leben: Bürstchen und Sticks eignen sich nicht nur zur mechanischen Reinigung, sondern auch, um Substanzen wie Gels zur Desinfektion an die Wurzel zu bringen (unten Chlorhexidin- und PVP-Iod-Gels; aber Vorsicht: keine Zahnpasta – wegen zusätzlicher Abrasion!).

ZUSAMMENFASSUNG

Studien bezüglich Interdentalraumreinigung haben einen Vorteil von Interdentälbürsten (IDB) gegenüber anderen Zahnzwischenraumpflegemitteln gezeigt. Als Alternative werden häufig Sticks (STK) aus Gummi empfohlen, da sie als benutzerfreundlich, schonend, aber trotzdem effektiv gelten. Diese Studie hatte zum Ziel, die Reinigungseffizienz mit der gleichen Anwendungskraft zwischen IDB und STK zu vergleichen und in den klinischen Kontext zu stellen.

Es wurden Bürsten mit verschiedenen Geometrien und Durchmessern getestet. Dabei wurden jeweils zwei konische STK zweier Hersteller der Grössen «XS/S» (0,7–2,6 mm) und «L» (0,9–3,4 mm) untersucht. Bei den IDB wurden eine konische, zwei zylindrische und eine taillierte Bürste zwischen 1,9 und 4,0 mm untersucht. Ein geometrisches Modell

mit parallelwandigen Metallblöcken wurde verwendet. Die Bürsten wurden mit jeweils einem und fünf Reinigungszyklen getestet. Die Reinigungseffizienz wurde planimetrisch ermittelt. Die maximale Reinigungseffizienz bei den IDB betrug bei 1 mm Abstand nach einem und fünf Putzzyklen 45% respektive 95%. Bei den Sticks lag die Reinigungsleistung entsprechend bei 30% respektive 67%. Im Abstand von 2 mm lag die maximale Reinigungsleistung bei einem respektive fünf Putzzyklen 50% und 87% bei den IDB, aber jeweils nur 10% bei den STK. Unter Berücksichtigung der Limitationen dieser Studie zeigten die IDB insgesamt eine bessere Reinigungseffizienz mit der gleichen Anwendungskraft im Vergleich zu STK. Als Schlussfolgerung kann festgehalten werden, dass STK gegebenenfalls bei schmalen Interdentalräumen eingesetzt werden können.

Einleitung

Gingivitis und Parodontitis sind multifaktorielle opportunistische entzündliche Erkrankungen, deren primäre Ursache dem supra- und subgingivalen Biofilm bzw. dessen Interaktion mit Parodont, dem Immunsystem und Umgebungsfaktoren zuzuschreiben ist (HAJISHENGALLIS & KOROSTOFF 2017). Bevor jedoch der entzündliche Prozess auf das subgingivale Parodont übergeht und mit Attachmentverlust angreift, manifestiert sich in den meisten Fällen eine (chronifizierte) Plaque-induzierte Gingivitis (KINANE & HART 2003). Eine frühere Studie hat gezeigt, dass sie sich bei Ausbleiben der Zahnpflege während 10 bis 21 Tagen zu einer klinisch manifesten Gingivitis ausbildet und dass der Blutungsindex im Interdentalraum am ausgeprägtesten war (LÖE ET AL. 1965). Daher erstaunt es wenig, dass Gingivitis und Parodontitis im Interdentalraum in den meisten Fällen stärker ausgeprägt sind als fazial und oral (LÖE 1979). Ein stringentes und effektives Plaquemanagement – vor allem auch interdental – bleibt daher für die parodontale Gesundheit unabdingbar.

Insgesamt bleibt die Zahnbürste als Hauptreinigungsmittel für die Zahnpflege das Mittel der Wahl. Allerdings gibt es deutliche Unterschiede bezüglich ihrer Effizienz im Interdentalraum, da Zahnbürste je nach Bürstenkopfkonfiguration, Material und Anwendungsmodus (zum Beispiel Hand versus maschinell angetrieben) in diesem schwierig zugänglichen Bereich an die Grenzen kommt (CATON ET AL. 1993).

Die adjuvante Anwendung von Hilfsmitteln speziell für den Interdentalraum verringert das Risiko einer interdentalen Entzündung und ist daher notwendig, um effektiv(er) die interdentalen Plaque zu entfernen (CATON ET AL. 1993).

Das prophylaktische Armamentarium im Rahmen der Interdentalraumpflege ist indes vielfältig. Zu den Haupthilfsmitteln gehören Zahnseide, Zahnhölzer, aber und vor allem auch die Interdentalraumbürsten (IDB). Letztere sind durch diverse Materialien und Formen charakterisiert. Eine neuere Zwischen- respektive Mischform zwischen Zahnholz und Interdentalraumbürste, aber aus Kunststoff und Gummi hergestellt, stellen die sogenannten Sticks (STK) dar. Diese werden oft als Alternative zu herkömmlichen IDB empfohlen, vor allem aufgrund einer angeblich hohen Patientenakzeptanz, Benutzerfreundlichkeit und ihres materialbedingten Schonungspotenzials bezüglich Zahnhart- und Weichgewebe. Allerdings spielt die Effektivität der Plaqueentfernung ein prädominante Rolle und sollte in den Gesamtkontext gestellt werden, vor allem bei Patienten mit einer zugrundeliegenden Problematik und entsprechendem Risiko. Es wurde bereits gezeigt, dass die Borstenhärte einer Interdentalbürste keinen Einfluss auf die Reinigungseffizienz hat, jedoch führten grössere Durchmesser zu einer besseren Reinigung (WOLFF ET AL. 2006). Aber auch der Form der taillierten IDB wurde – mindestens unter standardisierten Laborbedingungen – ein höheres Reinigungspotenzial im Vergleich zu zylinderförmigen Pendants zugesprochen (BAUMGARTNER ET AL. 2019). Leider gibt es gerade diesbezüglich immer noch wenige standardisierte Vergleichsdaten, vor allem in Bezug auf andere Materialien der interdentalen Reinigungsmittel, welche die Reinigungskapazität einander gegenüberstellen.

Dieser Beitrag hatte zum Ziel, die Bürstentypen der IDB und STK im Rahmen einer *In-vitro*-Studie zu untersuchen und die interdentalen Reinigungseffizienz sowie die angewendete Kraft in Gramm mit einem einfachen geometrischen Standardmodell zu vergleichen.

Material und Methode

Im Rahmen dieser Laborstudie wurden acht verschiedene Bürstentypen getestet (Abb. 1). Die verwendeten Bürstentypen wurden bezüglich Material und Form/Durchmesser in zwei Gruppen unterteilt. Die erste Gruppe bestand aus IDB mit einer zylindrischen konischen und taillierten Geometrie. Die Bürstenbreite variierte in einem möglichst vergleichbaren Bereich zwischen 1,9 und 4,0 mm.

Die zweite Gruppe bestand aus kommerziell erhältlichen konischen STK, die sich vor allem in der Bezaugung und im Durchmesser unterschieden. Wie in Abbildung 1 ersichtlich, gelten A und B als vergleichbare Breiten (Grösse «XS/S»). Die Bürsten in den Abbildungen 1C/D wiesen grössere Durchmesser auf und gehörten zur Grösse «L».

Geometrisches Modell

In Analogie zu früheren Studien wurde ein standardisiertes geometrisches Modell verwendet (BAUMGARTNER ET AL. 2019), um die Reinigungswirkung an simulierten parallelen Wänden mit bekanntem Abstand zu messen. Es bestand im Wesentlichen aus zwei parallelwandigen, mit schwarz lackierten Titanoxid Metallblöcken. Das Modell liess sich bezüglich Abstand einstellen. In der vorliegenden Studie wurden die Abstände 1,0, 1,5 und 2,0 mm gewählt und eingestellt.

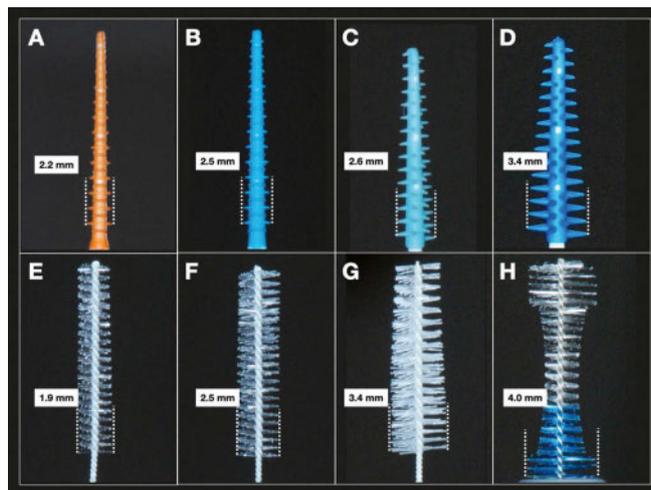


Abb. 1 Darstellung der in der vorliegenden Studie verwendeten und verglichenen Sticks (A-D) und Interdentalbürsten (E-H) unter Angabe der maximalen Durchmesser.

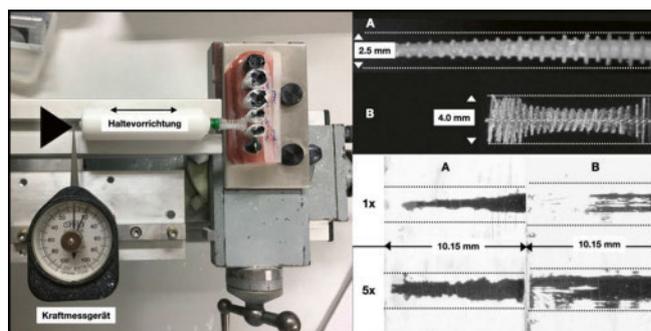


Abb. 2 Testvorrichtung (links, hier mit einem Zahnmodell dargestellt) und Beispiel eines Sticks und einer Testbürste (A/B) mit den entsprechenden Reinigungsmustern entlang des 10 mm Reinigungspfades bei einmaligem und fünfmaligem Durchstossen entlang der eingefärbten parallelen Wände (weiss: Pulverbeschichtung; schwarz: gereinigte Oberfläche, d.h. sichtbarer dunkler Untergrund).

Das Prinzip dieses Verfahrens bestand darin, den schwarzen imitierten Interdentalraum mit einer weissen Pulverlösung, die aus Titandioxid und 26 Vol.-% Ethanol bestand, einzufärben und danach mit den acht Bürsten zu reinigen. Die Bürsten wurden in Spezialhalterungen mit reproduzierbarem Gleitpfad eingesetzt und jeweils mit einem und fünf Reinigungszyklen in horizontaler Richtung getestet. Dabei wurde die lackierte weisse Oberfläche im Falle einer Berührung der Borsten oder Gumminoppen entfernt. Das Ausmass der gereinigten, wieder schwarz erscheinenden Flächen wurde planimetrisch nach Einscannen der Modellwände erfasst und als Prozentsatz des maximal möglichen Reinigungspotenzials basierend auf Länge und Durchmesser jeder getesteten Bürste individuell bestimmt, gemessen und berechnet (Abb. 2). Zusätzlich wurde die zum Einführen der IDB und STK erforderliche Kraft zwischen den Flächen in Gramm gemessen.

Resultate

Nachfolgend werden die Resultate deskriptiv dargestellt. Auf eine Statistik wurde verzichtet.

Reinigungseffizienz

Insgesamt bewegte sich die Reinigungseffizienz der IDB zwischen 16 und 95%, in Abhängigkeit von dem Durchmesser der Bürste und des Plattenabstandes (1,0, 1,5, 2,0 mm), der als imitiert Interdentalraum galt (Abb. 3).

Bei einem Abstand von 1 mm betrug die maximale Reinigungseffizienz bei den IDB mit einem Putzzyklus 45% und bei fünf Putzzyklen 95%. Die Werte bei den STK lagen bei 30%/67%, jeweils mit einem und fünf Reinigungszyklen. Bei einem Abstand von 2 mm, betrug die maximale Reinigung, ebenfalls nach einem und fünf Reinigungszyklen, bei den IDB 50%/87% und bei den STK jeweils 10%. Im Allgemeinen zeigten die IDB ein signifikant höheres Reinigungspotenzial als die Sticks, wie in Abbildung 3 dargestellt.

Vor allem in den grösseren Abständen (2 mm) zeigten die IDB eine klare Überlegenheit. Einen signifikanten Unterschied gab es auch bezüglich der Putzzyklen. Bei beiden Gruppen konnte mit der Steigerung auf fünf Putzzyklen die Reinigungskraft deutlich verbessert werden. Zudem konnte man in der Gruppe 1, die ausschliesslich aus IDB bestand, zeigen, dass die teil-

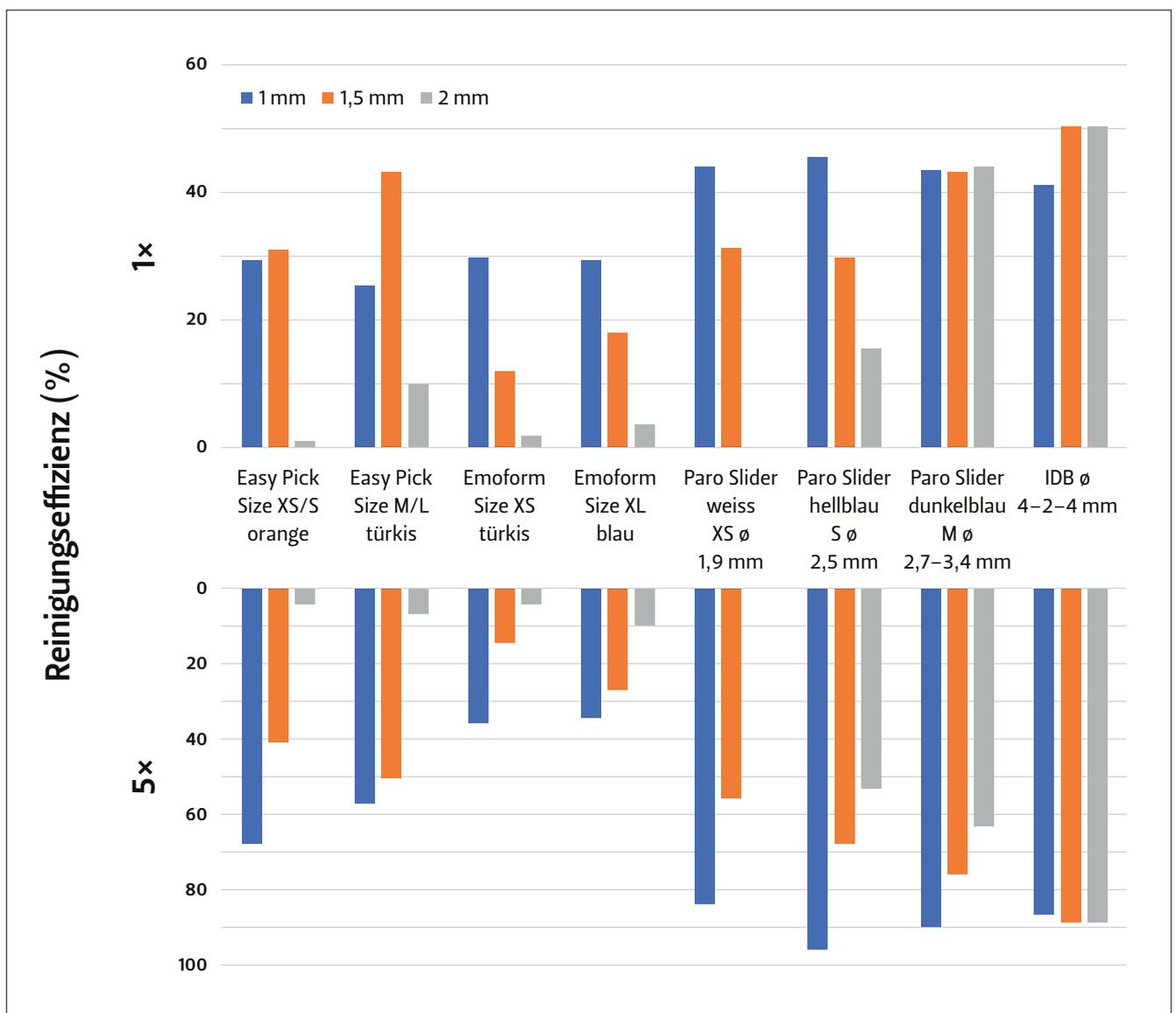


Abb. 3 Reinigungseffizienz der verschiedenen Bürsten (in %) bei den verschiedenen Durchmessern nach einmaliger (oberes Balkendiagramm) oder fünffacher Applikation (unteres Balkendiagramm).

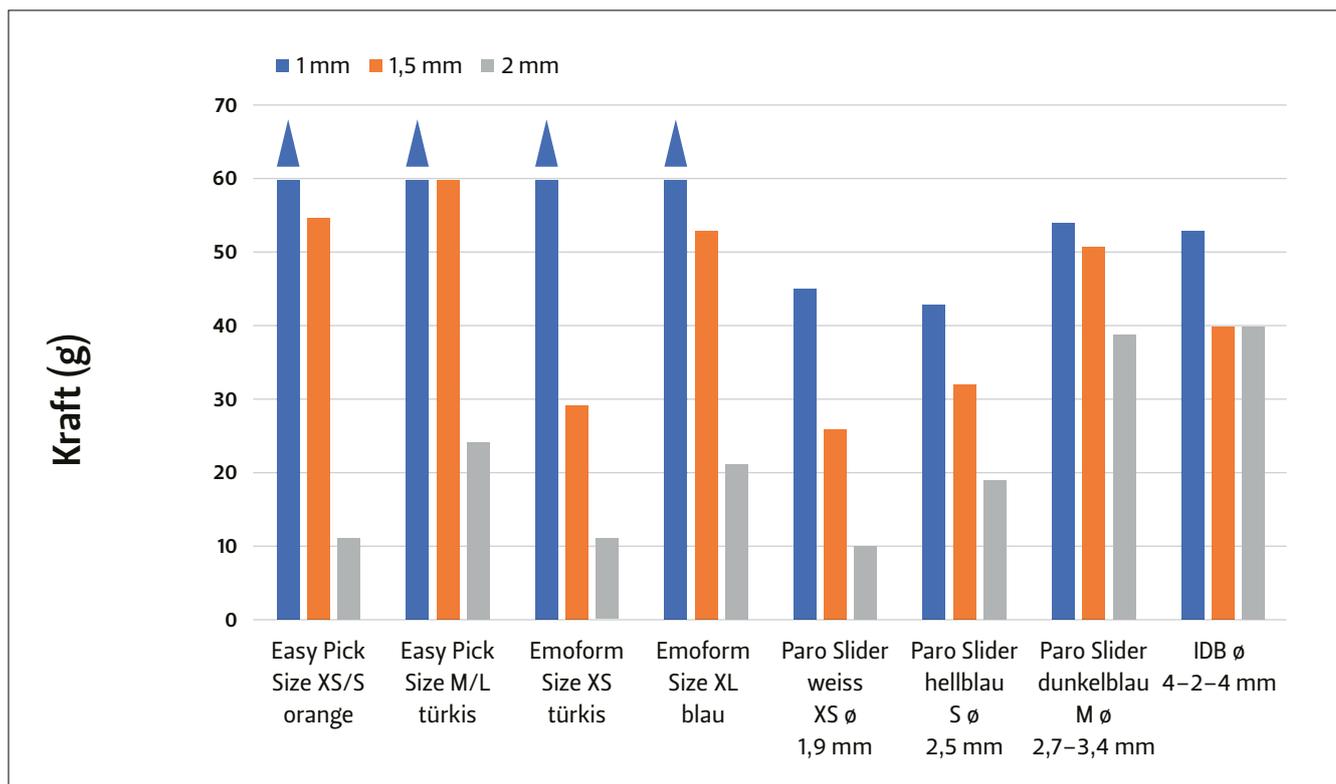


Abb. 4 Gemessene Kraft [in g] der Sticks und Bürsten zwischen den Flächen. Der Pfeil gibt an, dass Kräfte nicht mehr ablesbar waren und >60 g betragen.

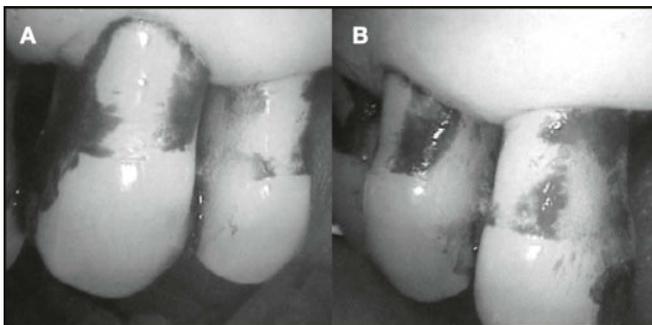


Abb. 5 Bilder einer Intraoralkamera mit Plaquerelevatoren. Klar ersichtlich sind die gereinigten Oberflächen. Interdental wurden auch nicht alle Stellen adäquat gereinigt.

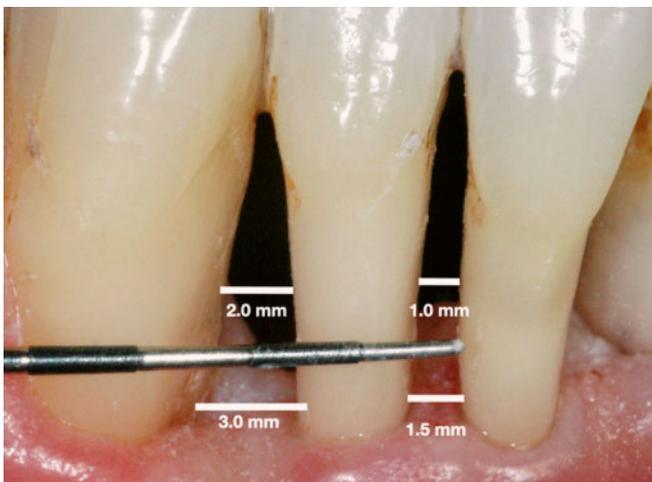


Abb. 6 Interdentalräume bei einem Parodontitispatienten mit verschieden breiten Interdentalräumen; teilweise auch mehr als 3 mm breit. Eine besondere Herausforderung sind neben dem Interradikularabstand auch die Höhen des freiliegenden Interdentaldreiecks.

lierte Geometrie in jedem imitierten Interdentalraum eine gute Reinigungskraft und eine bessere Reinigungsleistung als die konischen IDB aufwies.

Kraftanwendung

Betreffend der Anwendungskraft, wie in Abbildung 4 dargestellt, wurde die grösste Kraft für die STK bei einem Abstand von 1 mm gemessen, und diese war sogar grösser als die mit dem Gerät messbare Kraft von 60 g. Auch bei einem Abstand von 1,5 mm war die Kraft – mit Ausnahme der XS-Bürste von Emoform – grösser als 50 g. Grundsätzlich nahm die anzuwendende Kraft mit grösserem Abstand innerhalb jeder getesteten Bürste erwartungsgemäss ab. Die IDB erreichten die Maximalkraft in der vorliegenden Studie auch bei kleinen Durchmessern nicht. Gerade die taillierte Bürste mit dem grössten Bürstendurchmesser zeigte vergleichsweise konstante Werte und auch bei einem Abstand von 2 mm eine adäquate Griffbarkeit.

Klinische Implikationen

Die effektive Reinigung aller Fazialflächen und Interdentalräume bleibt eine ständige Herausforderung. Wie in Abbildung 5 verdeutlicht, sind Areale, die zum Beispiel mit einer einfachen planen Zahnbürste nicht gereinigt werden, markant. Auch die Interdentalräume wurden teilweise inadäquat mit einer zu kleinen IDB gereinigt.

Es werden also adäquate Zahnbürstendesigns, IDB und Techniken benötigt, die es erlauben, ohne zu grossen Druck, jedoch mit gutem Kontaktvermögen sämtliche Zahnareale, aber auch besonders die interradiären Bereiche in der gesamten Breite und Höhe zu reinigen. Dies erfordert eine genaue Indikationsstellung und Instruktion sowie Motivation der Patientinnen und Patienten. Gerade bei Parodontitisfällen mit ausgeprägtem Attachmentverlust, die oft schwierig zugängliche Bereiche im



Abb. 7 Sticks und IDB in situ. Die unterschiedliche Kontaktfähigkeit ist deutlich erkennbar. Sticks mit ihrer geringen Bezahlung dienen vor allem als Kunststoff- resp. Gummizahnstocher. Sie haben, wie unsere Daten zeigen, sicher auch ein Indikationsspektrum, dieses liegt aber – im Rahmen der Limitationen der vorliegenden Arbeit – bei eher dünnen Interdentalräumen.

Interdentalraum aufzeigen, spielt die Effektivität der Plaqueentfernung eine prädominante Rolle (Abb. 6 und 7).

Das Flussdiagramm in Abbildung 8 kann als möglicher Leitfaden für den Praxisalltag dienen, um die Instrumentenwahl zu erleichtern. Wichtig bei der Wahl der Instrumente sind die Grösse und das Kontaktvermögen, wobei möglichst grosse Durchmesser gewählt werden sollen, die mit akzeptabler Kraftaufwendung eine möglichst grosse Reinigungseffizienz ermöglichen. In der Diskussion wird auf die Thematik unter Berücksichtigung der entsprechende Literatur näher eingegangen.

Diskussion

Studien haben gezeigt, dass die Interdentalräume, Prädilektionsstellen für Plaqueakkumulation sind (LÖE ET AL. 1965). Hinzu kommt, dass der interdental Col, mit seiner sattelförmigen Einsenkung direkt unter dem Kontaktpunkt, nicht keratinisiert ist (COHEN 1959), was zur Folge hat, dass der Schutz gegen bakterielle Angriffe geringer ist. Diese Tatsache bestätigt, dass Gin-

givitis und Parodontitis im Interdentalraum in den meisten Fällen stärker ausgeprägt sind als fazial und oral (LÖE 1979). Die Notwendigkeit einer regelmässigen Interdentalreinigung ist daher klar indiziert (CATON ET AL. 1993). Hintergrund dieser Laborstudie, war die Reinigungseffizienz der IDB (Gruppe 1) und STK (Gruppe 2) zu messen und zu vergleichen, da die Sticks gerne als Alternative zu den IDB instruiert und empfohlen werden. Im Allgemeinen konnte der imitierte Plaquespiegel aus Titandioxid in beiden Gruppen minimiert werden, übereinstimmend mit anderen Studien (CHONGCHAROEN ET AL. 2011; THEAR ET AL. 2014; YOST ET AL. 2006). Jedoch zeigten die Gruppe 1 ein bedeutend höheres Reinigungspotenzial als die Gruppe 2, vor allem in den grösseren Abständen (2mm). Die Ergebnisse sind auf die Interaktion des imitierten Abstands und auf den Durchmesser der Bürste zurückzuführen. Was wiederum die Beobachtungen von anderen Studien bestätigt, nämlich dass grössere Interdentalbürsten zu einer höheren Reinigungseffizienz führen (WOLFF ET AL. 2006).

Es liegen nur begrenzte Vergleichsdaten zur Wirksamkeit betreffend die Reinigungseffizienz zwischen IDB und STK vor. Die bisherigen Studien waren alle nicht standardisiert und wurden bei jungen Probanden mit intakten Papillen durchgeführt. Getestet wurde die Auswirkungen auf Zahnfleischblutungen, Plaqueentfernung und Patientencompliance (GRAZIANI ET AL. 2017; HENNEQUIN-HOENDERDOS ET AL. 2018; THAER ET AL. 2014). Beide Gruppen zeigten keinen signifikanten Unterschied betreffend Plaqueentfernung und Zahnfleischbluten. Als klinische Relevanz galt, dass Sticks als alternatives Interdentalreinigungsmittel verwendet werden können, da sie von Patienten möglicherweise mehr akzeptiert werden (HENNEQUIN-HOENDERDOS ET AL. 2018; THAER ET AL. 2014). Die Frage betreffend die Reinigungskraft der Sticks in komplexeren Interdentalräumen bleibt daher noch offen. Vor allem für Patienten mit einer zugrundeliegenden Problematik und entsprechendem Risiko, die z.B. mit Attachment- und Papillenverlust gekennzeichnet sind, spielt die Effektivität der Plaqueentfernung ein prädominante Rolle. Aufgrund der anatomischen und morphologischen Merkmale der interdentalen Situation, vor allem bei Patienten mit einer Parodontitis, sind IDB derzeit das effizienteste Hilfsmittel für die Interdentalreinigung (GJERMO & FLOTRA 1979; SLOT ET AL. 2008; VAN DER WEIJDEN & SLOT 2011). Es besteht jedoch eine hohe intra-

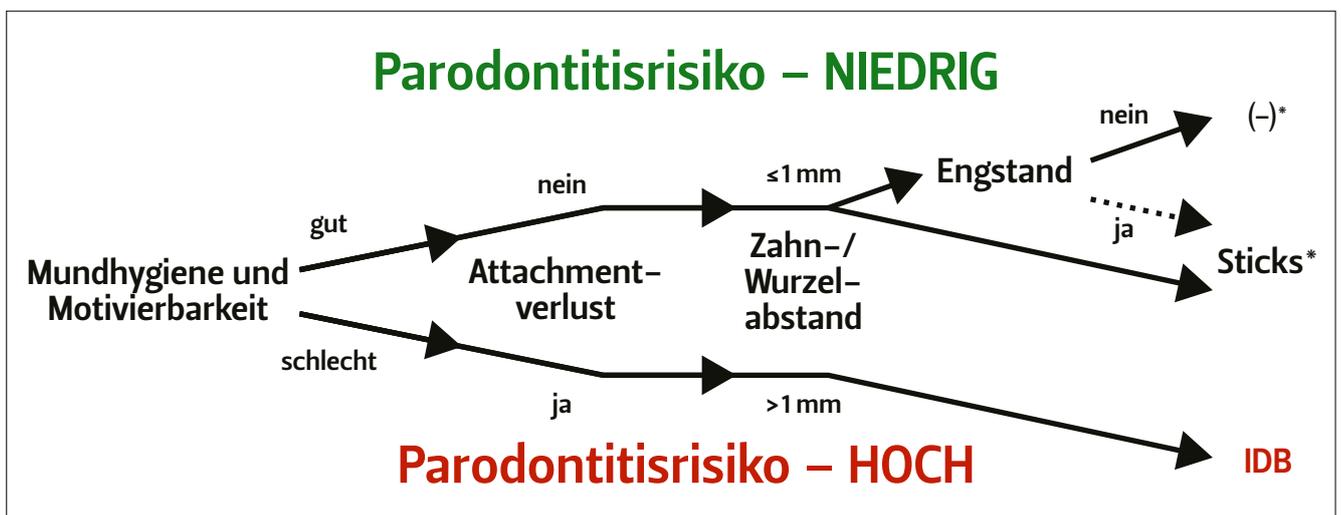


Abb. 8 Flussdiagramm zur möglichen Wahl der Mundhygienehilfsmittel im Interdentalraum (* = Zahnseide als alternatives Hilfsmittel; cave: gute Instruktion!)

und interindividuelle Variabilität hinsichtlich der Breite der Interdentalräume (SCHMIDT ET AL. 2013). Die Form des Interdentalbereichs wird durch die anatomischen Merkmale der Nachbarzähne, den Verlust von Interdentalpapillen und die Fehlstellung von Zähnen und oder Wurzelkonkavitäten beeinflusst. Daher wurden in der aktuellen Laborstudie drei verschiedene Abstände (1,0, 1,5 und 2,0 mm) angewendet.

Zudem konnte man in der Gruppe 1 zeigen, dass die taillierte Geometrie in jedem imitierten Interdentalraum eine gute Reinigungskraft und eine bessere Reinigungsleistung als die zylindrischen IDB aufwies. Der Einfluss der taillierten Geometrie einer Interdentalbürste auf deren Reinigungseffizienz wurde unter standardisierten Laborbedingungen nachgewiesen (BAUMGARTNER ET AL. 2019). Gerade bezüglich der gesteigerten Effizienz dieser modifizierten Geometrie gibt es bis dato allerdings noch wenig Studien.

Nur wenige Studien haben die Einführungs- und Reinigungshubkraft für IDB getestet. Eine Studie zeigte, dass dreieckige IDB einen geringeren Kraftbedarf aufwiesen (WOLFF ET AL. 2006). Eine weitere Studie zeigte, dass zylindrische und taillierte Formen im Durchschnitt ähnlicher Kräfte benötigten, um in ein geometrisches Modell zu passen (BAUMGARTNER ET AL. 2019).

Diese Laborstudie ist standardisiert und reproduzierbar, leider konnte aber keine natürliche Plaque simuliert werden. Die *In-vitro*-Plaque aus Titandioxid ist sicherlich nicht gleich entferntbar wie eine natürliche Plaque, dafür erlaubt sie eine standardisierte Messung der Reinigungseffizienz. Dies und die Tatsache, dass der imitierte Interdentalraum keine Konkavität aufweist, stellt einen gewissen Mangel dieser Studie dar. Zudem kann man die Resultate dieser Studie nicht vollumfänglich auf die klinische Situation übertragen, aber als Hinweis und Vergleich für die Reinigungseffizienz beider Bürstentypen wahrnehmen. Das Ganze aber klinisch unter standardisierten Bedingungen durchzuführen, wäre nicht möglich, da sich eine exakte und direkte Messung der interdentalen Plaque als schwierig darstellt.

Fazit

IDB sind nach wie vor das Mittel der Wahl für Patienten mit vergrößerten Interdentalräumen und/oder komplexer Wurzelmorphologie. STK können alternativ bei schmalen Interdentalräumen mit einem unauffälligen Befund instruiert werden. Beide Hilfsmittel führen mit mehrfachen hin- und her-Bewegungen zu einem besseren Reinigungseffekt im Interdentalraum. Taillierte IDB haben sich in der Plaqueentfernung als

effizienter erwiesen als die herkömmlichen IDB mit konischen Geometrien.

Das richtige Hilfsmittel, auf die Bedürfnisse und Befunde des Patienten gestützt, sowie Zeit und Empathie sind hier der Schlüssel zum Erfolg!

Verdankung

Wir danken Frau Beatrice Sener (Forschungslabor) für ihre grossartige Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Abstract

VOTTA I, HOFER D, GARTENMANN S, SCHMIDLIN P R: **Comparison of the cleaning efficiency between interdental brushes and sticks: a laboratory study** (in German). SWISS DENTAL JOURNAL SSO 130: 899–905 (2020)

Studies on interdental cleaning have shown an advantage of interdental brushes (IDB) over other interdental care products. Sticks (STK) made of rubber are often recommended as an alternative, as they are considered user-friendly, gentle but nevertheless effective. This laboratory study aimed to compare the cleaning efficiency with the same application force between IDB and STK.

Brushes with different geometries and diameters were tested. Two conical STK from two manufacturers of the sizes “XS/S” (0.7–2.6 mm) and “L” (0.9–3.4 mm) were tested. For the IDB, one conical (2.7–3.4 mm), two cylindrical (1.9 and 2.5 mm) and one waisted brush (4–2–4 mm) were assessed. A geometric model with parallel-walled metal blocks (black and coated with titanium oxide) was used. The brushes were tested with one and five cleaning cycles each in horizontal direction. The test surfaces were measured planimetrically for cleaning efficiency by calculating the areas freed from titanium oxide in relation to the maximum cleanable total area. The maximum cleaning efficiency of the IDB was 45% at 1 mm distance with one cleaning cycle and 95% with five cycles. For the sticks, the cleaning efficiency with one cleaning cycle was 30% and 67% with five cycles. At a distance of 2 mm, the maximum cleaning efficiency was 50% with one cleaning cycle and 87% with five cycles for the IDBs and only 10% for the STKs. Taking into account the limitations of this study, the IDBs showed an overall better cleaning efficiency with the same application force, compared to STKs, with the waisted IDB achieving better cleaning efficiency than the conical IDB. In conclusion, STKs can be used in narrow interdental spaces where appropriate, but overall IDBs are more preferable in narrow and wider contact point conditions.

Literatur

- ABOUASSI T, WOELBER J P, HOLST K, STAMPF S, DOERFER C E, HELLWIG E, RATKA-KRÜGER P: Clinical efficacy and patients' acceptance of a rubber interdental bristle. A randomized controlled trial. *Clin Oral Invest* 18: 1873–1880 (2014)
- BAUMGARTNER G, WIEDEMEIER D B, HOFER D, SENER B, ATTIN T, SCHMIDLIN P R: In vitro cleaning potential of waist-shaped interdental brushes. *Swiss Dent J* 129(5): 360–367 (2019)
- CATON J G, BLIEDEN T M, LOWENGUTH R A, FRANTZ B J, WAGENER C J, DOBLIN J M, STEIN S H, PROSKIN H M: Comparison between mechanical cleaning and an antimicrobial rinse for the treatment and prevention of interdental gingivitis. *J Clin Periodontol* 20: 172–178 (1993)
- CHONGCHAROEN N, LULIC M, LANG N P: Effectiveness of different interdental brushes on cleaning the interproximal surfaces of teeth and implants: a randomized controlled, double-blind cross-over study. *Clin Oral Implants Res* 23: 635–640 (2011)
- COHEN B: Morphological factors in the pathogenesis of periodontal disease. *British Dentistry Journal* 107: 31–39 (1959)
- GJERMO P, FLOTRA L: The effect of different methods of interdental cleaning. *J Periodontol Res* 5: 230–236 (1970)
- GRAZIANI F, PALAZZOLO A, GENNAI S, KARAPETSA D, GIUCA M R, CEI S, FILICE N, PETRINI M, NISI M: Interdental plaque reduction after use of different devices in young subjects with intact papilla: A randomized clinical trial. *Int J Dent Hygiene* 16: 389–396 (2018)
- HENNEQUIN-HOENDERDOS N L, VAN DER SLUIJS E, VAN DER WEIJDEN F, SLOT D E: Efficacy of a rubber bristles interdental cleaner compared to an interdental brush on dental plaque, gingival bleeding and gingival abrasion: A randomized clinical trial. *Int J Dent Hygiene* 16: 380–388 (2018)
- HAJISHENGALLIS G, KOROSTOFF J M: Revisiting the Page & Schroeder model: the good, the bad and the unknowns in the periodontal host response 40 years later. *Periodontol* 2000 75(1): 116–151 (2017)
- KINANE D F, HART T C: Genes and Gene Polymorphisms Associated with Periodontal Disease. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine* 14: 430–449 (2003)
- LÖE H, THEILADE E, JENSEN S B: Experimental Gingivitis In Man. *J Periodontol* 36: 177–187 (1965)
- LÖE H: Mechanical and chemical control of dental plaque. *J Clin Periodontol* 6: 32–36 (1979)
- SCHMIDT J C, SAHRMANN P, WEIGER R, SCHMIDLIN P R, WALTER C: Biologic width dimensions – a systematic review. *J Clin Periodontol* 40: 493–504 (2013)
- SLOT D E, DORFER C E, VAN DER WEIJDEN G A: The efficacy of interdental brushes on plaque and parameters of periodontal inflammation: a systematic review. *International Journal of Dental Hygiene* 6: 253–264 (2008)
- VAN DER WEIJDEN F, SLOT D E: Oral hygiene in the prevention of periodontal diseases: the evidence. *Periodontol* 2000 55: 104–123 (2011)
- WOLFF D, JOERSS D, DÖRFER C E: In vitro-cleaning efficacy of interdental brushes with different stiffness and different diameter. *Oral Health Prev Dent* 4: 279–285 (2006)
- YOST K G, MALLATT M E, LIEBMAN J: Interproximal gingivitis and plaque reduction by four interdental products. *J Clin Dent* 17: 79–83 (2006)