

■ D. Joerss<sup>1</sup>, D. Wolff<sup>1</sup>, O. Raeth<sup>1</sup>, P. Rau<sup>1</sup>, T. Pioch<sup>1</sup>, C.E. Dörfer<sup>1</sup>

# Einfluss der Bürstenarchitektur auf die Reinigungsleistung und den Einführwiderstand von Interdentalraumbürsten

Ziel der Studie war es, Reinigungsleistung und Einführwiderstände runder (RIB) und dreieckiger (TIB) Interdentalraumbürsten bei unterschiedlichen Interdentalraumgeometrien miteinander zu vergleichen.

Extrahierte, menschliche Zähne simulierten im Split-cast-Modell verschiedene, im Querschnitt gleichschenklige oder gleichseitige Interdentalräume. Nach dem Einfärben der Approximallflächen zur Plaquesimulation und nach standardisierter Reinigung wurden die Approximallflächen separiert, digital fotografiert und reponiert (n=12). Anschließend erfolgte eine digitale Subtraktion der Bilder und die Bestimmung der Reinigungsleistung.

Bei denselben Interdentalräumen wurden die Einführwiderstände der Testbürsten gemessen (n=5).

Im Vergleich zu RIBs zeigten TIBs entweder eine bessere Reinigungsleistung bei gleichem Einführwiderstand oder erforderten geringere Einführwiderstände bei gleicher Reinigungsleistung. Diese Unterschiede waren in den gleichschenkligen Interdentalräumen ausgeprägter als in den gleichseitigen. Die Unterschiede waren statistisch signifikant ( $p < 0,001$ , ANOVA mit posthoc-Scheffé-Test).

TIBs zeigten eine bessere Relation von Reinigungsleistung zu Einführkraft als RIBs.

**Schlüsselwörter:** Interdentalraumbürste, Interdentalraum, Reinigungsleistung, Einführwiderstand

**Cleaning efficacy and resistance to insertion of different shaped interdental brushes.** The aim of the study was to evaluate the cleaning efficacy and the resistance to insertion of round (RIB) and triangular interdental brushes (TIB) in different interdental space types.

In a split-cast-model extracted human teeth were used to create interdental spaces either equilateral in cross section or isosceles. After coating the teeth with a dye to simulate plaque and after cleaning the proximal surfaces (n=12), digital images were taken from the proximal surfaces in a highly standardized setup. After digital subtraction the cleaning efficacy was calculated. The same interdental spaces were used to measure the forces necessary for insertion.

Compared to RIBs, TIBs showed either statistically significant better cleaning efficacies at identical resistance to insertion or a lower resistance to insertion at identical cleaning efficacies. The effect was more pronounced in equilateral interdental spaces than in isosceles. The differences were statistically significant ( $p < 0,001$ , ANOVA with post hoc Scheffé test).

TIBs showed a better ratio between forces necessary for insertion and cleaning efficacies than RIBs.

**Keywords:** interdental brushes, interdental spaces, cleaning efficacy, resistance to insertion

## 1 Einleitung

Interdentalraumbürsten haben meist einen runden Querschnitt und bestehen aus Filamenten, die wendelförmig um einen gedrehten Drahtkern angeordnet sind. Es werden zylindrische oder konische Formen in verschiedenen Größen unterschieden [5, 16]. In einigen Studien konnte gezeigt werden, dass Interdentalraumbürsten eine bessere Reinigungsleistung aufweisen als z. B. Zahnseide oder Zahnhölzer [2, 3, 15, 17]. Entscheidend hierbei ist, dass nicht nur die approximalen Glattflächen sondern auch Wurzeleinziehungen durch die Anwendung von Interdentalraumbürsten gereinigt werden können [7, 9, 11, 15]. Diese Wurzeleinziehungen sind weit verbreitet, können an fast allen Zahntypen aufgefunden werden und gelten als lokale Risikofaktoren für die Progression einer Parodontitis [11, 13, 14]. Am In-vitro-Modell konnte gezeigt werden, dass sich die Reinigungsleistung von im Querschnitt runden Interdentalbürsten proportional zum Einführwiderstand verhält [6, 7]. Ein höherer Einführwiderstand führt allerdings zu häufigerem Verbiegen der Interdentalbürste und folglich zu einer geringeren Haltbarkeit. Reinigungsleistung und Einführwiderstand sind u. a. abhängig von Größe und Form des Interdentalraumes und der Interdentalbürsten, bzw. von der Kongruenz der Querschnitte von Interdentalraum und Interdentalbürste. Interdentalräume haben meist einen dreieckigen Querschnitt, der in seiner Ausprägung entweder eher einem gleichseitigen Dreieck mit drei annähernd gleichlangen Seiten oder eher einem gleichschenkligen mit einer schmaleren Basis und zwei gleichlangen Seiten nahe kommt. In der Vergangenheit wurde aus diesem Grund mehrfach postuliert, dass Interdentalraumbürsten mit im Querschnitt dreieckigen Bürstenköpfen eine verbesserte Relation zwischen Reinigungsleistung und Einführwiderstand hätten und damit einfacher zu handhaben wären als konventionelle, im Querschnitt runde Interdentalraumbürsten [1, 6, 7].

Seit kurzem sind erstmals Interdentalraumbürsten erhältlich, deren Form dem annähernd dreieckigen Querschnitt von Interdentalräumen angepasst wurde (Abb. 1). Das Ziel dieser In-vitro-Studie war es daher, die Reinigungsleistung und den Einführwiderstand von konventionellen runden und den neuen im Querschnitt annähernd dreieckigen Interdentalraumbürsten in Abhängigkeit von der Interdentalraumgeometrie zu untersuchen.

<sup>1</sup> Poliklinik für Zahnerhaltungskunde (Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Dr. H. J. Staehle), Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg



**Abbildung 1** Interdentalbürste mit dreieckigem Querschnitt im simulierten Interdentalraum

**Figure 1** Triangular interdental brush inserted in a simulated interdental space

## 2 Material und Methoden

Extrahierte karies- und restaurationsfreie menschliche Zähne wurden einzeln in Kunststoff fixiert. Die Versuchsanordnung erfolgte im Split-cast-Modell, wodurch in allen Phasen der Untersuchung eine exakt reproduzierbare Positionierung der Zähne gewährleistet wurde. Durch die standardisierte Platzierung zweier Zähne auf einem Sockel entstanden eindeutig reproduzierbare gleichseitige und gleichschenklige Interdentalräume. Nach digitaler Fotografie der Approximalfläche erfolgte zur Simulation der interdentalen Plaque zuerst die Reinigung beider korrespondierender Approximalflächen und dann das Auftragen einer dünnen Schicht Vaseline und einer blauen Kontaktfarbe (Blue Marker, Yeti Dentalprodukte, D-Engen), die die interdentalen Zahnoberflächen vollständig bedeckte. Die vollständig mit Kontaktfarbe bedeckte Approximalfläche wurde digital erfasst. Zur Simulation des Reinigungsvorgangs wurde eine Interdentalbürste von bukkal eingeführt und 3-mal mit einer Spannweite von 5 mm im Interdentalraum in Achrichtung des Drahtkerns hin und her bewegt. Die einzelnen Arbeitsschritte sind in den Abbildungen 2a bis 2c dargestellt. Nach erneuter Platzierung der Zähne vor der digitalen Kamera, wurden die gereinigten Approximalflächen einzeln fotografiert. Somit wurden die Ausgangssituation, die mit Kontaktfarbe bedeckte Approximalfläche und die gereinigte Approximalfläche standardisiert digital erfasst. Der Reinigungsvorgang fand für jede Bürste und jeden Interdentalraum 12-mal statt, wobei zwei verschiedene konventionelle, im Querschnitt runde Interdentalbürsten (RIB, Curaprox CPS 12, Curaden AG, Schweiz und Oral B Ultrafine, Oral-B-Laboratories, Boston, Massachusetts, USA) und zwei Größen von Prototypen (GABA #4 und GABA #5, GABA International AG, Schweiz) einer im Querschnitt annähernd dreieckigen Interdentalbürste (TIB, Abb. 1) verwendet wurden. Die TIBs wiesen im Querschnitt einen runden Filamentkern auf, der an drei Stellen verlängerte Filamente zeigte, so dass annähernd die Form eines Dreiecks entstand. Man unterschied daher einen Innen- und einen Außendurchmesser. Die Durchmesser der RIBs waren korrespondierend zu den Innendurchmessern der TIBs. Die getesteten Interdentalraumbürsten sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Durch die Versuchsanordnung in einem standardisierten Split-cast-Modell konnte digital ein Subtraktionsbild zwischen Ausgangssituation und dem Bild der gereinigten Ap-



**Abbildung 2a** Einfärben der beiden Approximalflächen zur Simulation der Plaque

**Figure 2a** Proximal tooth surfaces covered with a dye indicator to simulate plaque



**Abbildung 2b** Reinigung der Approximalflächen mit einer Interdentalbürste

**Figure 2b** Cleaning of the proximal tooth surfaces with an interdental brush



**Abbildung 2c** Ansicht der Approximalflächen nach der Reinigung

**Figure 2c** The proximal tooth surface after cleaning with an interdental brush

proximalfläche berechnet werden (Paint Shop Pro 5.0) [7, 8]. Das Subtraktionsbild wurde dichotomisiert und als Maß für die Reinigungsleistung diente die Anzahl der gegenüber dem Ausgangszustand veränderten Pixel (Scion Image, Scion Corporation, Washington, USA) [8, 9].

Zusätzlich erfolgte die Ermittlung des Einführwiderstandes der getesteten Interdentalbürsten mittels einer Universal-Prüfmaschine (Zwicki, Zwick GmbH und CoKG, D-Ulm). Die Interdentalbürste wurde so in einer Kraftmesszelle fixiert, dass ihre Spitze auf die Mitte des Interdentalraumes ausgerichtet war und sie sich mit einer Geschwindigkeit von 10 mm/sec senkrecht auf die Querschnittebene des Interdentalraumes zu bewegte (Abb. 3). Als Querschnittebene des Interdentalraumes wurde die Ebene definiert, die durch den Approximalkontakt und die beiden Längsachsen der Zähne gebildet wurde. Die Bewegung der Interdentalbürste und auf sie einwirkende Kräfte wurden mit 2000 Mes-

Interdentalraumbürste	Durchmesser	
	Innendurchmesser [mm]	Außendurchmesser [mm]
Curaden Curaprox CPS 12	3,0	
Oral B Ultrafine	2,5	
GABA #4	2,0	4,0
GABA #5	3,0	5,0

Tabelle 1 Durchmesser der getesteten Interdentalraumbürsten

Table 1 Diameters of the interdental brushes

Interdentalbürste	Reinigungsleistung	Einführwiderstand
Curaden Curaprox CPS 12	48 ± 7 %	0,60 ± 0,06 N
Oral B Ultrafine	45 ± 7 %	0,55 ± 0,02 N
GABA #4	51 ± 6 %	0,31 ± 0,02 N *
GABA #5	62 ± 7 % *	0,56 ± 0,06 N

\* p < 0,001

Tabelle 2 Ergebnisse für die gleichschenkligen Interdentalräume

Table 2 Cleaning efficacy and resistance to insertion of interdental brushes in isoscele interdental spaces

Interdentalbürste	Reinigungsleistung	Einführwiderstand
Curaden Curaprox CPS 12	38 ± 2 %	0,49 ± 0,01 N
Oral B Ultrafine	34 ± 3 %	0,76 ± 0,09 N *
GABA #4	38 ± 4 %	0,46 ± 0,12 N
GABA #5	43 ± 4 % *	0,41 ± 0,06 N

\* p < 0,001

Tabelle 3 Ergebnisse für die gleichseitigen Interdentalräume

Table 3 Cleaning efficacy and resistance to insertion of interdental brushes in equilateral interdental spaces

sungen/Sekunde registriert und in einem Kraft-Weg-Diagramm dargestellt. Dadurch konnten Artefakte identifiziert und der Vorgang ggf. wiederholt werden. Der Einführwiderstand wurde definiert als der größte Kraftaufwand beim Einbringen der Testbürsten in den Interdentalraum. Der Einführwiderstand wurde für jede Bürste und jeden Interdentalraum 5-mal gemessen.

### 3 Statistische Auswertung

Die Daten wurden mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS ausgewertet (SPSS 10.0, SPSS Inc., USA-Chicago). Für jeden Interdentalraum wurden die Mittelwerte berechnet. Die Unterschiede zwischen den Interdentalräumen wurden mit

ANOVA und anschließend post hoc-Scheffé-Test auf statistische Signifikanz geprüft [4].

### 4 Ergebnisse

In den gleichschenkligen Interdentalräumen (s. Tab. 2) zeigten die TIBs eine Reinigungsleistung von 51 ± 6 % (GABA #4) bzw. 62 ± 7 % (GABA #5), während die Reinigungsleistung für die korrespondierenden RIBs 48 ± 7 % (Curaden Curaprox CPS 12), bzw. 45 ± 7 % (Oral B Ultrafine) betrug. Die Reinigungsleistung von GABA #5 war statistisch signifikant besser als die der anderen untersuchten Bürsten (p<0,001). Bezüglich der Einführwiderstände wurden bei den TIBs Kräfte von 0,56 ± 0,06 N (GABA #5) und 0,31 ± 0,02 N (GABA #4) gemessen, bei den RIBs traten Kräfte von 0,60 ± 0,06 N (Curaden Curaprox CPS 12) und 0,55 ± 0,02 N (Oral B Ultrafine) auf. Die Einführwiderstände waren bei GABA #4 statistisch signifikant niedriger als bei den anderen untersuchten Bürsten (p<0,001).

Die Unterschiede waren bei den gleichschenkligen Interdentalräumen ausgeprägter als bei den gleichseitigen Interdentalräumen (s. Tab. 3).

### 5 Diskussion

Trotz hoher klinischer Relevanz beschäftigen sich bisher sehr wenige Publikationen mit der Effektivität von Hilfsmitteln zur Reinigung von Interdentalräumen. Eine mögliche Ursache liegt sicherlich darin, dass die Approximalräume bei geschlossener Zahnreihe in der Regel nicht direkt einsehbar sind. Dies führt dazu, dass in klinischen Studien lediglich indirekte Maße, wie die Bestimmung des Entzündungsgrades der Interdentalpapille als Kriterium für die Reinigungsleistung herangezogen werden können oder aufwändige Testmethoden, wie z. B. die Bestimmung der approximalen Restplaque Anwendung finden müssen [18].

In der Regel wird zwar von der plausiblen Annahme ausgegangen, dass Interdentalraumbürsten umso besser reinigen, je besser ihre Größe der Größe des zu reinigenden Interdentalraums angepasst wurde. Eine direkte Beurteilung der Reinigungsleistung *in vivo* ist allerdings nicht möglich. Will man die Reinigungsleistung unter dem Aspekt der Individualität in Größe, Form und Oberflächenanatomie des Interdentalraums differenzierter untersuchen, ist man auf In-vitro-Modelle angewiesen, obwohl auch da das Problem besteht, dass zur Simulation der klinischen Situation die zu untersuchenden Approximalflächen während der Reinigung einander zugewandt und nicht einsehbar sind. In der vorliegenden Studie wurde daher ein In-vitro-Modell eingesetzt, das aufgrund eines hoch präzisen Split-cast-Systems sowohl die digitale Analyse der Approximalflächen als auch die Reinigung des Interdentalraums in der anatomischen Relation der Zähne erlaubt. An denselben Interdentalräumen konnten außerdem die zum Einführen der Interdentalraumbürste erforderlichen Kräfte bestimmt werden, wodurch erstmals Reinigungsleistung und Einführkräfte direkt miteinander korreliert werden konnten.

Darüber hinaus wurden Interdentalräume unterschiedlicher Form (annähernd gleichschenklige und annähernd gleichseitige) untersucht, d. h. verschiedene klinische Situationen konnten unter kontrollierten, standardisierten und exakt reproduzierbaren Bedingungen simuliert werden. Von Vorteil war hierbei die Verwendung von extrahierten menschlichen Zähnen, da die Oberflächencharakteristik der Zähne im Modell derjenigen *in vivo* entspricht. Auf der anderen Seite führt dies zu Unterschieden zwischen den verschiedenen Interdentalräumen, so dass sie keine idealen,



**Abbildung 3** Universalprüfmaschine Zwicki-Zwick zur Messung der Einführwiderstände

**Figure 3** Universal testing machine (Zwicki-Zwick) for measuring the forces necessary to insert the interdental brushes

gleichseitigen, bzw. gleichschenkligen Dreiecke als Querschnitt aufwiesen. Standardisierte digitale Fotos vor und nach der Reinigung der Approximalflächen ermöglichten es, digitale Subtraktionsbilder zu berechnen, und auf diese Weise die Reinigungsleistung untersuchungs- und untersucherunabhängig zu bewerten und zu vergleichen. Die Zuverlässigkeit dieser Versuchsanordnung wurde bereits durch mehrere Studien gezeigt [7, 9]. Erstmals wurden jedoch dieselben Interdentalräume benutzt, um die Einführwiderstände ebenfalls in einer standardisierten Versuchsanordnung zu bestimmen.

Diese Vorgehensweise hat mehrere Vorteile. Zum einen wurde bei Interdentalraumbürsten der Einführwiderstand als wichtigster klinisch relevanter Prädiktor für deren Reinigungswirkung beschrieben [7]. Umgekehrt sind Reinigungsleistung und Einführwiderstand unterschiedlich, wenn dieselbe Interdentalbürste in verschiedenen großen und unterschiedlich geformten Interdentalräumen eingesetzt wird [6]. Je unterschiedlicher die zu vergleichenden Interdentalbürsten sind, desto wichtiger wird es daher, nicht nur die Reinigungsleistung sondern auch die zur Einführung erforderlichen Kräfte zu bestimmen. Dies gilt in besonderem Maße, wenn sich die Bürsten in ihrer Querschnittsform unterscheiden, so dass ein direkter Vergleich der Durchmesser nicht möglich ist.

Jedes In-vitro-Modell hat jedoch auch seine Grenzen. Einen wesentlichen Nachteil stellt häufig die Simulation der interdentalen Plaque dar. Die Eigenschaften der verwendeten Kontaktfarbe haben kaum Ähnlichkeit mit denen einer interdentalen Plaque. Dies ist jedoch für die Fragestellung dieser Studie nicht relevant. Aus vielen klinischen Experimenten ist bekannt, dass Bürsten in der Lage sind, dort Plaque wirksam zu entfernen, wo ein direkter Kontakt der Filamente mit der Zahnoberfläche erfolgt. Entscheidend ist daher die Größe der Kontaktfläche zwischen den Filamenten einer Interdentalbürste und den Approximalflächen. Die Untersuchung der Kontaktflächen ist also für die Fragestellung ausreichend, so lange die Härte der Filamente nicht wesentlich verringert wird. Es kann vielmehr von der Annahme ausgegangen werden, dass die Reinigungsleistung umso



**Abbildung 4** „Regenschirm-Effekt“: Die Filamente der Interdentalbürste legen sich um den Drahtkern dicht übereinander, ähnlich wie bei einem zusammengeklappten Regenschirm

**Figure 4** „Umbrella-effect“: umbrella like overlapping of the filaments during insertion with the consequence of a thickening of the incompressible diameter of the brush

besser ist, umso mehr Kontakte der Filamente mit der Zahnoberfläche nachzuweisen sind. Aus diesem Grunde ist auch die Bürstfrequenz und -geschwindigkeit in weiten Bereichen ohne Einfluss auf die Reinigungswirkung und die in der Studie vorgegebenen Rahmenbedingungen für eine Standardisierung des Messvorganges sind für die Erzielung reproduzierbarer Ergebnisse ausreichend. Einen weiteren potentiellen Nachteil des In-vitro-Modells stellte die Simulation der Gingiva aus Kunststoff dar, die sich im In-vitro-Modell bzgl. ihrer Elastizität anders verhält als *in vivo*. Klinisch wird die Papille bei der Interdentalraumreinigung komprimiert und Filamente der Interdentalbürste reichen bis in den Sulkus, wodurch zusätzlich eine leicht subgingivale Reinigung erreicht werden kann. Im In-vitro-Modell war weder eine Papille vorhanden, die komprimiert werden könnte, noch ein Sulkus, in den die Filamente gelangen können. Da beide Effekte nebeneinander auftraten, wurde der Unterschied zwischen der klinischen und der *In-vitro*-Situation vermutlich minimiert. Morphologisch konnte im In-vitro-Modell jedoch beobachtet werden, dass die Filamente der im Querschnitt runden Interdentalbürsten entweder direkt apikal des Kontaktpunktes oder am simulierten Gingivarand nur unzureichenden bis gar keinen Kontakt mit der Zahnoberfläche aufwiesen, woraus in diesen Bereichen eine schlechtere Reinigungsleistung resultierte. Diese möglichen Kariesprädispositionsstellen zeigten bei Verwendung der im Querschnitt dreieckigen Interdentalbürste im In-vitro-Modell eine deutlich bessere Reinigung.

Zur Beurteilung der Effektivität von Hilfsmitteln für die Zahnzwischenräume sollten mehrere Faktoren berücksichtigt werden. Entscheidend sind in erster Linie die Reinigungsleistung in Abhängigkeit lokaler Besonderheiten des Interdentalraumes. Weitere wichtige Faktoren stellen aber auch die Handhabung und die Akzeptanz durch den Patienten dar. Bei der Verwendung von Interdentalbürsten besteht ein nicht unerhebliches Verletzungsrisiko. Dies ist auf der einen Seite mechanisch bedingt, da sich an der Spitze der Interdentalbürste oft scharfe Kanten befinden. Auf der anderen Seite entspricht die im Querschnitt runde Form der Interdentalbürste in der Regel nicht der Form des Interden-

traumes, wodurch sich beim Einführen der Interdentalbürste in den Zahnzwischenraum oft Schwierigkeiten für den Anwender ergeben [8, 10, 12]. Ein Phänomen hierbei ist der sog. „Regenschirm-Effekt“, der dem „Blocking-Effekt“ bei Zahnbürsten entspricht: Beim Einführen in den Zahnzwischenraum legen sich die Filamente der Interdentalbürste um den Drahtkern dicht übereinander, vergleichbar mit einem geschlossenen Regenschirm (Abb. 4). Die Reinigungsleistung wird hierdurch vermindert und der Einführwiderstand erhöht. Durch den Kontaktpunkt wird die Spitze der Interdentalbürste Richtung Papille oder Gingiva abgelenkt und kann diese verletzen [8]. Solche schmerzhafte Erfahrungen führen häufig zu einer Ablehnung von Interdentalraumbürsten durch den Patienten. Durch eine Reduktion des Einführwiderstandes könnte somit die Handhabung für den Patienten vereinfacht, das Verletzungspotential verringert und somit die Akzeptanz erhöht werden.

Trotz der oben genannten Nachteile hat die vorliegende Studie daher mehrere entscheidende Vorteile. Die Untersuchung der Effektivität der getesteten Interdentalraumbürsten bezog sich sowohl auf die Reinigungsleistungen als auch auf die Einführwiderstände. Die Anordnung im Split-cast-Modell machte es möglich Interdentalräume unterschiedlicher Ausformung zu simulieren und die Reinigungsleistung direkt an den Approximalflächen digital zu bewerten. Da sich die getesteten Interdentalraumbürsten im Querschnitt unterscheiden und dies einen objektiven Vergleich erschwerte, wurden die Einführwiderstände als zusätzliche Parameter zur Bewertung hinzugezogen. In-vitro-Studien an konventionellen, im Querschnitt runden Interdentalbürsten zeigten, dass eine Assoziation zwischen der Reinigungsleistung und dem Einführwiderstand besteht. Dieser ist auf der einen Seite abhängig von Bürstengröße und -form und auf der anderen Seite von Form und Größe des Interdentalraumes [6]. Geringere Einführwiderstände bei gleichbleibender oder sogar besserer Reinigungsleistung würden nicht nur die Handhabung und Akzeptanz durch den Patienten verbessern, sondern wären auch effektiver in der Plaquebeseitigung. Von Vorteil ist hierbei, dass die Einführwiderstände ebenfalls in einem standardisierten Modell an exakt denselben Interdentalräumen bestimmt werden konnten wie die Reinigungsleistung. Somit sind die Reinigungsleistung und der Einführwiderstand repräsentative Parameter für die Effektivität von Interdentalbürstchen. Im optimalen Fall findet sich eine gute Reinigungsleistung bei einfacher Handhabung, d. h. möglichst geringem Einführwiderstand.

## 6 Schlussfolgerung

Unter Berücksichtigung der verschiedenen Vor- und Nachteile des Studiendesigns zeigte sich, dass die im Querschnitt dreieckige Interdentalbürste entweder eine bessere Reinigungsleistung bei gleichem Einführwiderstand oder geringere Einführwiderstände bei gleicher Reinigungsleistung aufwies, als im Querschnitt runde Interdentalbürsten. Die getesteten TIBs wiesen also eine bessere Relation von Reini-

gungsleistung zu Einführkraft als RIBs auf. Dabei waren die Unterschiede zwischen den RIBs und TIBs im annähernd gleichschenkligen Interdentalraum ausgeprägter als im annähernd gleichseitigen. Unter den Limitationen einer In-vitro-Studie kann gefolgert werden, dass im Querschnitt dreieckige Interdentalbürsten den zylindrischen in einigen Faktoren überlegen sind. Die Ergebnisse dieser Studie stützen die Hypothese, dass Interdentalbürsten einen dreieckigen statt einen runden Querschnitt haben sollten.

Diese Studie wurde unterstützt von GABA International AG, Schweiz.

## Literatur

- 1 Axelsson P: Needs related plaque control measures based on risk prediction. In: Proceedings of the European Workshop on Mechanical Plaque Control, Castle of Münchenweiler, Berne, Switzerland. Quintessenz-Verlag, Berlin 1998, 190-247
- 2 Bergenholtz A, Olsson A: Efficacy of plaque-removal using interdental brushes and waxed dental floss. *Scand J Dent Res* 92, 198-203 (1984)
- 3 Christou V, Timmerman MF, Van der Velden U, Van der Weijden FA: Comparison of different approaches of interdental oral hygiene: interdental brushes versus dental floss. *J Periodontol* 69, 759-764 (1998)
- 4 Dawson-Saunders B, Trapp RG: Basic & clinical biostatistics. Norwalk. Appleton & Lange 1994, 125-142
- 5 Dörfer CE, Oliveira SM, Staehle HJ: Charakterisierung von Interdentalraumbürsten. *Dtsch Zahnärztl Z* 49, 792-795 (1994)
- 6 Dörfer CE, Spiry S, Staehle HJ: Krafteinwirkung auf die Wände des Interdentalraums durch Interdentalraumbürsten. *Dtsch Zahnärztl Z* 50, 904-906 (1995)
- 7 Dörfer CE, Spiry S, Staehle HJ: Reinigungseffizienz von Interdentalraumbürsten in vitro. *Dtsch Zahnärztl Z* 52, 427-430 (1997)
- 8 Dörfer CE, Staehle HJ: Aktuelle Aspekte der Interdentalraumreinigung Teil II. *Zahnärztl Mitt* 88, 376-384 (1998)
- 9 Dörfer CE, Weidtmann K: Experimentelle Untersuchung zur Reinigungsmöglichkeit tunnelierter Zähne. *Dtsch Zahnärztl Z* 53, 349-353 (1998)
- 10 Dörfer CE, Staehle HJ: Interdentalhygiene. *GPZ-Report* 2 (1), 25-29 (1999)
- 11 Dörfer CE, Stückgen D, Cheung F, Staehle HJ: Häufigkeit und Morphologie von Wurzeleinziehungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 55, 257-263 (2000)
- 12 Dörfer CE: Hilfsmittel zur effektiven Mundhygiene – Die Qual der Wahl. *ZMK* 18, 376-382 (2002)
- 13 Everett FG, Kramer GM: The disto-lingual groove in the maxillary lateral incisor; a periodontal hazard. *J Periodontol* 43, 352-361 (1972)
- 14 Gher ME, Vernino AR: Root morphology - clinical significance in pathogenesis and treatment of periodontal disease. *J Am Dent Assoc* 101, 627-633 (1980)
- 15 Kiger RD, Nylund K, Feller RP: A comparison of proximal plaque removal using floss and interdental brushes. *J Clin Periodontol* 18, 681-684 (1991)
- 16 Oliveira SM, Dörfer CE, Staehle HJ: Escovas Interdentais: Alguns Aspectos Morfológicos de Interesse Clínico. *Rev Assoc Paulista de Cirurgiões Dentistas* 51, 143-149 (1997)
- 17 Yamamoto N, Hasegawa K, Sueda T, Kinoshita S: [The effects of interdental brush and dental floss in the reduction of interdental plaque (author's transl)]. *Nippon Shishubyo Gakkai Kaishi* 17, 258-264 (1975)
- 18 Sjögren K, Lundberg AB, Birkhed D, Dudgeon DJ, Johnson MR: Interproximal plaque mass and fluoride retention after brushing and flossing – a comparative study on powered toothbrushing, manual toothbrushing and flossing. *Oral Health Prev Dent* 2, 119-124 (2004).

## ■ Korrespondenzadresse:

Dr. Daniela Joerss  
 MZK-Klinik Heidelberg  
 Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie  
 Im Neuenheimer Feld 400  
 D-69120 Heidelberg  
 E-Mail: daniela\_joerss@med.uni-heidelberg.de