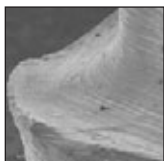




Anlegen einer subgingivalen Präparationsgrenze mit Ultraschall: Eine neue Methode für die Vollkronenpräparation



Marc Sous, DDS, PhD*

Yann Lepetitcorps, PhD**

Jean-François Lasserre, DDS, PhD***

Ngampis Six, DDS, MSc, PhD****

Für das Anlegen der subgingivalen Präparationsgrenze und das Polieren wurden neue, diamantbeschichtete Ultraschallspitzen (UDT) entwickelt. 142 frisch extrahierte Prämolare und Molare wurden verwendet, um die Schneidleistung zu untersuchen. Die Rauigkeit der Dentinoberfläche wurde mit einem optischen Profilometer und einem Rasterlektronenmikroskop analysiert. Innerhalb einer angemessenen Schnittzeit waren die UDT hinreichend zum Schneiden von Dentin geeignet. Die Oberflächenrauigkeit des Dentins, das mit den UDT präpariert wurde, lässt sich durch die Verwendung einer feinkörnigeren UDT verbessern oder durch eine glatte Spitze, die mit geringerer Kraft arbeitet. Die Rauigkeit entspricht in etwa der von Dentin, das mit einem roten Diamantfräser (Referenz) präpariert wurde. Es wird ein klinisches Protokoll für die Schaffung einer subgingivalen Präparationsgrenze mit Ultraschall vorgeschlagen, bei dem die neuentwickelten UDT angewendet werden. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2009;29:261–271.)

* Privatpraxis, Pau, Frankreich.

** Professor, Universität Bordeaux I, Talence, Frankreich.

*** Assistenzprofessor, UFR d'Odontologie, Universität Victor Ségalen Bordeaux II, Bordeaux, Frankreich.

**** Laboratoire de Réparation et Remodelage des Tissus Oro-faciaux, Groupe Matrices Extracellulaires et Biominéralisation, Faculté de Chirurgie Dentaire, Universität Paris 5, Montrouge, Frankreich.

Korrespondenz an: Marc Sous, 3 Boulevard d'Aragon, 64000 Pau, Frankreich;
E-Mail: dr.marcsous@wanadoo.fr

Dieser Artikel basiert auf der Dissertation von Dr. Marc Sous, die 2003 an der Universität Victor Ségalen Bordeaux II, Bordeaux, Frankreich verteidigt wurde.

In der Zahnmedizin besteht ein großer Bedarf an festsitzenden prothetischen Versorgung^{1, 2}. Im Frontzahnbereich sind die ästhetischen Anforderungen hoch, deshalb müssen für die regelrechte Zahnpräparation einige grundlegende Punkte bedacht werden^{3, 4}. Dazu gehören die Parodontalstrukturen und eine Zahnpräparation, mit der ausreichend Platz geschaffen werden muss, damit eine starke und ästhetisch zufriedenstellende Restauration eingegliedert werden kann.

Um für die Restauration und das benachbarte Weichgewebe ein ästhetisches und harmonisches Erscheinungsbild zu schaffen, wird der Restaurationsrand, damit er nicht zu sehen ist, üblicherweise innerhalb des gingivalen Sulkus positioniert⁵. Um dies zu erreichen, wird ein Schneidfräser verwendet, mit dem die Präparationsgrenze allmählich in eine subgingivale Position versenkt wird, ohne die biologische Breite zu verletzen. Ein wesentlicher Nachteil dieses Verfahrens ist die hohe Drehzahl, die in dem schmalen gingivalen Sulkus erforderlich ist. Dadurch ist das Risiko einer inneren Verletzung der marginalen Gingiva und des parodontalen Bindegewebsattachments hoch. Deshalb wird die Gingiva vor der Präparation häufig mit einem

Tabelle 1 Zusammenfassung der Tests und Analysen

Entwicklungsphasen/ Gruppe	Diamantkorngröße (µm)	Anz. der Zähne	Analysen		
			Schneid- leistung*	REM	Profilometrie*
Kontrolle					
Grüner Diamantfräser	100	5		5	5
Grüner gefolgt von rotem Diamantfräser	100, dann 30	5		5	5
Realisierungsphase					
Maschinell					
	126	8	8 (16)		
	46	8	8 (16)		
Manuell (Drei Behandler)					
	126	68	68 (117)	2	
	46	23	23 (40)	2	
Optimierungsphase					
Manuell (Ein Behandler)					
	76	5	5 (10)	2	5 (10)
	46	10	10 (23)		10 (20)
	76, dann 46	5	5 (10)	2	5 (10)
	76 gefolgt von 46; dann glatt	5	5 (10)	2	5 (10)

*Zahlen in Klammern = Anzahl der gemessenen Oberflächen.

Retraktionsfaden verschoben^{4, 6, 7}.

Inzwischen wurden Ultraschallinstrumente eingeführt⁸⁻¹⁰. Sie werden in der Parodontologie^{11, 12}, der Endodontologie¹³, der restaurativen und prothetischen Zahnmedizin¹⁴⁻¹⁶ und in der letzten Zeit auch in der Implantologie und Oralchirurgie erfolgreich eingesetzt¹⁷. Ultraschallspitzen weisen zwei wesentliche Eigenschaften auf: Ein gutes Kontaktgefühl, das es dem Behandler ermöglicht, den Eingriff perfekt zu kontrollieren und die Möglichkeit, die Unversehrtheit des peripheren Weichgewebes zu wahren.

Im Rahmen dieser Studie wurden diamantbeschichtete Ultraschallspitzen (UDT) mit Hohlkehlprofil für die Präparation und das Polieren einer subgingivalen Präparationsgrenze entwickelt. Für die Präparation von Vollkronen wird eine neue Methode vorgeschlagen, bei der diese Spitzen für die Präparation im Sulkus verwendet werden.

Material und Methode

Vor der Entwicklung der UDT wurden folgende Kriterien festgelegt.

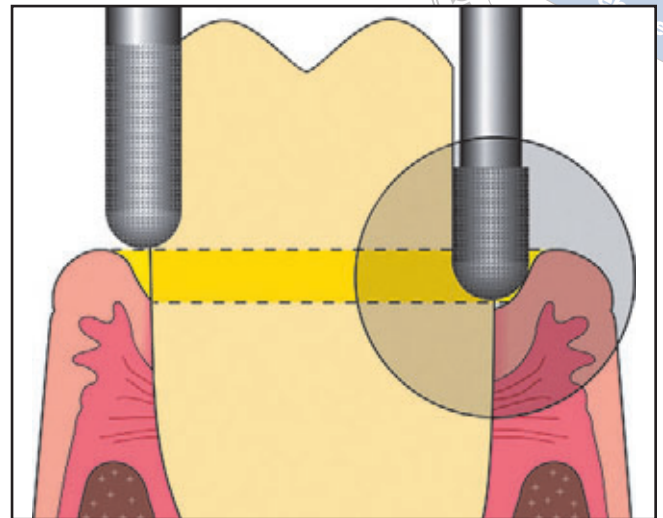
- Die UDT müssen ein tiefes Hohlkehlprofil haben.
- Sie müssen mit einem piezoelektrischen Handstück verwendet werden, das mit einem Generator verbunden ist, dessen Vibrationsfrequenz, Schwingungsweite und Leistungsbereich im Kontakt mit Weichgewebe in der Parodontologie bereits klinisch erprobt sind.
- Die UDT müssen eine ausreichende Schneidleistung für Dentin aufweisen.
- Die UDT müssen eine Dentin-Oberflächenrauigkeit erzeugen, die derjenigen ähnlich ist, die mit einem feinkörnigen Schleifgerät oder einer roten Diamantfräse mit einer Diamantkorngröße von 30 µm (Referenz) erzeugt wird.

- Sie müssen eine ergonomische Form und eine Wasserspülung haben.

UDT-Entwicklungsphasen

Die experimentellen UDT wurden in zwei Phasen entwickelt. 1: Prüfung der Realisierbarkeit. In dieser Phase wurden experimentelle UDT mit verschiedenen Schafformen entwickelt, die mit zwei verschiedenen Diamantkorngrößen (126 µm und 46 µm) beschichtet wurden. Es wurde geprüft, ob sie bei Gebrauch vibrieren und Dentin schneiden konnten. 2: Optimierung. In dieser Phase wurden Faktoren wie die geeignete ergonomische Form (kürzer und weniger gebogen), der Abstand der Diamantkörner und die Diamantdicke auf den Spitzen perfektioniert. Für weitere Studien wurden dann die definitiven Spitzen angefertigt. Bei diesen UDT wurden Diamantkörner von 76 µm und 46 µm ver-

Abb. 1 (links) Mit einem Diamantfräser, der auf eine Turbine montiert ist, erfolgt eine grobe Reduzierung des Zahngewebes über dem Gingivarand. (rechts) Mit den entsprechenden Ultraschallspitzen wird die Präparationsgrenze allmählich in den gingivalen Sulkus versenkt. Ein Retraktionsfaden ist nicht erforderlich.



wendet. In dieser Phase wurde auch eine glatte Ultraschallspitze entwickelt und getestet.

Schneidleistungstest und Messung

Es wurden 142 frisch extrahierte humane Prämolare und Molare ohne Karies gesammelt und in einer Hypochloritlösung aufbewahrt. Sie wurden für die vorliegenden Tests und Analysen verwendet, die in Tabelle 1 zusammengefasst sind. In der Realisierungsphase wurde jeder Zahn nach dem Zufallsprinzip einem von zwei Präparationsmodi (manuell oder maschinell) zugeteilt. Die maschinelle Präparation erfolgte mit UDT. Sie waren an einem Handstück befestigt, das an einen zu diesem Zweck entwickelten Apparat angeschlossen war. So konnten Geschwindigkeit, Bewegungsrichtung und Belastung genau kontrolliert werden. Die manuelle Präparation wurde von drei verschiede-

nen Behandlern vorgenommen. Während der Optimierungsphase wurde der Schneidtest nur manuell und von einem einzigen Behandler durchgeführt.

Biopsatpräparation

Jeder Zahn wurde in zwei Phasen koronal präpariert (Abb. 1).

1. Grobe Reduzierung mit einem grünen Diamantfräser (Diamantkorngroße 100 µm, #6881-31-014C, Brasseler), der auf eine Turbine montiert war und mit dem eine erste Präparationsgrenze 1 mm über der Schmelz-Zement-Grenze angelegt wurde (Abb. 1, links).
2. Die endgültige Präparationsgrenze definiert, indem die UDT an der ersten Präparationsgrenze und parallel zur Zahnachse angesetzt wurden. Dann wurden sie gleichzeitig in apikaler und horizontaler Richtung

bewegt (Abb. 1, rechts). Die UDT waren auf ein piezoelektrisches Handstück montiert, das mit einem Generator (Suprasson P Max, Satelec-Acteon-Gruppe) verbunden war.

Alle Experimente wurden mit demselben piezoelektrischen Handstück und demselben Generator durchgeführt. Die Schneidleistung wurde untersucht, wenn der Generator auf S10 (Scaling-Modus und maximale Leistung bei 10) eingestellt war. Kriterium war die Menge des entfernten Gewebes bzw. der Unterschied beim Abstand zwischen der ursprünglichen und der endgültigen Präparationsgrenze. Die Schneiddauer war auf 3 bis 4 min begrenzt. Während der Realisierungsphase wurde die Schneidleistung der UDT mit 126 µm und 46 µm verglichen und in der Optimierungsphase die Schneidleistung der UDT mit 76 µm und 46 µm.

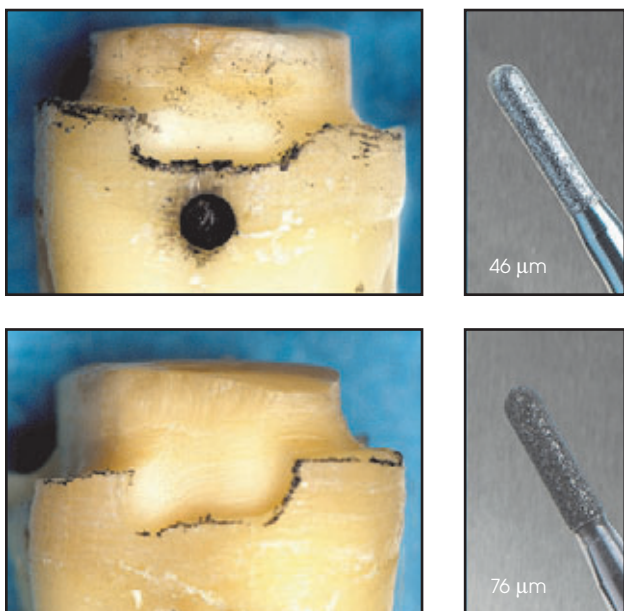


Abb. 2 Vergleich der Schneidleistung der UDT mit 46 µm (oben) und der UDT mit 76 µm (unten). Wenn die Einsatzzeit auf 3 min begrenzt war, ergab sich im Durchschnitt ein Unterschied von 0,5 mm.

Analyse der Oberflächenrauigkeit

Untersucht wurde der Boden des Gingivarands der endgültigen Präparationsgrenze. Die Rauigkeit der Dentinoberfläche wurde mit einem optischen Profilometer (WYKO NT1100, Veeco Instruments) quantitativ analysiert und automatisch berechnet. Mit einem Rasterelektronenmikroskop (REM) wurde der Oberflächenstatus qualitativ analysiert.

10 Zähne wurden als Kontrolle verwendet. Fünf wurden mit einem grünen Diamantfräser (#6881-31-014C, Brasseler) präpariert, die übrigen fünf mit dem grünen Diamantfräser gefolgt von einem roten Diamantfräser (#8881-31-014FC, Brasseler).

In der Realisierungsphase wurden zwei manuell präparierte Biopsate aus der UDT-Gruppe mit 126 µm und zwei aus der UDT-Gruppe mit 46 µm für die REM-Analyse ausgewählt. In der Optimierungsphase wurden zwei Zähne, die mit 76-µm-UDT präpariert worden waren, zwei, die erst mit 76-µm-UDT und dann mit 46-µm-UDT präpariert worden waren, sowie zwei, die erst mit 76-µm-UDT, dann mit 46-µm-UDT und anschließend mit einer glatten Spitze präpariert worden waren, mit dem REM analysiert. Aus jeder Gruppe wurden fünf bis 10 Zähne mit einem Profilometer analysiert. Die detaillierte Verteilung der Zähne ist in Tabelle 1 aufgeführt. Auch die Variationen der Ausgangs-

leistung (S10, S1 oder E1) wurden untersucht.

Ergebnisse

Schneidleistung

Während der Realisierungsphase lieferte das Schneiden mit den UDT mit unterschiedlicher Diamantkörnung und unterschiedlichem Schaftdesign keine interpretierbaren Ergebnisse, da die Vibration der Spitzen während der Übertragung blockiert oder unterbrochen war. Diese Blockierung war offensichtlich, weil die Last auf der Spitze zunahm. Außerdem waren die Ergebnisse unterschiedlich, wenn die Arbeiten von den verschiedenen Behandlern durchgeführt wurden, auch wenn sie die gleiche Spitze verwendeten. Statistische Vergleiche der Schneidleistung der drei Behandler und der maschinellen im Vergleich zur manuellen Präparation waren aufgrund dieser Faktoren, die die Ergebnisse verzerrten, nicht möglich.

Während der Realisierungsphase war die Schneidleistung der UDT mit 126 µm und 46 µm äquivalent. Innerhalb von 3 bis 4 min wurden je nach Behandler durchschnittlich 0,5 bis 1 mm Zahngewebe entfernt. Während der Optimierungsphase, in der es nur einen Behandler gab, zeigte die UDT mit 76 µm eine bessere Schneidleistung (durchschnittlich 0,5 mm mehr) als die UDT mit 46 µm (Abb. 2).

Oberflächenrauigkeit

REM-Untersuchung

Die REM-Bilder der Präparationsgrenzen, die zunächst nur mit einem grünen Diamantfräser angefertigt wurden, sind in Abbildung 3a zu

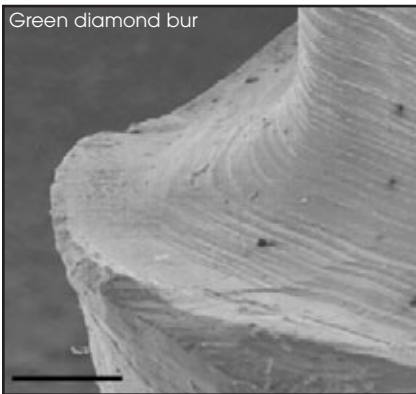


Abb. 3a und 3b Das REM zeigt die Oberflächenrauigkeit der Präparationsgrenze, die (links) nur mit einem grünen Diamantfräser oder (rechts) mit einem grünen Diamantfräser gefolgt von einem roten Diamantfräser angelegt wurde, der an eine Turbine angeschlossen war (Balken = 0,5 mm).

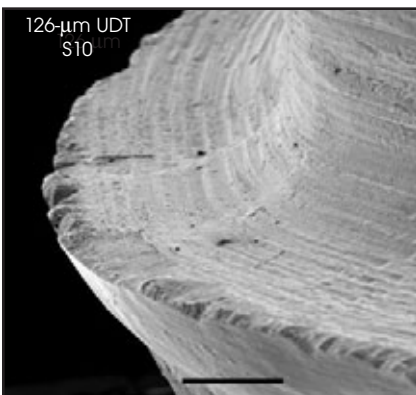
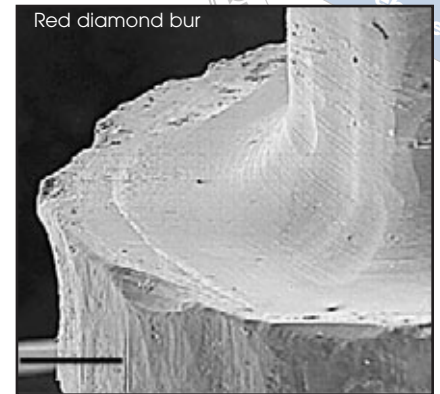


Abb. 3c und 3d Oberflächenrauigkeit von Dentin, das mit der ersten Generation der UDT präpariert wurde, bei einem Biopsat, das (links) mit der UDT mit 126 µm und (rechts) mit der UDT mit 46 µm präpariert worden ist. Generatoreinstellung S10. (Balken = 0,5 mm.)

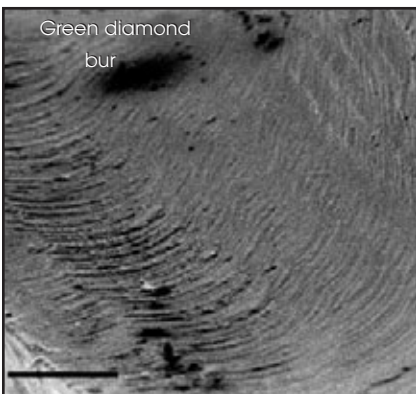
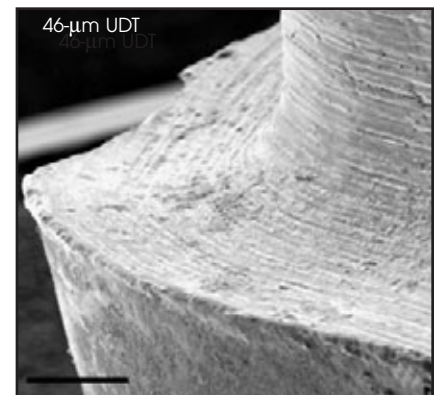
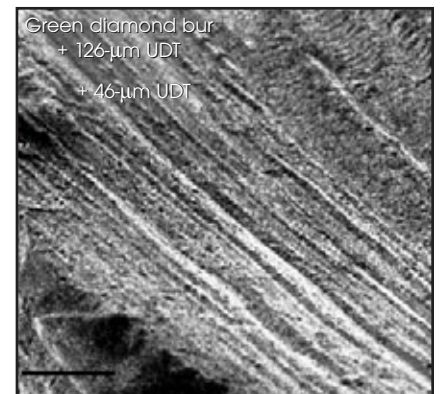


Abb. 3e und 3f Die verschiedenen Schneidmodi zeigen sich als konzentrische Einkerbungen bei (links) einem grünen Diamantfräser, der an eine Turbine angeschlossen war, und (rechts) als gerade Einkerbungen nach der Präparation mit den UDT, die an ein piezoelektrisches Handstück angeschlossen waren (Balken = 0,25 mm).



sehen, die Bilder von der Präparationsgrenze, für die ein grüner Diamantfräser gefolgt von einem roten Diamantfräser verwendet worden war, in Abbildung 3b. Die REM-Bilder der Präparationsgrenzen, die mit der UDT mit 126 µm und 46 µm mit

der Einstellung S10 angefertigt wurden, sind in den Abbildungen 3c und 3d zu sehen. Bei stärkerer Vergrößerung zeigte die Dentineoberfläche, die mit einem grünen Diamantfräser präpariert worden war, konzentrische Einkerbungen, ent-

sprechend der Rotationsbewegung der Diamantfräser (Abb. 3e). Die UDT hingegen erzeugen lineare Einkerbungen, die parallel zur horizontalen Bewegung der Spitze verliefen (Abb. 3f). Die Abstände und die Tiefe der Einkerbungen entspra-

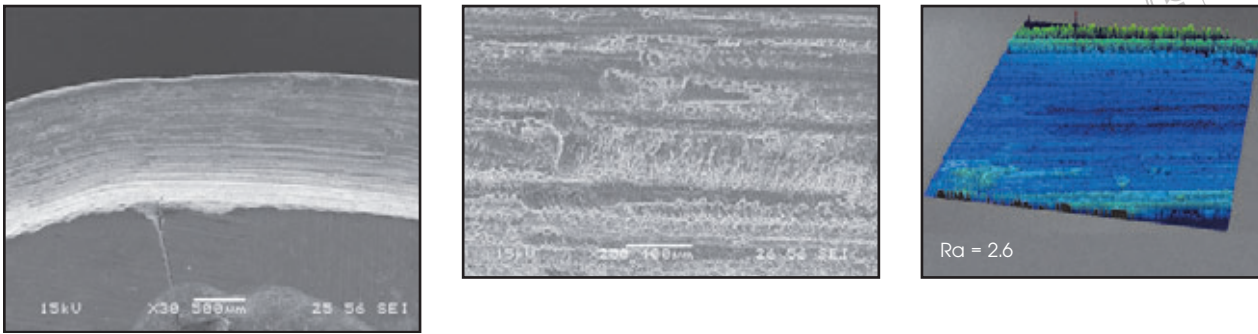
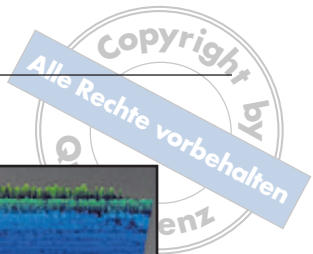


Abb. 4 Oberflächenrauigkeit der Präparationsgrenze, die mit der UDT mit 76 μm (S10), dann mit der UDT mit 46 μm mit der Einstellung S1 angelegt worden ist. Unter dem REM (links) und (Mitte) bei stärkerer Vergrößerung. (rechts) Die errechnete Oberflächenrauigkeit (Ra) für dasselbe Biopsat beträgt 2,6.

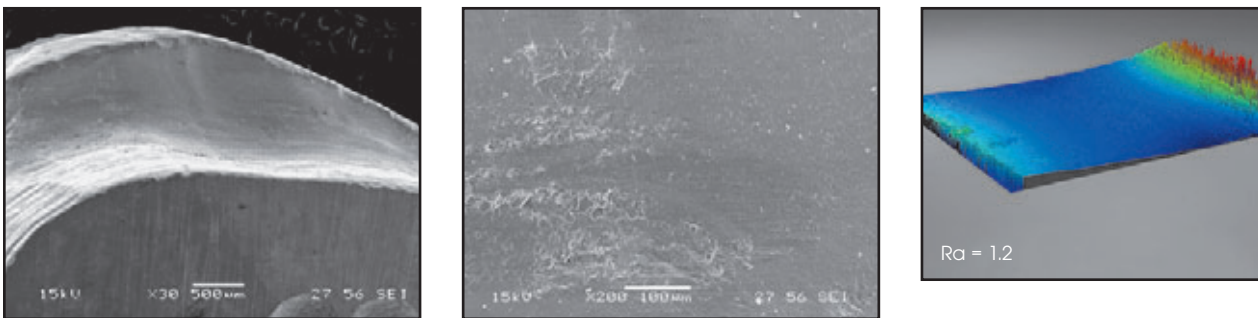


Abb. 5 Die Oberflächenrauigkeit der Präparationsgrenze, die mit der UDT mit 76 μm (S10), der UDT mit 46 μm (S10, dann S1 oder E1) und dann einer glatten Spitze mit der Einstellung E10, angelegt wurde, ist (links) unter dem REM und (Mitte) unter stärkerer Vergrößerung zu sehen. (rechts) Die automatisch errechnete Oberflächenrauigkeit (Ra) für dieses Biopsat beträgt 1,2.

chen der Körnung der Diamantbeschichtung. Die UDT mit 46 μm wies visuell eine glattere Oberfläche auf als die UDT mit 126 μm (Abb. 3c und 3d).

In der Optimierungsphase wurden zwei verschiedene UDT verwendet und zusätzlich die Leistung variiert. Die Oberflächenrauigkeit verbesserte sich, wenn die Spitze mit 46 μm verwendet und die Einstellung auf S1 oder E1 reduziert wurde (Abb. 4) oder wenn die glatte Spitze verwendet wurde, um im Anschluss an die Verwendung der UDT mit 76 μm oder 46 μm zu polieren, und die Einstellung S1 und E10 verwendet wurde (Abb. 5).

Analyse mit optischer Profilometrie

Die Durchschnittswerte für die Oberflächenrauigkeit (Ra) des Dentins, das mit dem grünen und dem roten Diamantfräser und mit der UDT mit 76 μm , gefolgt von der UDT mit 46 μm mit der Einstellung S10 präpariert worden war, sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Die Ra-Werte der Biopsate, die mit den UDT mit 76 μm und mit 46 μm präpariert worden waren, waren besser (4,97 und 4,68) als die der beiden Diamantfräser (4,10 und 2,00). Allerdings verbesserte sich die Oberflächenrauigkeit bei den UDT, wenn die Einstellung auf S1 oder E1 reduziert wurde (Tabelle 3). Sie war besser als der Wert, der mit

dem grünen Diamantfräser erzielt wurde. Wenn nach den UDT mit 76 μm oder 46 μm noch die glatte Spitze verwendet worden war, näherte sich die durchschnittliche Ra (2,40 mit der Einstellung S1 und 2,28 mit E10) dem Wert an, der mit dem roten Diamantfräser (Kontrolle, 2,00) erzielt worden war. Eine statistische Analyse für die Ergebnisse, die mit den UDT und den Fräsern erzielt worden waren, wurde nicht durchgeführt, weil die mit den UDT erzielten Ergebnisse so stark variierten und die oben bereits erwähnten verwirrenden Faktoren die Schneidleistung so unterschiedlich ausfallen ließen.

Tabelle 2 Oberflächenrauigkeit der Biopsate nach Präparation mit dem grünen und roten Diamantfräser bzw. der UDT mit 76 µm und 46 µm mit Einstellung S10 (Suprasson P-Max)

Schneidinstrumente/Korngröße	Durchschnitt Ra (µm)
Diamantfräser	
Grüner Diamant, 100 µm	4,10
Roter Diamant, 30 µm	2,00
Ultraschalldiamantspitzen	
76 µm	4,97
46 µm	4,68

Tabelle 3 Oberflächenrauigkeit der Biopsate nach Präparation mit UDT oder einer glatten Spitze bei unterschiedlichen Einstellungen (Suprasson P-Max)

Ultraschallspitze	Durchschnitt Ra (µm) bei unterschiedl. Einstellungen		
	Scale Mini (S1)	Endo Mini (E1)	Endo Max (E10)
Diamantbeschichtete Spitze			
76 µm	4,50	3,75	N/Z
46 µm	3,30	3,01	*
Glatte Spitze (nach 76-µm- und 46-µm-UDTs)	2,40	†	2,28

N/Z = kein Test durchgeführt.
 *Ergebnis zwischen 4,2 und 4,4 µm, was nicht zufriedenstellend für das Polierziel ist.
 †Vibration war nicht ausreichend für eine Polierwirkung.

Diskussion

Die Faktoren, die die Vibration (und damit die Schneidleistung) der UDT beeinflussen, wurden bereits bei der Ultraschall-Wurzelspitzenpräparation ermittelt. Es sind die Einstellung, die Länge und Ausrichtung der Spitze und die einwirkende Last bei der instrumentellen Bearbeitung^{18, 19}. Das Ergebnis der vorliegenden Studie zeigt, dass die Vibration blockiert war, wenn die UDT mit einem festen Apparat mit konstanter Belastung verbunden waren. Wenn verschiedene Behandler die gleichen Ultraschall-Diamantspitzen und den gleichen Generator benutzten, wurden unterschiedliche Ergebnisse erzielt. Das zeigt, dass individuell unterschiedliche Faktoren die Vibration (und damit die Schneidleistung) beeinflussen können, z. B. der auf die Spitze ausgeübte Druck, die Ausrichtung der Spitze im Verhältnis zur Zahnoberfläche und die Übertragungsgeschwindigkeit der Spitze.

Am effektivsten war die Schneidleistung, wenn der Behandler optimalen Druck auf die Spitze ausübte, die Spitze entsprechend ausgerichtet war und eine langsame Übertragung erfolgte. Diese Vorgehensweise in Verbindung mit dem guten Kontaktgefühl, das die Spitzen vermitteln, ähnelt dem Streichen oder Formen.

In der Realisierungsphase stellten die Autoren fest, dass die UDT mit 126 µm und 46 µm keine signifikant unterschiedliche Schneidleistung aufwiesen, trotz der vermuteten überlegenen Abtragekapazität der UDT mit 126 µm. Das ist vielleicht auf verschiedene Faktoren zurückzuführen, wie die Verteilung und Dicke der Diamantkörner, die sich auf die Vibration der Spitze auswirken. Als die Form der Spitze aber in der Optimierungsphase modifiziert wurde und sie stärker gebogen war, wirkten sich diese Faktoren anscheinend nicht auf das Vibrationspotential aus. Die UDT mit 76 µm mit

größerem Korndurchmesser zeigte also eine bessere Schneidleistung als die UDT mit 46 µm.

In der vorliegenden Studie wurde gezeigt, dass die von den UDT erzeugte Oberfläche (Einkerbungen parallel zur horizontalen Spitzenübertragung) anders war als die mit Diamantfräsern erzeugte Oberfläche (konzentrische Einkerbungen entsprechend der rotierenden Bewegung). Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen zum Teil auch die Ergebnisse von Laufer und Mitarbeitern¹⁶, die feststellten, dass UDT eine rauere Oberfläche erzeugten als Diamantfräser. Eine reproduzierbare, präzise und glattere Oberfläche an der Präparationsgrenze ist wichtig, damit bei der prothetischen Versorgung ein möglichst geringer Randspalt entsteht²⁰⁻²⁴. In der vorliegenden Studie wurde gezeigt, dass die Oberflächenrauigkeit in zweierlei Hinsicht verbessert werden konnte: Entweder durch Verwendung einer UDT mit 46 µm mit



Abb. 6 Prototypen der abschließend entwickelten Ultraschallspitzen für die subgingivale Präparation (von links nach rechts): 76- μ m-UDT, 46- μ m-UDT, glatte Spitze.

Tabelle 4 Alle empfohlenen Spitzen und Einstellungen für das Anlegen der Präparationsgrenze, das Finieren u. Polieren

Protokoll/ Schritt der subgingivalen Präparation	Ultraschall- spitze	Ein- stellung*
Vollständig		
Anlegen d. Präparationsgrenze	76 μ m	S10
Finieren	46 μ m	S10
Beginn Polieren	46 μ m	E1
Polieren	glatt	S1 or E10
Vereinfacht		
Anlegen d. Präparationsgrenze und Finieren	46 μ m	S10
Polieren	46 μ m	S1 or E1

*Hier verwendeter Generator: PMax Suprasson (Satelec-Acteon-Gruppe).

reduzierter Einstellung (E1 oder S1) oder durch die Verwendung einer glatten Spitze zum Polieren der Präparationsgrenze mit der Einstellung S1 oder E10.

Trotz des direkten Kontakts mit dem Weichgewebe sind die UDT atraumatisch. Dies wird klinisch beobachtet, wenn sie für die Wurzelglättung in Parodontaltaschen verwendet werden. Der Klopfmodus der Ultraschallvibration bei einer entsprechenden Amplitude führt nicht zu Rissen im Weichgewebe. Mit der gleichen Amplitude und Frequenz, wie sie auch in der Parodontologie verwendet werden, bieten die hier für die subgingivale Präparation entwickelten UDT denselben Vorteil. Der Schutz der Gingiva durch einen Retraktionsfaden wird damit unnötig.

Die endgültigen UDT wiesen eine effiziente Schneidleistung in Dentin auf. Die Präparationsgrenze konnte innerhalb von 3 bis 4 min in eine subgingivale Position mit einem Abstand von 0,5 bis 1 mm platziert werden. Diese Form der subgingivalen Präparation braucht eine längere Arbeitszeit als bei der Verwen-

dung eines grünen Diamantfräasers. Diese Zeit sollte allerdings klinisch akzeptabel sein, weil es unnötig ist, einen Retraktionsfaden zu legen.

Vorschlag für ein neues subgingivales Präparationsprotokoll

Nachdem die endgültigen Ergebnisse der Optimierungsphase der UDT-Entwicklung feststanden, fertigten die Autoren Prototypen an: UDT mit 76 μ m und 46 μ m sowie mit glatter Spitze (Abb. 6). Diese UDT wurden anschließend bei der Agentur G-MED registriert und zertifiziert (Zertifizierungsagentur im medizinischen und Gesundheitsbereich). Sie können in Kliniken mit der Kennzeichnung Conformité Européenne sicher benutzt werden.

Klinische Anwendung des Protokolls

Es wurde eine Anzahl von Patienten ausgewählt, die sich eine ästhetische Vollkronenversorgung wünschen. Die Patienten unterzeichneten

vor der Behandlung die Einwilligung nach Information. Es werden zwei Präparationsphasen unterschieden (Abb. 1): die Rotationsphase oder supragingivale bzw. gingivanahe Präparation und die Ultraschallphase bzw. das Eindringen in den Sulkus. In Tabelle 4 findet sich eine Zusammenfassung der vorgeschlagenen Spitzen und Einstellungen. Nachdem oberhalb des Gingivaums mit einem Diamantfräser, der an eine Turbine angeschlossen ist, eine grobe Reduzierung der Zahnschubstanz erfolgt ist, wird mit den Ultraschallinstrumenten in den Sulkus eingedrungen. Ein Retraktionsfaden ist nicht erforderlich. Für das effiziente Schneiden ohne Blockierung ist nur ein leichter (nicht zu hoher) Druck erforderlich. Der Behandler sollte das Gefühl haben, dass er die Zahnschubstanz eher formt als schneidet.

Die UDT mit 76 μ m wird mit der Einstellung S10 dazu verwendet, die Präparationsgrenze allmählich in den gingivalen Sulkus zu versenken (Abb. 7a und 7b). Dank der Wasserspülung, die auf den aktiven Teil der Spitze gerichtet ist, hat der Be-



Abb. 7 Protokoll für das Anlegen der Präparationsgrenze mit UDT.

Abb. 7a (links) Das vollständige Protokoll beginnt mit der supragingivalen Positionierung der Präparationsgrenze am Ende der Rotationsphase mit dem UDT mit 76 µm.



Abb. 7b (rechts) Mit der Einstellung S10 beginnt die Ultraschallphase. Die UDT mit 76 µm wird allmählich nach apikal in eine subgingivale Position gesenkt.



Abb. 7c (links) Der Prozess wird mit der UDT mit 46 µm fortgesetzt, um die Präparationsgrenze fertigzustellen.



Abb. 7d (rechts) Jetzt wird die Einstellung S1 gewählt, und für die Politur der Präparationsgrenze wird die glatte Spitze benutzt.



Abb. 7e (links) Die so entstandene Präparation ist sauber und klar. Die Gingiva ist unverletzt.

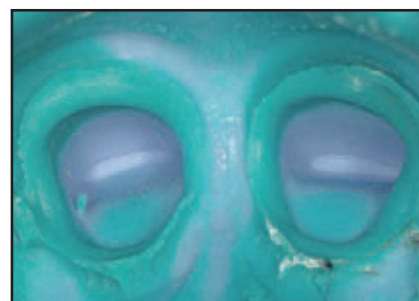


Abb. 7f (rechts) Es erfolgt eine Abformung der Präparation. Sie zeigt eine gute, klar definierte Präparationsgrenze.

handler gute Einsicht in den Eingriffsbereich. Dann wird die Präparationsgrenze mit der UDT mit 46 µm vollendet, immer noch mit der Einstellung S10. An diesem Punkt können scharfe Kanten, die mit dem Hohlkehrlprofil der UDT mit 76 µm erzeugt wurden, geglättet werden (Abb. 7c). Zum Polieren der Präpa-

rationsgrenze wird zunächst die UDT mit 46 µm mit der Einstellung E1 verwendet. Anschließend wird die glatte Spitze mit der Einstellung S1 oder E10 verwendet (Abb. 7d). Die umliegende Gingiva wird bei der Präparation mit den UDT nicht verletzt (Abb. 7e). So kann eine saubere Abformung mit einem deutlichen

Gingivarand erfolgen (Abb. 7f) und die prothetische Behandlung kann fortgesetzt werden.

Dieses Protokoll kann vereinfacht werden, indem nur die UDT mit 46 µm verwendet wird (Tabelle 4). Im Anschluss an die grobe Reduzierung mit einem Diamantfräser der entsprechenden Form wird für die

Präparation und die abschließenden Schritte nur die UDT mit 46 µm verwendet. Die Einstellung ist dabei S10. Dann wird mit derselben Spitze weiter poliert, wobei die Einstellung S1 oder E1 gewählt wird. Bei diesem Protokoll ist für die gleiche Schneidleistung etwas mehr Zeit erforderlich.

Schlussfolgerungen

Die hier entwickelten Ultraschall-Diamantspitzen zeigten eine effektive Schneidleistung im Dentin. Die mit der glatten Spitze erzielte Oberflächenrauigkeit entsprach in etwa der, die mit dem roten Diamantfräser (Referenz) erzielt wurde. Bei entsprechendem Einsatz in einer klinischen Situation und im direkten Kontakt mit dem Gingivagewebe können diese Ultraschallspitzen eine präzise Präparationsgrenze im gingivalen Sulkus anlegen, ohne dass das marginale Parodont verletzt wird. Die erzielte zervikale Präparationsgrenze ist sehr klar und sauber, mit einem deutlichen Gingivrand.

Danksagung

Dr. Marc Sous dankt den Pôle Aquitaine Matériaux et Mécanique (Centre Condorcet, Pessac, Frankreich) für die finanzielle Unterstützung dieser Studie. Außerdem danken die Autoren Frau Karine Martinez für ihre ausgezeichnete grafische Arbeit.

Literatur

1. Douglass CW, Watson AJ. Future needs for fixed and removable partial dentures in the United States. *J Prosthet Dent* 2002;87:9–14.
2. Kronström M, Palmqvist S, Eriksson T, Söderfeldt B, Carlsson GE. Practice profile differences among Swedish dentists. A questionnaire study with special reference to prosthodontics. *Acta Odontol Scand* 1997;55:265–269.
3. Shillingburg HT Jr, Hobo S, Whitsett L, Jacobi R, Brackett SE. *Fundamentals of Fixed Prosthodontics*. Chicago: Quintessence, 1997.
4. Blair FM, Wassell RW, Steele JG. Crowns and other extra-coronal restorations: Preparations for full veneer crowns. *Br Dent J* 2002;192:561–571.
5. Kois JC. New paradigms for anterior tooth preparation. *Rationale and technique*. *Oral Health* 1998;88:19–22,25–27,29–30.
6. Dragoo MR, Williams GB. Periodontal tissue reactions to restorative procedures. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1981;1:8–23.
7. Kaiser DA, Newell DH. Technique to disguise the metal margin of the metal/ceramic crown. *Tex Dent J* 1989;106:7–11, 60.
8. Nielsen AG, Richards JR, Wolcott RB. Ultrasonic dental cutting instrument: I. *J Am Dent Assoc* 1955;50:392–399.
9. Nielsen AG, Kennedy JJ. Gross manifestations of tissue response to rotary and ultrasonic dental cutting procedures. *J Am Dent Assoc* 1958;56:203–210.
10. Oman CR, Applebaum E. Ultrasonic cavity preparation. II. Progress report. *J Am Dent Assoc* 1955;50:414–417.
11. Tunkel J, Heinecke A, Flemmig TF. A systematic review of efficacy of machine-driven and manual subgingival debridement in the treatment of chronic periodontitis. *J Clin Periodontol* 2002;29(suppl 3):72–81.
12. Gagnot G, Mora F, Pobleto MG, Vachey E, Michel JF, Cathelineau G. Comparative study of manual and ultrasonic instrumentation of cementum surfaces: Influence of lateral pressure. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;24:137–145.

13. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: A review of the literature. *J Endod* 2007; 33:81-95.
14. Hugo B, Stassinakis A. Preparation and restoration of small interproximal carious lesions with sonic instruments. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998;10: 353-359.
15. Krejci I, Dietschi D, Lutz FU. Principles of proximal cavity preparation and finishing with ultrasonic diamond tips. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998;10: 295-298.
16. Laufer BZ, Pilo R, Cardash HS. Surface roughness of tooth shoulder preparations created by rotary instrumentation, hand planing, and ultrasonic oscillation. *J Prosthet Dent* 1996;75:4-8.
17. Schlee M, Steigmann M, Bratu E, Garg AK. Piezosurgery: Basics and possibilities. *Implant Dent* 2006;15:334-340.
18. Devall R, Lumley PJ, Waplington M, Blunt L. Cutting characteristics of a sonic root-end preparation instrument. *Endod Dent Traumatol* 1996;12:96-99.
19. Tsesis I, Rosen E, Schwartz-Arad D, Fuss Z. Retrospective evaluation of surgical endodontic treatment: Traditional versus modern technique. *J Endod* 2006;32:412-416.
20. Hung SH, Hung KS, Eick JD, Chappell RP. Marginal fit of porcelain-fused-to-metal and two types of ceramic crown. *J Prosthet Dent* 1990;63:26-31.
21. Weaver JD, Johnson GH, Bales DJ. Marginal adaptation of castable ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1991;66:747-753.
22. Naert I, Van der Donck A, Beckers L. Precision of fit and clinical evaluation of all-ceramic full restorations followed between 0.5 and 5 years. *J Oral Rehabil* 2005;32:51-57.
23. May KB, Russell MM, Razzoog ME, Lang BR. Precision of fit: The Procera AllCeram crown. *J Prosthet Dent* 1998;80:394-404.
24. Tuntiprawon M, Wilson PR. The effect of cement thickness on the fracture strength of all-ceramic crowns. *Aust Dent J* 1995;40: 17-21.