

Tomas Lang, Marianne von Schmettow, Kristina Grotzky, Peter Gängler

Plauekontrolle mit elektrischer Lamellenzahnbürste – präklinische und randomisierte klinische Untersuchungen

Indizes: Lamellenzahnbürste, Plauekontrolle, RCT-Plauekplanimetrie, Robotertest, Schallzahnbürste

Mechanische Plauekontrolle ist der effektivste Weg zur Verhinderung einer potenziell pathogenen Plauekmaturation. Die Effektivität der Anwendung von Zahnbürsten zur Plauekkontrolle hängt von vielen Faktoren ab, darunter von der Technologie und der Anwenderfreundlichkeit. Eine neue Lamellenzahnbürste mit Vibration und manuellen Bewegungen (lateral, vertikal und sagittal) unter Kaukraft (ca. 7,5 N) wurde im Robotertest und erstmals als Serienprodukt in einer klinischen Studie im Vergleich zur Effizienz einer elektrischen Schallzahnbürste bewertet. Zur Unterstützung der Vibrationsübertragung auf die Zahnflächen wurde ein fluoridhaltiger Zahnschaum mit 1.450 ppm Fluorid eingesetzt. Hauptziel der Untersuchung war die Plauekkontrolle mit Intraoralfotografie und Bewertung mit dem klinischen Planimetrischen Plauek-Index clinPPI an neun Feldern bukkal und palatal/lingual aller Zähne und mit einem neuen Okklusalexindex an zwei Feldern der Prämolaren und vier Feldern der Molaren (oPPI). Präklinisch hatte der Robotertest eine Auswertung an 24 Feldern von vier Situs aller Zähne mit pixelgenauen Prozentwerten ermöglicht. Die Vergleiche wurden mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test und dem Shapiro-Wilk-Test statistisch gesichert. Im Robotertest waren mit Ausnahme der anterioren Approximalflächen alle anderen Werte der Lamellenzahnbürste (30,7–87,6 % Plauekentfernung) der Schallzahnbürste hochsignifikant überlegen. In der randomisierten klinischen Studie war die Schallzahnbürste bei der Plauekentfernung an den vestibulären Flächen der Lamellenbürste überlegen. An allen Risikofeldern bukkal und lingual/palatal sowie approximal gab es nach vier, elf und 18 Tagen keine signifikante Differenzierung zwischen beiden Bürsten, lediglich nach 25 Tagen eine Überlegenheit für die Schallzahnbürste an palatalen und lingualen Risikoflächen. Die Gesamtplauekkontrolle an allen Flächen aller Zähne erreicht vom 4. bis 25. Tag 0,4 bis 0,5 PPI mit der Lamellenbürste gegenüber 0,7 PPI mit der Schallzahnbürste. Der komplexe Lamellenvibrationsvorgang mit einem Übertragungsmedium, dem Zahnschaum, ist gegenüber der Schallübertragung über Filamente mit konventioneller Zahnpasta im hochstandardisierten Robotertest überlegen, im klinischen Test ebenbürtig. Die Plauekkontrolle an allen Zähnen gleichzeitig für eine Minute ist klinisch effektiv.

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten

Eine neue elektrische Lamellenzahnbürste mit Vibrationsmotor und manueller sowie okklusaler Bewegung wird umfassend in Robotertests präklinisch und schließlich klinisch-randomisiert im Crossover-Protokoll mit der Philips Sonicare-Bürste verglichen. Während im hochstandardisierten Robotertest die Lamellenzahnbürste der Sonicare überlegen ist, erreicht sie bei der Plauekkontrolle im klinischen Test vergleichbare Werte, weshalb sie für die optimale Mundhygiene uneingeschränkt empfohlen wird.

EINLEITUNG

Die Pathogenese der Zahnkaries und der marginalen Parodontitis ist morphologisch, mikromorphologisch, molekularbiologisch und mikrobiologisch sehr gut untersucht. Die Ätiologie beider Erkrankungen von globaler Verbreitung mit einer Frequenz von über 90 % bei älteren Menschen ist dagegen unbekannt und wissenschaftlich strittig^{5, 6, 10}. Die Karies mit Kavitation in Zahnschmelz und Dentin und die etablierte marginale Parodontitis sind lebenslange Erkrankungen mit einer nach wie vor hohen Zahnverlustrate. Orale Biofilme auf den Zähnen und Weichgeweben sind mikrobiologisch hochkomplex und tragen zur Eubiose des oro-gastro-intestinalen Mikrobioms bei. Darüber hinaus unterstützen sie die Zähne bei der Aufrechterhaltung einer balancierten Ionenwippe der kontinuierlichen, lebenslangen De- und

Manuskript

Eingang: 23.03.2023

Annahme: 10.08.2023

Remineralisation. Zahnplaque besteht aus kommensalen Bakterien und Pilzen und ist daher erst pathogen, wenn sie auch Karies und/oder marginale Parodontitis an irgendeinem Situs irgendeines Zahns auslöst.

Strittig ist, ob eine Dysbiose des Biofilms mit potenziell pathogenen Keimen durch lokale exogene Einflüsse der oralen Erkrankung vorausgeht oder eher der Zusammenbruch der lokalen Wirtsabwehr mit systemischen Einflüssen am betroffenen Situs die Demineralisation und/oder Inflammation auslöst. Völlig unstrittig ist jedoch, dass die mechanische Plaquekontrolle der effektivste Weg zur Verhinderung einer potenziell pathogenen Plaquematuration ist.

Das Gleichgewicht des oralen Mikrobioms ist wichtig für die Erhaltung der Zahngesundheit¹⁰. Eine Verschiebung kann zu Störungen führen und Erkrankungen von Zähnen und Zahnfleisch begünstigen¹⁰. Die mechanische Plaquekontrolle etwa mit elektrischen Schallzahnbrüsten ist eine Maßnahme zum Schutz vor der Entstehung von Gingivitis, der Vorstufe einer Parodontitis¹.

Die Effektivität der Anwendung von Zahnbrüsten hängt von vielen Faktoren ab, darunter von der Technologie und der Anwenderfreundlichkeit. Eine große Herausforderung bleibt die konsequente Einhaltung einer verlässlichen Putztechnik.

Ab dem Kindergarten wird in der Gruppenprophylaxe das richtige Zähneputzen unterrichtet; dennoch putzen anscheinend viele Jugendliche und Erwachsene ihre Zähne nicht richtig, wie zwei aktuelle Studien der Universität Gießen zeigen^{3,4}. Danach ist die Putztechnik oft unzureichend, und ebenso fällt die Reinigung der Zahninnenflächen deutlich schlechter aus als die der Außenflächen. Eine mögliche Erklärung dafür sind unterschiedliche manuelle Fertigkeit und Konzentration.

Auch elektrische Schallzahnbrüsten müssen vom Anwender geführt werden – über alle Zahnflächen in allen Quadranten nacheinander. Kürzlich fanden Schlüter et al. in einer explorativen klinischen Studie, dass möglicherweise auch der Erfolg bei der Anwendung einer elektrischen Schallzahnbrüste weniger von der Bewegung durch den Motor als vielmehr von der Putztechnik abhängt³.

Motivation ist ebenfalls ein wesentlicher Faktor, wie Axelsson zeigen konnte². Neuartige Zahnputzsysteme mit vereinfachter Handhabung könnten dabei helfen, die Abhängigkeit von den individuellen Fähigkeiten des Anwenders zu verringern, und auch dadurch zu einer erhöhten Motivation beitragen. Wichtige Grundvoraussetzung dafür ist, dass solche Geräte funktionieren und Plaque effizient entfernen, ohne Zähne und Zahnfleisch zu schaden.

Rundum-Zahnbrüsten sollen alle Zähne gleichmäßig erreichen. Solche Geräte scheitern z. B. an der effektiven Anpassung an den Kiefer mit dem erforderlichen engen Kontakt zu den Zahnflächen¹⁴. Ein Gerät zeigte in einer randomisierten klinischen Crossover-Studie im Vergleich zu einer elektrischen Standardzahnbrüste keine messbare Reinigungsleistung¹².

Ende 2021 wurde eine elektrische Lamellenzahnbrüste mit weiterentwickelter Technologie in den deutschen Markt eingeführt. Bereits die mehrjährige Entwicklungsphase wurde wissenschaftlich begleitet⁷.

Es handelt sich um ein neues biophysikalisches Wirkungsprinzip mit einer Kombination von Lamellenvibration mit dreidimensionaler manueller Bewegung. Das Mundstück der Lamellenzahnbrüste umfasst zugleich bis zu 32 Zähne, um alle zugänglichen Zahnflächen zeitgleich zu erreichen. Ein Vibrationsmotor im Handstück versetzt über die Mundstückgeometrie die Lamellen in zielgerichtete Bewegungen entlang der Zahnflächen. Die schwimmende Lagerung sorgt für die Anpassung der Lamellen an die Zähne und damit den erforderlichen direkten Kontakt. Unterstützt wird die Mechanik durch leichtes Kauen und vertikale sowie seitliche Bewegungen mit dem Handstück, um alle Zähne und den Gingivarand zu erreichen. Verwendet wird die Lamellenzahnbrüste in Kombination mit dafür entwickeltem fluoridhaltigem Zahnschaum oder Zahngel; die optimierte Putzdauer beträgt 60 Sekunden⁹.

Für die abschließende präklinische und folgende klinische Prüfung stand das Serienmodell zur Verfügung, dessen Eignung für die Zahnreinigung im Alltag mit folgender Fragestellung untersucht wurde:

1. Ist die Plaquekontrolle an 24 koronalen Planimetriefeldern an allen Zähnen bei Anwendung der elektrischen Lamellenzahnbrüste effektiver, gleichwertig oder weniger effektiv als die Reinigungsleistung der Referenzzahnbrüste?
2. Ist die klinisch erreichbare Plaquekontrolle an 18 Planimetriefeldern an jedem Zahn nach 60 Sekunden mit der Lamellenzahnbrüste effektiver, gleichwertig oder weniger effektiv als die Reinigungsleistung der Referenzzahnbrüste in einer Crossover-RC-Studie?
3. Wie entwickeln sich die Reinigungsergebnisse in beiden Gruppen von der Baseline zu einer Woche, nach zwei Wochen und zum Versuchsende nach drei Wochen?
4. Ist der Prozentsatz der Plaquekontrolle in den Risikofeldern, Risikoarealen und zwei Situs aller Zähne in beiden Gruppen vergleichbar oder unterschiedlich?

MATERIAL UND METHODEN

Elektrische Lamellenzahnbrüste UNIQE

Die Lamellenzahnbrüste mit Vibrationsmotor (120 Hz) hat auswechselbare Mundstücke in drei Größen (L, M, S). Diese sind beidseits mit einer Vertiefung in Form des Kieferbogens ausgestattet, die bei Anwendung den Kiefer umschließt. Es erfolgt durch den Druck beim sanften Zubeißen eine leichte Anpassung an die jeweilige Kieferform, sodass die Lamellen optimalen Kontakt zu den Zähnen haben (s. Anhang, S. 12).

Zahnschaum (1.450 ppm Natriumfluorid) wird zwischen den Lamellen eingefüllt. Durch den Motor werden die Lamellen in schiebende Bewegung versetzt, und in Kombination mit dem verflüssigten Schaum

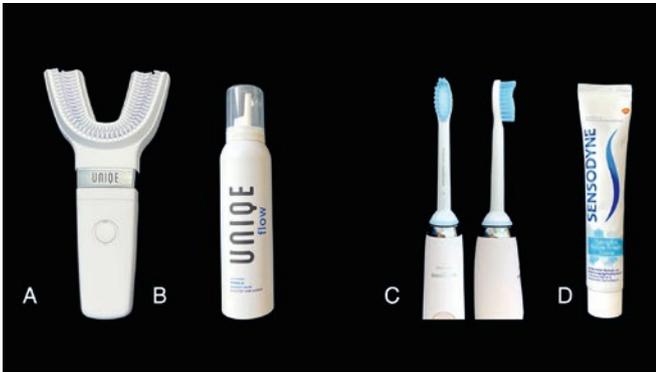


Abb. 1 A – Unique mit Mundstück S, B – Unique Flow Zahnschaum, C – Philips Sonicare Diamond Clean mit Sensitive Kopf, D – Sensodyne Sensitiv Extra Frisch Zahncreme

wird die Plaque von den Zahnflächen entfernt. Dies wird mit unterstützenden Kau- und Seitwärtsbewegungen und Auf-und-ab-Bewegungen unterstützt.

Elektrische Schallzahnbürste

Als Vergleichsprodukt wurde mit Philips Sonicare Diamond Clean eine führende elektrische Schallzahnbürste in der Sensitive-Ausführung ausgewählt, da in der Klasse der Rundumzahnbürsten kein Produkt mit nachgewiesener Funktion zur Verfügung stand. Zahnpasta war Sensodyne Extrafrisch (1.450 ppm Natriumfluorid).

Präklinische Prüfung

Eingesetzt wurde ein klinisch validierter In-vitro-Robotertest an replizierten menschlichen KaVo-Zähnen in anatomischer Position mit organischer Plaqueformel zur Simulation eines Zwölf-Stunden-Plaqueswachstums.

Das Roboterprogramm für die Schallzahnbürste entsprach den Empfehlungen des Herstellers mit einer empfohlenen Putzkraft von 1,5 N für alle vier Quadranten in 120 Sekunden.

Die Lamellenzahnbürste wurde während des Testlaufs bei einer Okklusalkraft von 7,5 N lateral (12 mm), sagittal (3 mm) und vertikal (4 mm) bewegt: Die automatisierte Plaqueplanimetrie wurde an vier Inzisivi, Kanini, zwei Prämolaren und drei Molaren durchgeführt. An 24 Planimetriefeldern pro Zahn wurde die prozentuale PG-Plaquereduktion gemessen.

Ein neuer planimetrischer Okklusal-Plaque-Index oPPI wurde eingeführt mit je zwei Feldern an den Prämolaren und je vier Feldern an den Molaren⁷. Dabei wird auf eine binäre Kodierung verzichtet und dafür werden die drei Grade 0 bis 2 kodiert. Das war besonders wichtig, weil die Lamellenzahnbürste auch okklusal bürstet. Dieser oPPI kann ebenso für alle klinischen Fragestellungen eingesetzt werden.

Statistik

Der Kolmogorov-Smirnov-Test prüfte immer die Normalverteilung der Plaqueentfernung, und wenn diese in der Regel akzeptiert wurde, folgte ein unabhängiger Zwei-Seiten-t-Test (s. Anhang, S. 44 ff.).

Klinische Prüfung

Die klinische Prüfung der Lamellenzahnbürste (Testgruppe) erfolgte vergleichend mit der Schallzahnbürste (Kontrollgruppe) als randomisierte Crossover-Studie über 21 Tage an 21 Probanden in zwei Praxis-testzentren. Das positive Votum der Ethikkommission der Universität Witten/Herdecke (EK 220/2019) lag vor, und die DRKS-Registrierung erfolgte unter ID: DRKS00024136. Es erfolgte eine Blockrandomisierung mit Balancierung, die Poweranalyse lag bei 19 Probanden bei 0,823.

21 Probanden zwischen 18 und 65 Jahren unterzogen sich zu Versuchsbeginn einer professionellen Zahnreinigung. Sie wurden randomisiert der Test- und der Kontrollgruppe zugewiesen. Anschließend wurde der Plaquestatus dokumentiert. Die Erstanwendung beider Produkte erfolgte unter professioneller Aufsicht, das Unique-Mundstück wurde durch die Study Nurse ausgewählt.

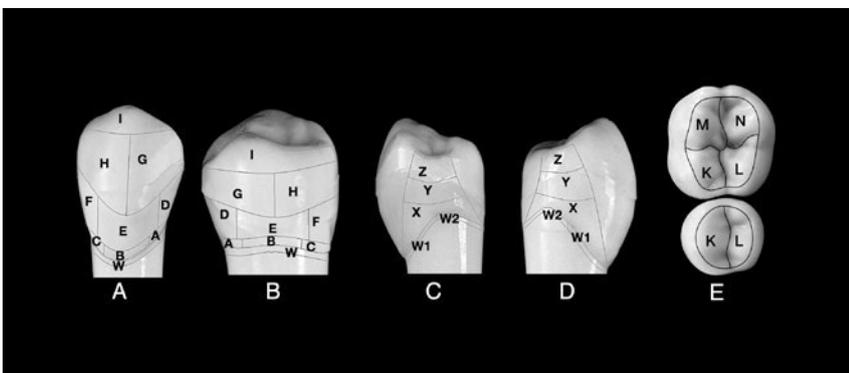


Abb. 2 Planimetrischer Plaque-Index (PPI) und Okklusaler Planimetrischer Plaque-Index (oPPI); A: Planimetriefelder bukkal, A–I – koronal, W – radikulär; B: Planimetriefelder lingual A–I – koronal, W – radikulär; C: Planimetriefelder anterior X–Z koronal, W1, W2 radikulär; D: Planimetriefelder posterior X–Z koronal, W1, W2 radikulär; E: Planimetriefelder okklusal, K, L Prämolaren, K–N Molaren

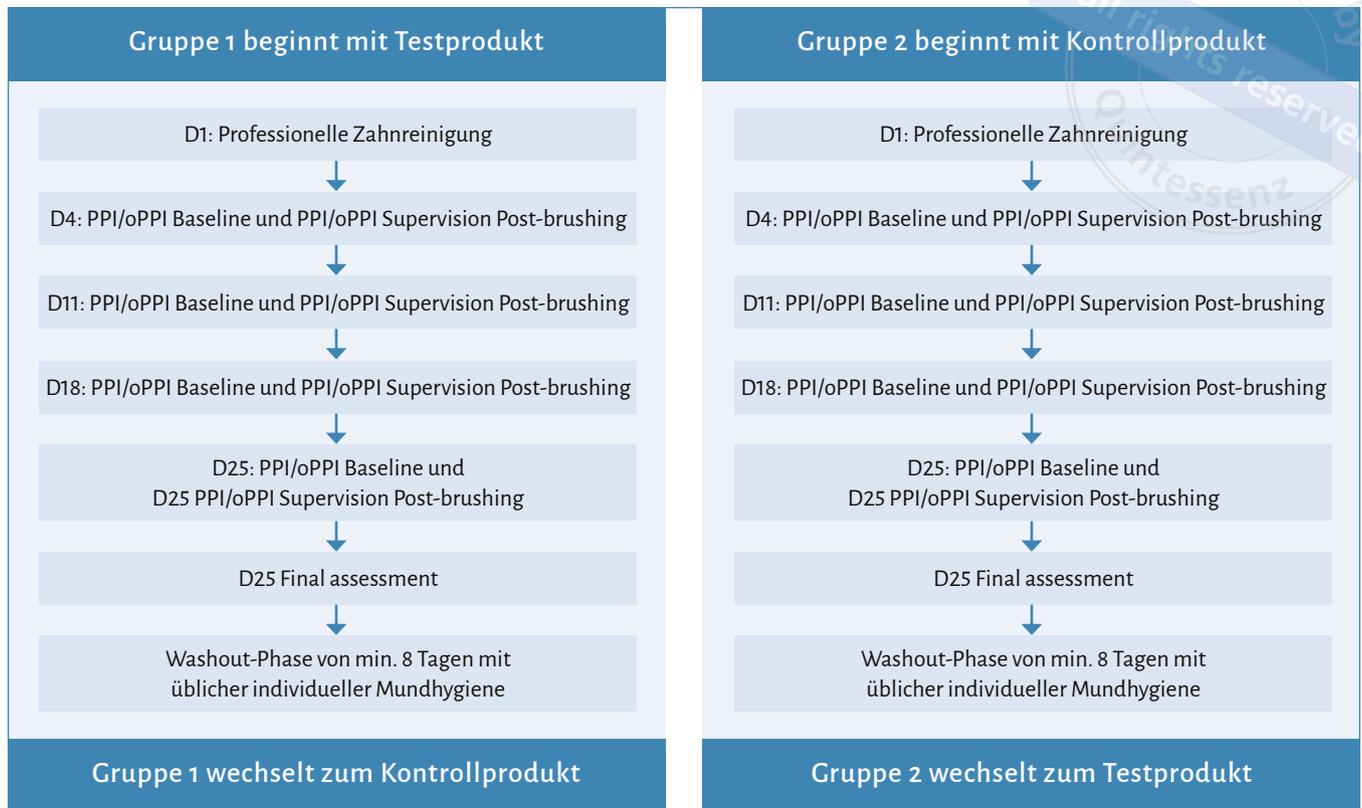


Abb. 3 Zeitprotokoll der klinischen RCT-Crossover-Studie

Die Probanden führen danach zweimal täglich eigenständig die Zahnreinigung nach den gleichen Vorgaben wie im präklinischen Test mit dem jeweiligen Produkt durch. Das klinische Programm umfasste nach der Erstinstruktion der Probanden für beide Gruppen eine wöchentliche Putzkontrolle unter Supervision. Dabei wurde die Plaueakkumulation angefärbt und mit einer Spiegelreflexkamera dokumentiert. Nach drei Wochen Versuchsdauer wurde ein Endergebnis für die jeweilige Versuchsgruppe dokumentiert. Nach einer Karenz von mindestens einer Woche wurde erneut eine professionelle Zahnreinigung durchgeführt, und die randomisierten Probanden wechselten das Produkt, um den Ablauf mit dem jeweils anderen Produkt zu wiederholen (Abb. 3).

Klinische Plaueplanimetrie

Die planimetrische Plaueerfassung erfolgte an allen Zähnen bukkal, palatal/lingual und okklusal mit intraoraler Fotografie der angefärbten Plaue. Die Zahnaufnahmen wurden digitalisiert und je neun Planimetriefelder bukkal und palatal/lingual an allen Zähnen sowie zwei Okklusalfelder an Prämolaren und vier Okklusalfelder an Molaren blind ausgewertet. Dabei wurde der PPI in vivo nach Lang et al.⁸ und der oPPI nach Gängler et al.⁷ angewendet (Abb. 2). Bewertet wurde die

Prä-/Post-Putz-Kodierung je Planimetriefeld (0 = keine Plaue; 1 < 50 % Restplaue; 2 > 50 % Restplaue).

Das Putzergebnis war das Delta vor dem Putzen zur Plauebedeckung nach dem Putzen.

Statistik

Kolmogorov-Smirnov-Test und Shapiro-Wilk-Test wurden zur Prüfung der 80 Parameter der Plaueentfernung auf Normalverteilung eingesetzt. Nach Akzeptanz konnte ein abhängiger Zweiseiten-t-Test durchgeführt werden mit Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen in Fehlerbalkendiagrammen. Der Weg vom Levene-Test auf Homoskedastizität bis zur Validierung durch einen parametrischen t-Test ist ausfuhrlieh im Anhang dargestellt (Anhang, S. 44 ff.). Die Fehlerbalkendarstellung ist für die Plaueplanimetrie am besten geeignet.

ERGEBNISSE

Präklinische Prüfung

Mit der Lamellenzahnbrüste (Mundstück M, Zahnschaum oder Zahnegel) betrug die Plaueentfernung (Mittelwerte) an den bukkalen

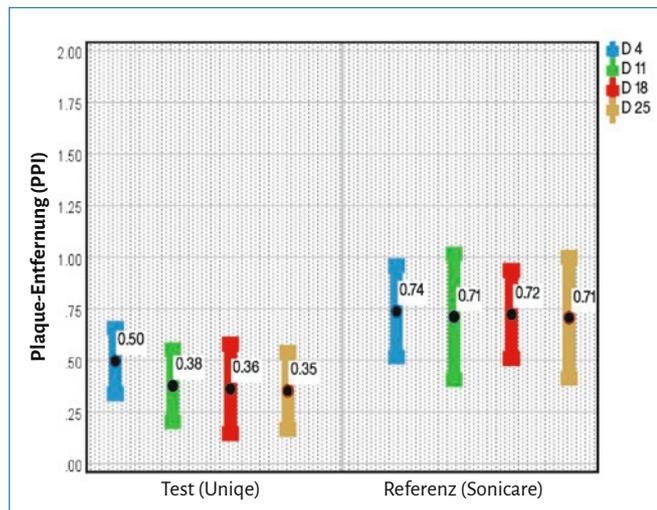


Abb. 4 Fehlerbalken für Plaqueentfernung – Total (PPI, Felder A–I, Oberkiefer und Unterkiefer) vestibulär an den Tagen D4–D25, Mittelwerte und Standardabweichungen für Test- und Referenzprodukt

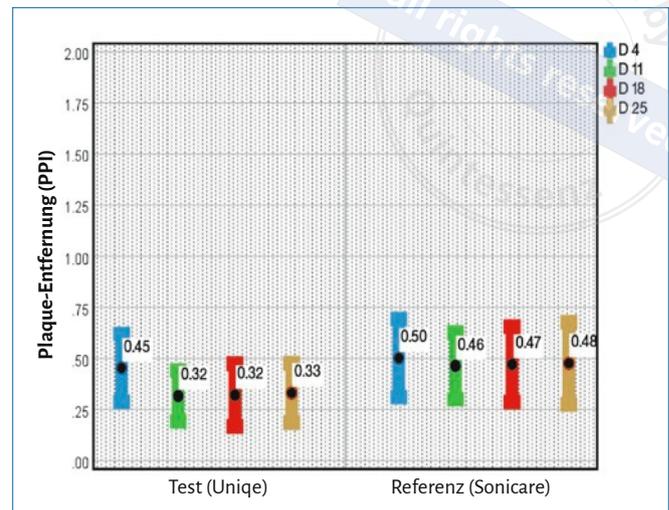


Abb. 5 Fehlerbalken für Plaqueentfernung – Total (PPI, Felder A–I, Oberkiefer und Unterkiefer) palatal/lingual an den Tagen D4–D25, Mittelwerte und Standardabweichungen für Test- und Referenzprodukt

Glattflächen 87,6 %, an den lingualen Flächen 74,4 %, mesial 42,0 %, distal 38,7 %, am Zahnfleischrand bukkal 69,4 % und lingual 51,4 % bei auffällig niedrigen Standardabweichungen. Mit der Schallzahnbürste wurden bukkal 79,2 %, lingual 64,2 %, mesial 36,5 %, distal 19,0 % sowie am Gingivarand bukkal 44,5 % und lingual 33,1 % der Plaque entfernt.

Damit war mit Ausnahme der mesialen Flächen die Reinigungsleistung der Lamellenzahnbürste mit Zahnschaum oder Zahngel hochsignifikant überlegen gegenüber der Schallzahnbürste (s. Anhang, S. 6/7).

Klinische Prüfung

Die RCT-Studie mit zwei Gruppen über je 25 Studientage pro 21 Probanden endete ohne Dropout bei Einhaltung aller SARS-CoV-2-Infektionsschutzmaßnahmen in beiden Prüfbüros (2020–2021). Einzelne falsche blind erhobene Planimetriewerte umfassten im Studienarm 1 1,55 % und nach Crossover im Studienarm 2 0,95 %; sie wurden aus der Datenliste entfernt (Anhang 3, S. 46).

Risikobezogen auf Karies- und Gingivitis-Prädilektionsareale wurde die Auswertung auf die Felder ABC am Zahnfleischsaum und DF approximal sowie auf alle Felder „Total“ konzentriert. Diese Ergebnisse werden in Tabellen der Mittelwerte und Mediane sowie in Diagrammen mit Fehlerbalken dargestellt.

Die Plaqueentfernung zeigte für beide Systeme überwiegend nah beieinander liegende Werte mit niedrigen Standardabweichungen, gleichbleibend über alle 21 Tage des zweimal täglichen Zähneputzens.

Für alle Planimetriefelder A–I zusammen war die Schallzahnbürste bei der Plaqueentfernung vestibulär der Lamellenzahnbürste überlegen

(Abb. 4), palatal dagegen nicht (Abb. 5). Die okklusalen Planimetriefelder KLMN wurden sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer mit beiden Bürsten gleich gut gereinigt (Abb. 6 und 7).

Hinsichtlich der versteckten Risikoareale ABC an den Eckzähnen und Prämolaren gaumenseitig und lingual waren beide Bürsten gleich effektiv, was auch auf die approximalen Risikofelder DF zutraf (Abb. 8 und 9).

Das zeigen auch die einzelnen Risikoarealwerte in Tabelle 1 im Anhang (S. 52) für den Oberkiefer und in Tabelle 2 im Anhang (S. 53) für den Unterkiefer. Die Effektivität der Plaqueentfernung sowohl mit lamellärer Vibration als auch versus schallgetriebene Filamente, beide mit zusätzlichen manuellen Bewegungen, war vergleichbar mit jeweils gespiegelten Planimetriewerten, obwohl im zugänglichen vestibulären Bereich eine Überlegenheit der elektrischen Schallzahnbürste messbar war (Abb. 10), die sich im Studienverlauf wieder nivellierte.

DISKUSSION

Die vorliegende Prüfung in einem Roboterprogramm mit computerassistierter Plaqueplanimetrie an 24 Kronenfeldern aller Zahngruppen in anatomischer Position und mit pixelgenauer prozentualer Erfassung der Reduktion der klinisch validierten organischen Plaquesimulation mit statistischer Differenzierung bewies erstmals, dass im Gegensatz zu gescheiterten Ansätzen von Hygienemundstücken für die ganze Dentition^{12,14} mit der Lamellenzahnbürste Uniqe eine gute Plaquekontrolle möglich ist.

Für die Lamellenzahnbürste konnte präklinisch im Vergleich zur Schallzahnbürste eine deutliche Überlegenheit hinsichtlich der

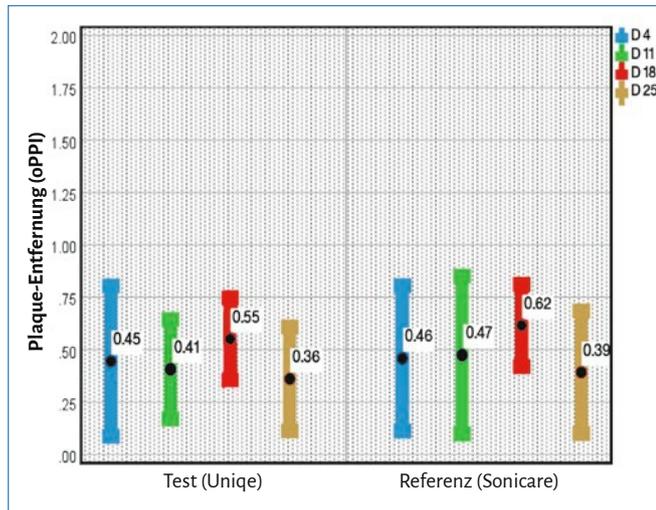


Abb. 6 Fehlerbalken für Plaueentfernung (oPPI) an Molaren und Prämolaren (KLMN) im Oberkiefer an den Tagen D4–D25, Mittelwerte und Standardabweichungen für Test- und Referenzprodukt

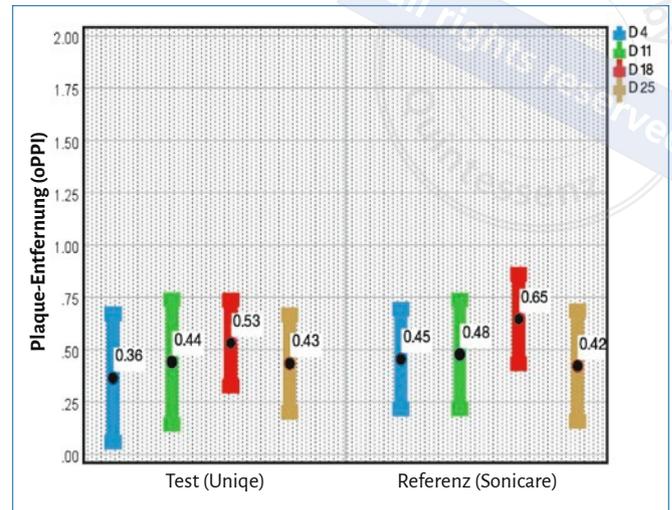


Abb. 7 Fehlerbalken für Plaueentfernung (oPPI) an Molaren und Prämolaren (KLMN) im Unterkiefer an den Tagen D4–D25, Mittelwerte und Standardabweichungen für Test- und Referenzprodukt

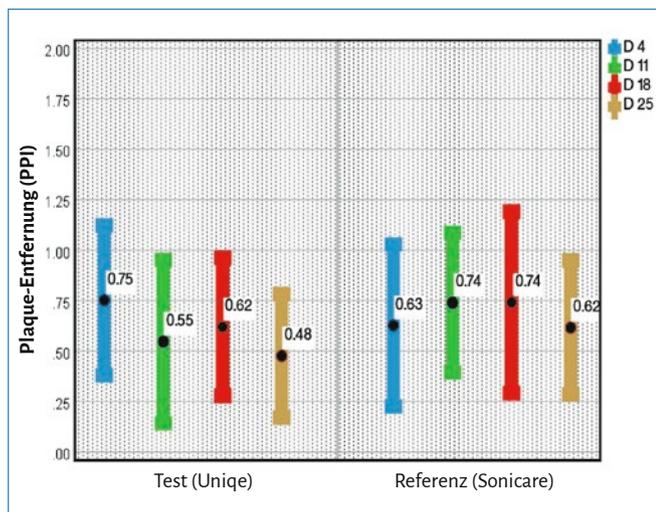


Abb. 8 Fehlerbalken für Plaueentfernung (PPI) an den Zähnen 13, 14, 15, 23, 24, 25 palatal (Risikofelder ABC) an den Tagen D4–D25, Mittelwerte und Standardabweichungen für Test- und Referenzprodukt

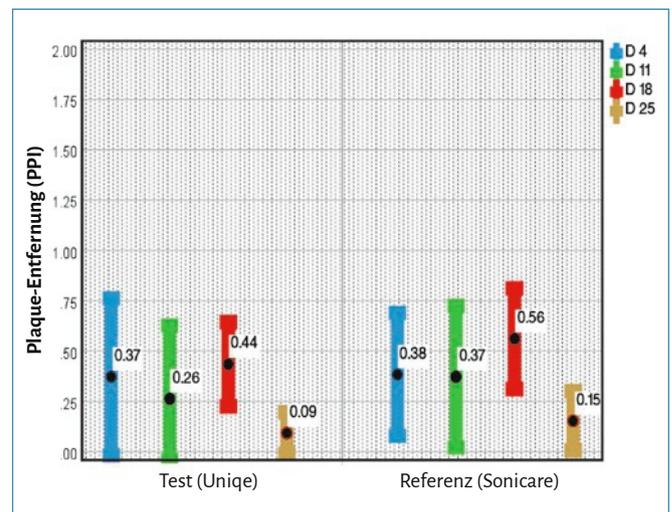


Abb. 9 Fehlerbalken für Plaueentfernung (PPI) an den Zähnen 33, 34, 35, 43, 44, 45 lingual (Risikofelder ABC) an den Tagen D4–D25, Mittelwerte und Standardabweichungen für Test- und Referenzprodukt

Plauekontrolle gezeigt werden mit 75–85 % vs. 64–79 % an den Glattflächen, 39–42 % vs. 19–37 % approximal und 51–69 % vs. 33–45 % am Gingivarand (s. Anhang 2, S. 6/7, Tab. 1/2).

Die klinische Prüfung setzte einen modifizierten Navy-Plaue-Index nach Lang et al.⁸ ein, der im Gegensatz zu den meisten Planimetrieuntersuchungen nicht nur binäre Feldebewertungen (Plaue vorhanden/keine Plaue) an ausgewählten Zähnen und Situs¹¹ erfasst, sondern

alle angefärbten Zähne an jeweils zwei Situs von standardisierten intraoralen Fotografien verblindet mit drei Kodierungen an 18 Planimetriefeldern bewertet. Damit ist ein vollständiges Bild der individuellen Plauekontrolle unabhängig von manuellem Geschick und Putztechnik gewährleistet. Die wöchentliche Plauekontrolle vor dem supervidierten Putzen zeigte die persönliche Putzleistung über acht Tage, das Delta nach der Zahnreinigung im Crossover-Protokoll ergab dann die

Tab.1 Mittelwerte (M), Standardabweichungen (SD), Mediane (Med) und Interquartilsbereiche (IQR; LL = untere Grenze, UL = obere Grenze) der Plaque-entfernung (PPI) an den Risikofeldern ABC am Gingivarand und DF approximal der Zähne 13, 14, 15, 23, 24, 25 (Oberkiefer) und 33, 34, 35, 43, 44, 45 (Unterkiefer) für Testprodukt und Kontrollprodukt an Tagen D4, D11, D18 und D25

Gerät	Parameter	Statistik				
		M	SD	Med	IQR LL	IQR UL
Testprodukt	ABC palatal Maxilla D4	0,752	0,371	0,733	0,556	1,000
	DF palatal Maxilla D4	0,228	0,215	0,151	0,060	0,378
	ABC lingual Mandibula D4	0,372	0,390	0,278	0,000	0,500
	DF lingual Mandibula D4	0,447	0,286	0,444	0,222	0,611
	ABC palatal Maxilla D11	0,547	0,404	0,451	0,268	0,889
	DF palatal Maxilla D11	0,267	0,215	0,195	0,098	0,431
	ABC lingual Mandibula D11	0,264	0,364	0,138	0,000	0,417
	DF lingual Mandibula D11	0,419	0,241	0,356	0,245	0,561
	ABC palatal Maxilla D18	0,620	0,342	0,626	0,381	0,882
	DF palatal Maxilla D18	0,303	0,203	0,331	0,104	0,389
	ABC lingual Mandibula D18	0,435	0,208	0,401	0,317	0,514
	DF lingual Mandibula D18	0,300	0,202	0,280	0,132	0,474
	ABC palatal Maxilla D25	0,476	0,306	0,444	0,278	0,723
	DF palatal Maxilla D25	0,284	0,229	0,222	0,111	0,445
	ABC lingual Mandibula D25	0,093	0,103	0,044	0,020	0,146
	DF lingual Mandibula D25	0,390	0,274	0,306	0,195	0,584
Kontrollprodukt	ABC palatal Maxilla D4	0,627	0,402	0,542	0,333	1,000
	DF palatal Maxilla D4	0,257	0,175	0,210	0,109	0,414
	ABC lingual Mandibula D4	0,384	0,305	0,314	0,166	0,667
	DF lingual Mandibula D4	0,646	0,340	0,639	0,361	0,862
	ABC palatal Maxilla D11	0,740	0,346	0,775	0,506	1,046
	DF palatal Maxilla D11	0,342	0,193	0,333	0,222	0,500
	ABC lingual Mandibula D11	0,373	0,351	0,333	0,166	0,529
	DF lingual Mandibula D11	0,399	0,177	0,406	0,306	0,467
	ABC palatal Maxilla D18	0,742	0,450	0,722	0,465	1,111
	DF palatal Maxilla D18	0,381	0,192	0,367	0,262	0,513
	ABC lingual Mandibula D18	0,562	0,249	0,622	0,358	0,746
	DF lingual Mandibula D18	0,421	0,284	0,413	0,142	0,673
	ABC palatal Maxilla D25	0,616	0,332	0,500	0,444	0,834
	DF palatal Maxilla D25	0,374	0,257	0,334	0,167	0,500
	ABC lingual Mandibula D25	0,154	0,147	0,096	0,038	0,233
	DF lingual Mandibula D25	0,478	0,313	0,500	0,222	0,722

tatsächliche Plaquekontrolle an den Risikoarealen für Gingivitis und Karies, interdental und am Gingivarand.

Die klinischen Ergebnisse der Plaquekontrolle mit fast vollständig vergleichbaren Werten der Putzeffektivität beider Systeme werden durch die Ergebnisse im revidierten Cochrane-Report von 2014¹⁶ gestützt. In der Comparison 2 des Reports zeigten sich keine signifikanten

Unterschiede zwischen Schall- und Handzahnbürsten. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Schlueter et al.¹³ im Vergleich von Schallmodus und manueller Nutzung allein. In einem neueren systematischen Review¹⁵ wurde, wenn auch nur durch Vergleich von Zahnputz-Einzelaktionen, gefunden, dass die Plaqueentfernung mit elektrischen oszillierend-rotierenden Bürsten mit moderater Sicherheit einen sehr kleinen Vorteil

eher als mit Schallzahnbrüsten gegenüber Handzahnbrüsten hat. Im Vergleich beider Systeme in der vorliegenden Untersuchung variieren die Plaueerduktionswerte zwischen den vier Untersuchungsintervallen wenig. Das betrifft die Risikoareale Zahnfleischrand im Ober- und Unterkiefer vestibulär und palatal/lingual genauso wie die interdentalen Risikoareale jeweils anterior und posterior. Am zugänglichen Zahnfleischrand ist vestibulär die Schallzahnbrüste mit 0,8 bis 1,0 Delta-Graden PPI überlegen, palatal dagegen nicht (0,3–0,7 Delta PPI vs. lingual 0,3–0,5 Delta PPI). Interdental bewegen sich alle Reduktionswerte zwischen 0,3 und 0,7 Delta PPI für beide Brüsten.

Vergleicht man alle Felder (total) und Risikoareale (Tag 4 bis 25), so zeigt sich mitunter ein sehr leichter Abfall der Delta-PPI-Werte (0,0–0,3). Das weist auf anhaltende Compliance mit einer leichten Verbesserung der Plauekontrolle in der wöchentlichen Heimanwendung hin, woraus reduzierte Kontroll-Ausgangswerte und ein geringeres Delta PPI resultierten. Klinisch bedeuten die Plaueerduktionswerte an allen Situs aller Zähne eine akzeptable Plaueentfernung zur wahrscheinlichen Aufrechterhaltung eubiotischer Verhältnisse in der Mundhöhle. Weil alle Zähne zur gleichen Zeit geputzt werden, ist die effektive Reinigungszeit deutlich länger als bei elektrischen und Handzahnbrüsten. Mit dem getesteten Zahnschaum ist die Bioverfügbarkeit für Fluorid in der Mundhöhle und interdental gegeben.

SPONSOR

Der Sponsor der Robotertests und der klinischen Studie ist BLBR GmbH, Grünwald.

NACHRUF

Dr. K.-W. Weich war für viele Jahre ein besonders wertgeschätzter Biostatistiker im ORMED Institut. Er verstarb im Februar 2022. Wir widmen diesen Beitrag seinem Andenken.

INTERESSENKONFLIKTE

Marianne von Schmettow berät als Medical Consultant den Sponsor der klinischen Studie BLBR GmbH. Die Autorin Kristina Grotzky und die Autoren Peter Gängler und Thomas Lang erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

ANHANG

Den umfangreichen Anhang können Sie unter folgendem Link downloaden: https://www.quintessence-publishing.com/downloads/dzz_2024_01_anhang_lamellenzahnbrueste.pdf

Tab. 2 Abhängiger t-Test der Plaue-Entfernung (PPI) an den Risikofeldern ABC am Gingivarand und DF approximal der Zähne 13, 14, 15, 23, 24, 25 (Oberkiefer) und 33, 34, 35, 43, 44, 45 (Unterkiefer) zwischen Testprodukt und Kontrollprodukt an Tagen D4, D11, D18 und D25

Parameter	Statistik		
	t	df	p
ABC palatal Maxilla D4	1,043	20	0,310
DF palatal Maxilla D4	-0,480	16	0,641
ABC lingual Mandibula D4	-0,201	19	0,842
DF lingual Mandibula D4	-2,035	19	0,056
ABC palatal Maxilla D11	-1,620	18	0,123
DF palatal Maxilla D11	-1,194	19	0,247
ABC lingual Mandibula D11	-1,434	19	0,168
DF lingual Mandibula D11	0,687	17	0,501
ABC palatal Maxilla D18	-1,510	19	0,147
DF palatal Maxilla D18	-0,699	16	0,494
ABC lingual Mandibula D18	-2,612*	19	0,017
DF lingual Mandibula D18	-1,502	14	0,155
ABC palatal Maxilla D25	-2,229*	19	0,038
DF palatal Maxilla D25	-1,667	20	0,111
ABC lingual Mandibula D25	-2,235*	19	0,038
DF lingual Mandibula D25	-1,610	19	0,124

t = Statistik für den abhängigen t-Test
 df = Freiheitsgrade
 p = Signifikanzwert
 * signifikant (p ≤ 0,05)
 ** sehr signifikant (p ≤ 0,01)
 *** hoch signifikant (p ≤ 0,001)

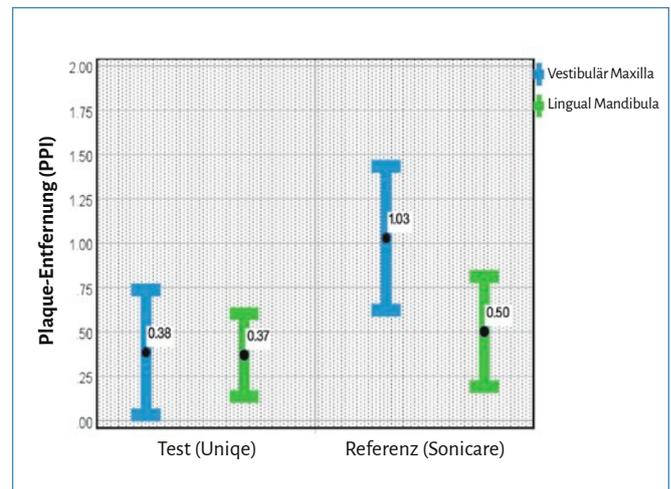


Abb. 10 Fehlerbalken für Plaueentfernung (PPI) vestibulär Maxilla und lingual Mandibula (Risikofelder ABC) am Tag D25, Mittelwerte und Standardabweichungen für Test- und Referenzprodukt

LITERATUR

1. Aspiras MB, Barros SP, Moss KL, Barrow DA, Phillips ST, Mendoza L, de Jager M, Ward M, Offenbacher S: Clinical and subclinical effects of power brushing following experimental induction of biofilm overgrowth in subjects representing a spectrum of periodontal disease. *J Clin Periodontol* 2013; 40: 1118–1125
2. Axelsson P, Nystrom 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
3. Deinzer R, Shankar-Subramanian S, Ritsert A, Ebel S, Wöstmann B, Margraf-Stiksrud J, Eidenhardt Z: Good role models? Tooth brushing capabilities of parents: a video observation study. *BMC Oral Health* 2021; 21: 4–69
4. Eidenhardt Z, Ritsert A, Shankar-Subramanian S, Ebel S, Margraf-Stiksrud J, Deinzer R: Tooth brushing performance in adolescents as compared to the best-practice demonstrated in group prophylaxis programs: an observational study. *BMC Oral Health* 2021; 21: 359
5. Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E (Hrsg): *Dental caries – the disease and its clinical management*. 3. Edit. Wiley, 2015, S. 7–8
6. Gängler P, Arnold WH, Steinberg D in Gängler P, Hoffmann T, Willershausen B, Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg): *Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie*. Stuttgart: Thieme, 2010, S. 112 ff.
7. Gaengler P, M Keiner, KW Weich und Lang T: Clinically simulated brushing-vibrating plaque control by lamellar full-mouth devices. *J Dent Res* 2021; 100; Spec Iss A: 1678
8. Lang T, Bretz MJ, Jennes B, Gaengler P: Planimetric plaque assessment of in-between oral hygiene products. *J Dent Res* 2011; 90; Spec Iss B: 713
9. Lang T, Keiner M, Weich KW, Gaengler P: Individualization of brushing-vibrating plaque control by lamellar full-mouth device Unique. *J Dent Res* 2021; 100; Spec Iss B: 303
10. Marsh PD, Zaura E: Dental biofilm: ecological interactions in health and disease. *J Clin Periodontol* 2017; 44 Suppl 18: 12–22
11. Naumova EA, Sandulescu T, Bochnig C, Gaengler P, Zimmer S, Arnold WH: Kinetics of fluoride bioavailability in supernatant saliva and salivary sediment. *Arch Oral Biol* 2012; 57 Iss 7: 870–6
12. Nieri M, Giuntini V, Pagliaro U, Giani M, Franchi L, Franceschi D: Efficacy of a u-shaped automatic electric toothbrush in dental plaque removal: a cross-over randomized controlled trial. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17: 4649
13. Schlueter N, Fiedler S, Mueller M, Walter C, Difloe-Geisert JC, Vach K, Ganss C: Efficacy of a sonic toothbrush on plaque removal – a video-controlled explorative clinical trial. *PLOS ONE* 2021; 16: 1–16
14. Schnabl D, Wiesmüller V, Hönlinger V, Wimmer S, Bruckmoser E, Kapferer-Seebacher I: Cleansing efficacy of an auto-cleaning electronic toothbrushing device: a randomized-controlled crossover pilot study [Randomized Controlled Trial]. *Clin Oral Investig* 2021; 25: 247–253
15. Thomassen TMJA, Van der Weijden FGA, Slot DE: The efficacy of powered toothbrushes: a systematic review and network meta-analysis. *Int J Dent Hyg*. 2022; 20: 3–17
16. Yaacob M, Worthington HV, Deacon SA, Deery C, Walmsley AD, Robinson PG, Glenny AM: Powered versus manual toothbrushing for oral health. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014(6)

Plaque control of a powered lamellar toothbrush — preclinical and randomized clinical studies

Keywords: lamellar toothbrush, plaque control, RCT-plaque planimetry, robot test, sonic toothbrush

Mechanical plaque control is the most effective way to prevent potentially pathogenic plaque maturation. The effectiveness of using toothbrushes for plaque control depends on many factors, including technology and ease of use. A new powered lamellar vibrating toothbrush with manual movements (laterally, vertically, and sagittally) was evaluated under chewing force of ca. 7.5 N in robot tests and for the first time as serial product in a clinical study compared to the efficacy of a powered sonic toothbrush. A fluoride-containing dental foam with 1450 ppm Fluorid was used to support the vibration transmission to the tooth surfaces. The primary objective of the tests was plaque control by intraoral photography, assessing the Planimetric Plaque Index clinPPI at 9 fields each buccally and palatally/lingually and with a new Occlusal Index at 2 fields of premolars and 4 fields of molars (oPPI). The clinically validated robot test was executed at 24 coronal fields at all four sites of all teeth, and the plaque control outcome was demonstrated by pixel-percentages. Statistical significance was assessed by Kolmogorov-Smirnov-test and Shapiro-Wilk-test. The robot test showed superior plaque removal at all planimetric fields except at anterior interproximal fields for the lamellar toothbrush compared to the sonic toothbrush. Plaque removal of 30.7 to 87.6 % was highly significantly different from the values for the sonic toothbrush. The randomized clinical study revealed superior plaque removal at vestibular surfaces for the sonic toothbrush, however, at all approximal fields no significant differences between the two toothbrushes could be detected after 4, 11 and 18 days. Only after 25 days the sonic toothbrush performed better at palatal and lingual risk areas. The total plaque control at all sites at all teeth after 4 to 25 days resulted in 0.4–0.5 PPI for the lamellar toothbrush and in 0.7 PPI for the sonic toothbrush. The complex lamellar-vibrating mechanism of action, supported by tooth foam as transmission medium, is more effective in highly standardized robot testing compared to sonic transfer via filaments with conventional dentifrice, and in the clinical test at the same level. Plaque control on all teeth simultaneously for 1 minute is clinically effective.



Prof. Dr. med. Peter Gängler
ORMED – Institute for Oral Medicine at
the University of Witten/Herdecke

Dr. Tomas Lang ORMED – Institute for Oral Medicine at
the University of Witten/Herdecke

Dr. Marianne von Schmettow Consultant, Hamburg

Kristina Grotzky ORMED – Institute for Oral Medicine at
the University of Witten/Herdecke

Kontakt: Prof. Dr. med. Peter Gängler, ORMED – Institute for Oral Medicine at the University of Witten/Herdecke, Alfred-Herrhausen-Straße 45, 58455 Witten, E-Mail: peter.gaengler@uni-wh.de

Abb. 1 bis 10: ORMED, Porträtfoto: Universität Witten/Herdecke

DANKSAGUNG

Dank an die Gutachterinnen und Gutachter der DZZ

Die kompetente und zeitaufwendige Arbeit von Gutachterinnen und Gutachtern ist für die wissenschaftliche Qualität und Weiterentwicklung der DZZ – Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift – von unschätzbarem Wert. Die Chefredakteure der DZZ, Werner Geurtsen und Guido Heydecke, möchten sich daher bei den folgenden Kolleginnen und Kollegen für ihr unermüdliches Engagement und ihre ehrenamtliche Unterstützung im vergangenen Jahr herzlich bedanken:

- Bilal Al-Nawas
- Thomas Beikler
- Wolfgang Buchalla
- Andreas Dinkel
- Roland Frankenberger
- Cornelia Frese
- Dominik Groß
- Rainer Haak
- Jörg Lisson
- Christopher Lux
- Klaus W. Neuhaus
- Katja Petrowski
- Peter Proff
- Alexander Rahman
- Daniel R. Reissmann
- Stefan Rupf
- Peter Schmidt
- Andreas Schulte
- Helmut Stark
- Ingmar Staufenbiel
- Johan Wölber
- Anne Wolowski