

## Ein neues Verfahren zur Wurzeldeckung: die Schlüssellochoperation (Pinhole Surgical Technique)



John C. Chao, DDS\*

Momentan gilt der Einsatz von freien Bindegewebestransplantaten als das zuverlässigste Verfahren zur Wurzeldeckung. Allerdings hat die Morbidität, die mit der Entnahme der Transplantate einhergeht, das Interesse an anderen Methoden geweckt. In dieser Studie wurde die Eignung eines neuen operativen Ansatzes zur Wurzeldeckung untersucht: das Schlüssellochverfahren (PST, Pinhole Surgical Technique). In dieser retrospektiven Studie wurden die Ergebnisse des PST bei 43 konsekutiven Patienten mit 121 Defekten untersucht. 85 dieser Defekte gehörten zur Klasse I oder II und 36 zur Klasse III. Die mittlere initiale Rezessionstiefe betrug  $3,4 \pm 1,0$  mm und die mittlere Beobachtungszeit  $18 \pm 6,7$  Monate. Ein zweiter Operationsbereich wurde nicht eröffnet, da als Transplantationsmaterial nur eine resorbierbare Membran oder azelluläre dermale Matrix verwendet wurde. Es waren weder Entlastungsschnitte noch eine scharfe Dissektion oder Nähte erforderlich (bei Verwendung der resorbierbaren Membran). Es wurde für den Eingriff lediglich eine Inzision von 2 bis 3 mm zur Eröffnung geführt. Bei Rezessionsdefekten der Klasse I und II erzielte das PST gemessen an der kompletten Wurzeldeckung eine Vorhersagbarkeit von 81,2 % und gemessen an der Defektreduktion eine Effektivität von  $94,0 \pm 14,8$  %. Bei Kombination der Daten für die Klasse I, II und III wurden eine Vorhersagbarkeit von 69,4 % und eine Effektivität von  $88,4 \pm 19,8$  % erreicht. Die Eingriffe dauerten durchschnittlich  $22,3 \pm 10,1$  Minuten. Die mittlere subjektive Patientenzufriedenheit lag bei 95,1 % und wurde im Mittel nach  $7,34 \pm 13,5$  Tagen erreicht. Postoperativ traten kaum Komplikationen auf. Diese Ergebnisse zeigen, dass das PST ein minimalinvasives, vorhersagbares, effektives sowie zeit- und kosteneffektives Verfahren für optimale patientenbasierte Ergebnisse ist. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2012;32:497–507.)

\*Privatpraxis, Alhambra, Kalifornien, USA.

Korrespondenz an: Dr. John C. Chao, 100 S First Street, Alhambra, CA 91801, USA.  
 Fax: +1 626-284-8584. E-Mail: johnchaodds@sbcglobal.net

Die parodontale rekonstruktive Chirurgie hat zum Ziel, ein stabiles Parodont wiederherzustellen und ein optimales Ergebnis für den Patienten zu erreichen<sup>1-3</sup>. Dazu wurden im Laufe der Jahre verschiedene rekonstruktive Operationsverfahren zur Wurzeldeckung entwickelt und untersucht<sup>4-12</sup>. Derzeit gelten Techniken mit der Verwendung von freien Bindegewebestransplantaten (FCTG) als Goldstandard bei der kompletten Wurzeldeckung, mit denen die am besten vorhersagbaren Ergebnisse erreicht werden. Allerdings gehen sie mit Komplikationen an der Entnahmestelle einher, wie Schmerzen, Blutungen und Schwellungen nach dem Eingriff<sup>13</sup>. In einer umfassenden Analyse des FCTG und anderer aktueller Verfahren wurde festgestellt, dass sie einen koronalen Zugang, Entlastungsschnitte, eine Lappenabhebung oder eine Transplantation erforderlich machen<sup>4-13</sup>. Im Gegensatz dazu beschreibt dieser Artikel ein neuartiges Operationsverfahren mit vestibulärem Zugang, das Schlüssellochverfahren (PST, Pinhole Surgical Technique). Seine Vorhersagbarkeit und Effektivität werden untersucht und sein Einfluss auf das Ergebnis patientenbasiert beurteilt.

## Material und Methode

In einer retrospektiven klinischen Studie über 33 Monate wurden 43 Patienten (16 Männer, 27 Frauen) im Alter von 31 bis 84 Jahren (Mittelwert:  $57 \pm 14,2$  Jahre) behandelt. Sie zeigten Gingivarezessionen an insgesamt 121 Zähnen (71 im Oberkiefer, 50 im Unterkiefer). Die Patienten wurden konsekutiv in der Reihenfolge der klinischen Vorstellung ausschließlich mit dem Schlüssellochverfahren behandelt. Die mittlere Beobachtungszeit betrug  $18 \pm 6,7$  Monate (Bereich: fünf bis 33 Monate). Für alle Patienten lagen Beobachtungswerte vor. Insgesamt 85 Rezessionsdefekte gehörten zur Miller-Klasse I und II und 36 zur Miller-Klasse III. Von den 121 behandelten Zähnen wiesen 98 präoperativ eine Rezessionstiefe  $\geq 3,0$  mm auf. Bei jedem Patienten wurden bei jedem Eingriff durchschnittlich 2,81 Rezessionsdefekte behandelt. Sofern mehrere Defekte vorhanden waren, wurde die Schlüssellochoperation routinemäßig an diesen Defekten gleichzeitig durchgeführt (drei bis 10 Defekte).

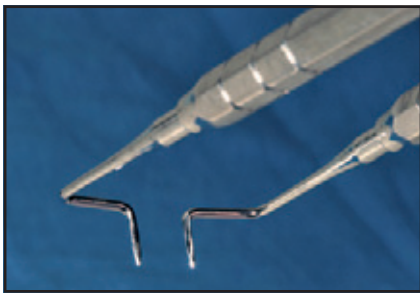
Einschlusskriterien waren: ASA Physical Status I oder II<sup>14</sup>, keine Kontraindikationen gegen einen parodontalchirurgischen Eingriff, einer oder mehrere bukkale Rezessionsdefekte der Klasse I, II oder III im Ober- und/oder Unterkiefer, Vorhandensein oder Fehlen von Restaurationen oder Kronen und sichtbare Schmelz-Zement-Grenze (SZG), keine vorausgegangene parodontalchirurgische Behandlung der betroffenen Bereiche, belegte Compliance mit Mundhygieneanweisungen und Parodontalkontrollen, keine Plaque und Blutungen beim Sondieren in den Operationsbereichen und Nichtraucherstatus in den letzten fünf Jahren vor der Behandlung.

## Klinische Parameter

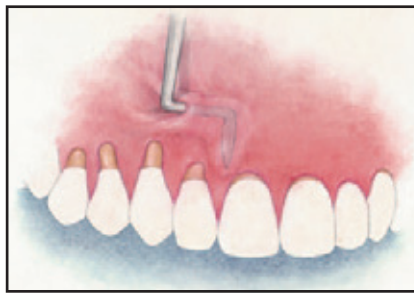
Folgende vier Parameter wurden präoperativ, nach drei Monaten und danach befundabhängig alle drei bis sechs Monate erhoben: (1) Rezessionstiefe (RD), Abstand zwischen dem bukkalen Gingivasaum in der Wurzelmitte und der SZG oder dem Koronalarand der Restauration, (2) Sondierungstiefe (PD), (3) klinisches Attachment (CAL) als Summe aus RD und PD sowie (4) keratinisierte Gingiva (KG) als Höhe der keratinisierten Gingiva oder Abstand zwischen dem Gingivasaum und der Mukogingivallinie. Außerdem wurde bei den Kontrolluntersuchungen vom Arzt die Übereinstimmung der Farbe und des Gewebes überprüft. Die dabei jeweils erhobenen klinischen Daten und angefertigten Fotografien wurden mit den präoperativen Befunden verglichen, um Änderungen und die Heilungsgeschwindigkeit zu ermitteln. Um zu überprüfen, wie genau die klinischen Messungen sind, wurden die initiale RD und die bei den Kontrollen ermittelte RD mit unabhängigen Messungen an Studienmodellen verglichen.

## Chirurgisches Vorgehen

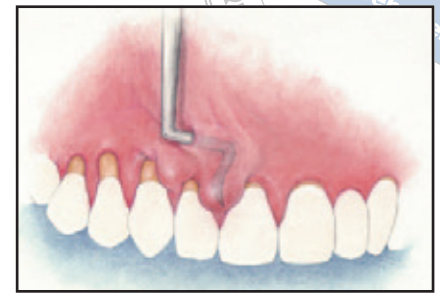
Alle Operationen wurden vom Autor durchgeführt. Nach Lokalanästhesie wurden Kariesläsionen, Restaurationen, Oberflächenveränderungen und Wurzelkonvexitäten mit rotierenden Bohrern, Ultraschallinstrumenten und Handküretten entfernt und geglättet. Apikal der Empfängerstelle(n) nahe der Basis des Vestibulums erfolgte mit einem 12er-Skalpell (Bard-Parker) eine kleine horizontale Inzision (2 bis 3 mm) in der Alveolarmukosa. An den unteren Prämolaren wurde diese Inzision so weit mesial



**Abb. 1** Transmukosale Papillenelevatoren.



**Abb. 2** Abheben eines Vollschichtlappens.

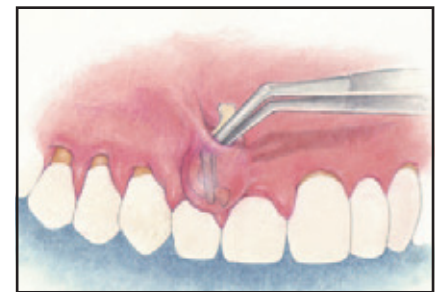


**Abb. 3** Abheben der Papillen an beiden Seiten des betroffenen Zahns.



**Abb. 4** (links) PST-Transplantatzange.

**Abb. 5** (rechts) Einsetzen der Barriere-membran.



der Wurzel des ersten Prämolaren geführt, dass nach Einschätzung des Arztes eine Schädigung des N. mentalis ausgeschlossen war. Durch den Zugang wurden speziell hergestellte Instrumente (Trans-Mucosal Papillae Elevators [TMPEs], H & H) zur Abhebung eines Vollschichtlappens eingeführt (Abb. 1 und 2). Die Lappenabhebung richtete sich nach der Form und Bewegung der Instrumente durch die Mukosa und Gingiva. Anschließend wurde der Lappen koronal und horizontal verlängert, um die beiden an die freigelegte Wurzel angrenzenden Papillen ebenfalls zu mobilisieren (Abb. 3). Einzigartig bei dem Schlüssellochverfahren ist, dass mindestens vier Papillen eingeschlossen werden. Durch diese interproximale Verlängerung entstand ein frei bewegli-

cher Lappen, der nach koronal verschoben wurde, sodass er über die SZG hinausreichte. Der Lappen wurde bei 100 Rezessionsdefekten mit einer verformbaren resorbierbaren Membran (BM; Bio-Gide, Geistlich) stabilisiert und bei den übrigen 21 Defekten mit azellulärer dermaler Matrix (ADM; Alloderm, BioHorizons). Dazu wurden zwei bis vier Membranstreifen mit einer Größe von 2 x 12 mm, die mit sterilem Wasser getränkt waren, nacheinander mit einer PST-Transplantatzange (H & H) durch den Zugangsschnitt gefädelt und subgingival unter die Papillen und das marginale Weichgewebe gestopft (Abb. 4 und 5). Die Anzahl der Membranstreifen hing von der Materialmenge ab, die erforderlich war, um den Lappen in der gewünschten Position zu sichern.

In allen Fällen reichte die Gewebespannung des Lappens durch die Distension oder das „pouching“ zur Fixierung der Transplantatstreifen aus, sodass keine Nähte, Operationsverbände oder Gewebekleber erforderlich waren. Für fünf Minuten wurde vorsichtig mit dem Finger Druck auf den Lappen ausgeübt. Die Zugangsinzision heilte primär ohne Naht.

Bei 21 Defekten wurde azelluläre dermale Matrix (ADM) verwendet. Da sie sehr glatt ist, musste sie mit einem neuartigen Schlingennahtverfahren eingebracht werden. Dazu wurde ein 2 x 5 mm großer ADM-Streifen an jedem Ende mit einem resorbierbaren Faden 4-0, 24 mm, 3/8c versehen (Vicryl, Ethicon). Jede Nadel wurde durch die Zugangsinzision ein- und unter dem fazialen Gingiva-saum der Empfängerwurzel wieder nach außen geführt. Anschließend wurde eine Nadel unter den mesialen und eine unter der distalen Kontakt gefädelt. Die Transplantatenden wurden durch Zug von oral erst am einen und dann am anderen Ende durch den Zugangsschnitt gezogen. Wurde an beiden Fäden gleichzeitig gezogen, verlagerte sich der gesamte Transplantatstreifen gemeinsam mit dem darüberliegenden Lappen so weit nach koronal, dass die SZG bedeckt war. Die Nähte wurden durch Befestigen der Fäden an der gegenüberliegenden Kontaktstelle fixiert und fazial verknotet. Auf diese Weise stabilisierte die Naht den Lappen. Die freien Enden der resorbierbaren Fäden wurden bei den Kontrollbesuchen entfernt, sobald sie sichtbar wurden (Abb. 6a bis f).

Postoperativ spülten die Patienten den Mund sechs Wochen lang mit Chlorhexidinguconat 0,12 % (Peridex, 3M ESPE). In dieser Zeit durften sie die Operationsbereiche nicht bürsten. Jeder Patient wurde am nächsten Werktag und in der dar-

auffolgenden Woche kontrolliert. Dabei wurde klinisch nach Heilungszeichen gesucht. Weitere Kontrollen folgten nach drei und sechs Wochen. Bei jedem Besuch wurde bei Bedarf eine leichte Kürettage durchgeführt. In der sechsten Woche wurden die Patienten angewiesen, die Zähne mit einer extraweichen Bürste im Rollverfahren zu bürsten. Anschließend erfolgten die Kontrollen im Rahmen der parodontalen Erhaltungstherapie alle drei Monate.

#### *Fragebogen und Datenerfassung*

Mithilfe eines Fragebogens ermittelte ein Mitarbeiter bei jedem Patienten folgende patientenbasierten Ergebnisvariablen. Die erste Variable war die Ästhetik, die von Zucchelli und De Sanctis als „für den Patienten vollkommen zufriedenstellendes Ergebnis“ beschrieben wurde<sup>15</sup>. Jeder Patient sollte seine Zufriedenheit mit dem ästhetischen Ergebnis anhand bestimmter für ihn geltender Kriterien in Prozent einstufen (von 0 % [total unzufrieden] bis 100 % [vollkommen zufrieden]). Um die Zeit bis zum Ereignis zu ermitteln, sollten die Patienten zudem angeben, an welchem Zeitpunkt (Tag) ihnen die ästhetische Verbesserung (oder ihr Fehlen) erstmals aufgefallen war. Außerdem sollten Komplikationen durch Schmerzen, Blutung und Schwellung auf einer Skala von 1 bis 10 eingestuft werden<sup>13</sup>. Jede dieser Komplikationen wurde als nicht vorhanden oder leicht (0 bis 3 Punkte), mittelschwer (4 bis 6 Punkte) oder schwer (7 bis 10 Punkte) eingestuft<sup>13</sup>. Auch die Zahnsensibilität wurde von den Patienten auf einer Skala von 0 bis 10 eingestuft, gemessen am Einfluss von warmen/kalten Speisen und Getränken, Luft, Zähneputzen sowie süßen und sauren Speisen<sup>16</sup>.

Zum Schluss wurde nach der Gesamtzufriedenheit mit dem Verfahren zur Wurzeldeckung in Prozent gefragt (von 0 % [total unzufrieden] bis 100 % [vollkommen zufrieden]).

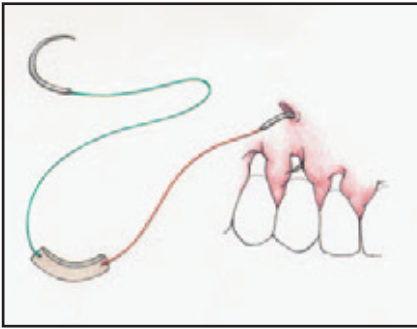
#### *Statistische Auswertung*

Die quantitativen Daten wurden als Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen angegeben. Die Auswertung erfolgte mit dem Student-t-Test für gepaarte Variablen, um Änderungen innerhalb und zwischen den Gruppen zu erfassen. Die Normalität der Daten wurde anhand der Kurtosis und der Wölbung der Kurven überprüft. Das Signifikanzniveau für die Widerlegung der Nullhypothese wurde für alle Tests mit  $\alpha = 0,05$  festgelegt.

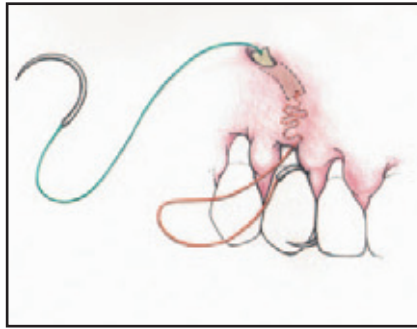
#### **Ergebnis**

Die Vorhersagbarkeit wurde als Anteil der Gesamtfälle angegeben, in denen eine komplette oder fast komplette Wurzeldeckung ( $\geq 90$  %) erreicht wurde<sup>14</sup>. Von den 121 Rezessionsdefekten gehörten 85 zur Miller-Klasse I und II und 36 zur Miller-Klasse III. Bei gemeinsamer Betrachtung aller drei Miller-Klassen wurde bei 69,4 % der Rezessionsdefekte eine komplette Wurzeldeckung erzielt und bei 77 % eine Defektdeckung. Bezogen auf die 85 Defekte der Klasse I und II wurde in 81,2 % der Fälle eine komplette Defektdeckung erreicht und in 90,6 % eine fast vollständige Defektdeckung.

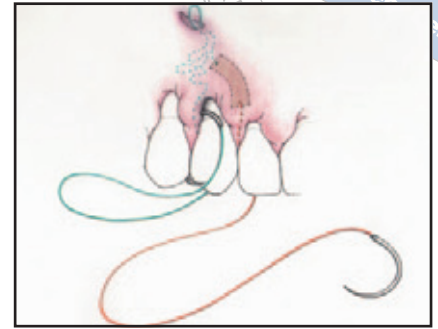
Die Effektivität wurde als mittlere prozentuale Defektdeckung und mittlere Defektdeckung angegeben<sup>14</sup>. Bei Studienbeginn betrug die durchschnittliche Rezessionstiefe  $3,4 \pm 1,0$  mm. Bei Betrachtung aller 121 Defekte wurden eine mittlere De-



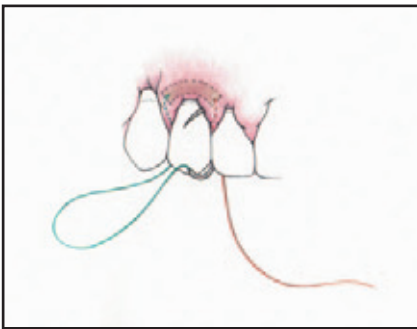
**Abb. 6a** Die Nadel wird durch die Zungangsinzision unter den fazialen Gingivaum der Empfängerwurzel geführt.



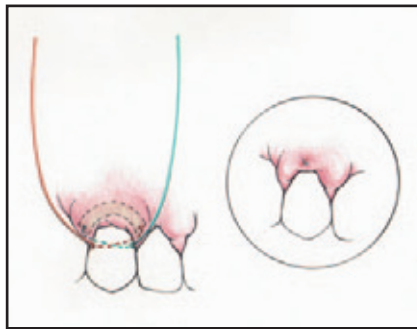
**Abb. 6b** Die Nadel wird unter die mesiale Kontaktfläche geschoben.



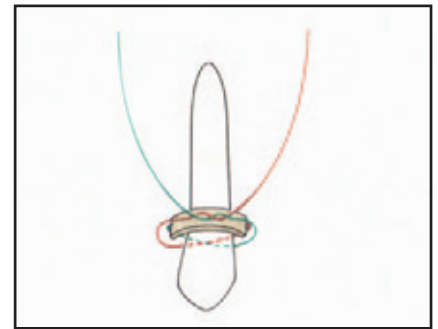
**Abb. 6c** Eine Nadel am anderen Transplantatende wurde unter den Lappen und unter den distalen Kontakt geschoben und nach oral geführt. Durch Zug von fazial erst am einen und dann am anderen Ende werden die Transplantatenden durch den Zugangsschnitt gezogen.



**Abb. 6d** Die distale Nadel wird unter den mesialen Kontakt geschoben und tritt fazial wieder aus.



**Abb. 6e** Durch gleichzeitigen Zug an beiden Fäden gelangt der gesamte Transplantatstreifen nach koronal. Die Fäden werden unter dem Lappen verknotet.



**Abb. 6f** Nahtverfahren aus der Sicht von fazial.

fektdeckung von 88,4 % und eine mittlere Reduktion der Rezessionstiefe um  $3,0 \pm 1,1$  mm erzielt. Bezogen auf die Defekte der Klasse I und II wurden eine mittlere Defektdeckung von 94 % und eine mittlere Reduktion der Rezessionstiefe um  $3,1 \pm 1,1$  mm erreicht (Tabelle 1). Die mittleren postoperativen Messungen der anderen relevanten Parameter waren an allen 121 Defekten positiv: PD-Reduktion: 1,4 mm, CAL-Anstieg:

4,4 mm und KT-Gewinn: 1,3 mm (Tabelle 1).

Im Durchschnitt wurden bei jedem Eingriff 2,8 Defekte behandelt. Die mittlere Nachbeobachtungszeit betrug  $18 \pm 6,7$  Monate (Bereich: fünf bis 33 Monate) (Tabelle 1). Bei einer Untergruppe von 10 Patienten mit insgesamt 20 Rezessionsdefekten dauerte die PST einer Rezession durchschnittlich etwa  $22,3 \pm 10,1$  Minuten.

Für die patientenbasierten Ergebnisvariablen ergab der Fragebogen eine mittlere Zufriedenheit der Patienten mit der Ästhetik von  $94,9 \pm 1,0$  %. Die Abbildungen 7a und b zeigen Beispiele für präoperative und Kontrollfotografien. Das ästhetische Ergebnis wurde im Durchschnitt nach  $7,4 \pm 13,5$  Tagen erreicht. Die mittlere Gesamtzufriedenheit der Patienten betrug im Studienverlauf  $95,1 \pm 1,2$  %.

<b>Tabelle 1 Klinische Parameter (Mittelwert <math>\pm</math> SA)</b>			
<b>Parameter</b>	<b>Alle Bereiche</b>	<b>Klasse I und II</b>	<b>Klasse III</b>
Anzahl der Defekte	121	85	36
Untersuchungszeitraum (Mon.)	18 $\pm$ 6,7	20 $\pm$ 6,7	15 $\pm$ 5,2
Initiale Rezessionstiefe (mm)	3,4 $\pm$ 1,0	3,3 $\pm$ 1,0	3,6 $\pm$ 1,1
Rezessionstiefe bei Kontrolle (mm)	0,4 $\pm$ 0,8	0,2 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 1,0
Defektdeckung (mm)	3,0 $\pm$ 1,1	3,1 $\pm$ 1,1	2,7 $\pm$ 0,9
Defektdeckung (%)	88,4 $\pm$ 19,8	94,0 $\pm$ 14,8	75,5 $\pm$ 24,0
Anzahl der Defekte mit kompletter Wurzeldeckung	84	69	15
Komplette Wurzeldeckung (%)	69,4	81,2	41,7
% Wurzeldeckung $\geq$ 90 %	77,7	90,6	47,2
Initiale PD (mm)	2,6 $\pm$ 0,7	2,6 $\pm$ 0,6	2,4 $\pm$ 0,9
Kontroll-PD (mm)	1,2 $\pm$ 0,4	1,2 $\pm$ 0,4	1,3 $\pm$ 0,5
PD-Reduktion (mm)	1,4 $\pm$ 0,8	1,5 $\pm$ 0,7	1,1 $\pm$ 0,9
Initialer CAL (mm)	6,0 $\pm$ 1,3	5,9 $\pm$ 1,2	6,0 $\pm$ 1,6
Kontroll-CAL (mm)	1,6 $\pm$ 0,9	1,4 $\pm$ 0,6	2,2 $\pm$ 1,1
CAL-Gewinn (mm)	4,4 $\pm$ 1,4	4,6 $\pm$ 1,3	3,8 $\pm$ 1,5
Initiale KT (mm)	0,8 $\pm$ 1,6	1,1 $\pm$ 1,8	0,0 $\pm$ 0,0
Kontroll-KT (mm)	3,0 $\pm$ 1,1	3,3 $\pm$ 0,8	2,5 $\pm$ 1,3
KT-Gewinn (mm)	1,3 $\pm$ 1,9	1,2 $\pm$ 2,0	1,5 $\pm$ 1,7

SA = Standardabweichung, PD = Sondierungstiefe, CAL = Höhe des klinischen Attachments, KG = keratinisierte Gingiva.

Tabelle 2 fasst das Ausmaß und die Dauer der Symptome Schmerzen, Schwellung und Blutung zusammen.

Insgesamt 25 Patienten klagten präoperativ über eine Wurzelüberempfindlichkeit, die bei 12 von ihnen (48 %) auch postoperativ noch bestand. Darüber hinaus wurden keine unerwünschten Ereignisse oder Komplikationen beobachtet.

Die klinischen Aufzeichnungen und Fotografien belegten bei allen Patienten eine komplikationslose

Heilung, die nach sechs Wochen abgeschlossen war. Außerdem waren weder nach drei Monaten noch später merkliche Unterschiede der Farbe und Gewebearbeit der Gingiva in der Ausgangssituation und nach dem Eingriff erkennbar (Abb. 7b).

Die durchschnittliche prozentuale Defektdeckung, die an den Studienmodellen ermittelt wurde (86,5 %), war mit der bei intraoralen Messungen erhobenen Defektdeckung (87,9 %) vergleichbar. Da sich diese beiden Messungen nicht signifikant



**Abb. 7a und 7b** Gleichzeitige Operation mehrerer Defekte mit ADM. (a) Präoperative Fotografie. (b) Kontrolle nach drei Jahren.

<b>Tabelle 2 Patientenbasierte Ergebnisvariablen</b>	
<b>Schmerzen</b>	
Intensität (Ausmaß ± SA)	0,8 ± 0,8
Keine Schmerzen (%)	6 (14,0)
Leichte Schmerzen (%)	32 (74,4)
Mittelstarke Schmerzen (%)	3 (7,0)
Starke Schmerzen (%)	2 (4,6)
Dauer (Tage ± SA)	2,6 ± 1,5
<b>Blutung</b>	
Intensität (Ausmaß ± SA)	0,7 ± 0,5
Keine Blutung (%)	14 (32,6)
Leichte Blutung (%)	29 (67,4)
Mittelstarke Blutung (%)	0 (0,0)
Starke Blutung (%)	0 (0,0)
Dauer (Tage ± SA)	1,2 ± 1,1
<b>Schwellung</b>	
Intensität (Ausmaß ± SA)	0,8 ± 0,5
Keine Schwellung (%)	11 (25,6)
Leichte Schwellung (%)	30 (69,8)
Mittelstarke Schwellung (%)	2 (4,6)
Starke Schwellung (%)	0 (0,0)
Dauer (Tage ± SA)	2,0 ± 1,8

SA = Standardabweichung.



unterschieden, wurden die klinischen Messwerte der Rezessionsdefekte bestätigt.

## Diskussion

Der wichtigste Aspekt der Verfahren zur Wurzeldeckung ist ihre Vorhersagbarkeit<sup>17</sup>. Diese bemisst sich an der Häufigkeit, mit der eine komplette oder fast komplette ( $\geq 90\%$ ) Wurzeldeckung erreicht wird<sup>14</sup>. Außerdem ist die komplette Wurzeldeckung eine primäre Ergebnisvariable und gilt als bester Indikator für den Erfolg<sup>2, 14, 18–20</sup>. In früheren FCTG-Studien wurde bei 29 bis 90 % der Patienten eine komplette Wurzeldeckung erreicht<sup>20–26</sup>. Vor Kurzem berichteten Rossberg et al. in einer retrospektiven Langzeitstudie mit dem Einsatz von subepithelialen Bindegewebstransplantaten bei 82 % der Defekte über eine komplette Wurzeldeckung<sup>27</sup>. In dieser Studie wurde bei 81,2 % der Klasse-I- und -II-Defekte eine komplette Wurzeldeckung erzielt (Tabelle 1).

Wird als Erfolgsindikator die fast komplette ( $\geq 90\%$ ) Wurzeldeckung verwendet, sollte laut Greenwell et al. in wenigstens 75 % der Fälle eine 90%ige Defektdeckung erzielt werden, um das Verfahren als erfolgreich einstufen zu können<sup>12</sup>. In dieser Studie wurde bei 90,6 % der Klasse-I- und -II-Defekte eine fast komplette Defektdeckung erreicht sowie bei 77,7 % aller Defekte, von denen 29,7 % zur Klasse III gehörten (Tabelle 1).

Während die Vorhersagbarkeit als Häufigkeit der Defektdeckung angegeben wird, entspricht die Effektivität der mittleren prozentualen Defektdeckung<sup>14</sup>. Als erfolgreich gilt ein Verfahren bei einer Defektdeckung um 80 bis 100 %<sup>12</sup>. Das PST erzielte bei Klasse-I- und -II-Defekten eine durchschnittliche Deckung von 94 %. Diese Ergebnisse passen gut

zu denjenigen einer sechsmonatigen Fallserie von Chambrone und Chambrone<sup>28</sup>. Sie behandelten Patienten mit multiplen Klasse-I- und -II-Defekten mit einem Bindegewebstransplantat und einem koronalen Verschiebelappen. Sie erzielten eine mittlere Defektdeckung von 96 %, die sich nicht signifikant von den PST-Ergebnissen unterscheidet.

Hinsichtlich der anderen in dieser Studie betrachteten klinischen Parameter zeigten die Reduktion der PD insgesamt (1,4 mm), der KG-Gewinn (1,3 mm) und die Zunahme des CAL (4,4 mm) relativ positive Ergebnisse im Vergleich zu den Ergebnissen einer Studie von Paolantonio et al., in der diese postoperativen klinischen Parameter von FCTG-Verfahren mit 0,20 mm, 1,93 mm bzw. 4,40 mm angegeben wurden<sup>29</sup>.

Bei Verfahren zur Wurzeldeckung sind patientenbasierte Ergebnisse, wie die Zufriedenheit mit der Ästhetik, die Stärke und Dauer der postoperativen Schmerzen, Blutung und Reduktion der Sensibilität sowie die Gesamtzufriedenheit wichtige Aspekte<sup>2, 3, 20</sup>. Die Wurzeldeckung wird vor allem aus ästhetischen Gründen gewünscht<sup>21, 28</sup>. Die vorliegende Studie ermittelte während der Beurteilungsphase von  $18 \pm 6,7$  Monaten (Bereich: fünf bis 33 Monate) eine mittlere Zufriedenheit mit der Ästhetik von 95,1 %. Wichtig ist, dass eine Verbesserung des Erscheinungsbilds von den Patienten erstmals nach durchschnittlich 7,4 Tagen bemerkt wurden. Obwohl klinische Daten und Fotografien bei der Kontrolle nach einer Woche das Vorhandensein einer zumindest leichten Entzündung nahelegten, bemerkten die meisten Patienten bereits schon vor dem achten Tag eine Besserung des Aussehens.

Bezüglich der postoperativen Schmerzen wurden die PST-Ergebnisse mit denen einer Studie von

Wessel und Tatakis<sup>30</sup> verglichen, die 23 Patienten behandelten und anschließend über die Ergebnisse nach FCTG-Verfahren oder Verfahren mit freien Gingivatransplantaten berichteten. Wessel und Tatakis stufen die postoperativen Schmerzen anhand einer visuellen Analogskala (VAS) von 0 bis 10 ein, wobei 0 keinen Schmerzen entspricht und 10 schweren Schmerzen. Während die mittlere Schmerzdauer bei PST-Patienten  $2,6 \pm 1,5$  Tage betrug und keiner der Patienten am Ende der ersten Woche über Schmerzen klagte, gaben in der Studie von Wessel und Tatakis sechs von 12 FCTG-Patienten Schmerzen am Ende der dritten Woche an<sup>30</sup>. Der mittlere Schmerzscore von PST-Patienten auf der VAS-Skala betrug  $0,8 \pm 0,08$ . Der mittlere Schmerzscore von FCTG-Patienten in der Studie von Wessel und Tatakis betrug  $1,6 \pm 2,3$ . Auch die postoperativ von den PST-Patienten und der FCTG-Patienten in der Studie von Wessel und Tatakis eingenommenen Schmerztabletten wurden verglichen. Dabei nahmen die PST-Patienten  $1,7 \pm 2,6$  (frei verkäufliche) Schmerzmittel ein, und die Patienten von Wessel und Tatakis  $8,6 \pm 5,5$  (Ibuprofen 600 mg). Blutung und Schwellung waren bei PST-Patienten nur leicht ausgeprägt und von kurzer Dauer (Tabelle 2). Das relativ rasche Abklingen der Symptome bei PST-Patienten passt zu der Geschwindigkeit der klinisch beobachteten und fotografisch dokumentierten Abheilung.

In dieser Studie gaben 25 Patienten präoperativ eine Zahnsensibilität an, die bei 12 von ihnen (48 %) auch postoperativ noch bestand. In einer Studie von Pini Prato et al. trat bei vier von 10 Patienten (40 %) die präoperativ vorhandene Zahnsensibilität auch postoperativ auf<sup>31</sup>.

Tabelle 3 stellt die PST-Gruppenunterschiede dar. Bei den Kontrollen fand sich ein leichter, aber statis-

**Tabelle 3** Vergleiche zwischen den Gruppen

	Anzahl der Zähne	Initiale Rezessionstiefe (mm ± SA)	Rezessionstiefe bei Kontrolle (mm ± SA)	Defektdeckung (mm ± SA)	% Defektdeckung
Oberkiefer	71	3,4 ± 1,0	0,2 ± 0,5	3,2 ± 1,1	93,6
Unterkiefer	50	3,3 ± 1,0	0,7 ± 1,0	2,7 ± 10,9	79,4
Karies/Restauration	45	3,5 ± 0,9	0,6 ± 0,9	2,9 ± 1,0	83,2
Intakte Wurzeln	76	3,3 ± 1,1	0,3 ± 0,7	3,0 ± 1,1	91,5
Alter < 57,5 Jahre	62	3,4 ± 1,1	0,3 ± 0,6	3,1 ± 1,2	90,1
Alter > 57,5 Jahre	59	3,3 ± 1,0	0,5 ± 0,9	2,8 ± 0,9	85,4
Frühe Gruppe	53	3,3 ± 1,1	0,1 ± 0,2	3,2 ± 1,1	96,0
Spätere Gruppe	68	3,5 ± 1,0	0,6 ± 0,9	2,9 ± 1,0	83,1
ADM	21	3,6 ± 1,1	0,3 ± 0,8	3,0 ± 1,3	91,4
BM	100	3,4 ± 1,0	0,4 ± 0,8	2,9 ± 1,0	86,9

ADM = azelluläre dermale Matrix, BM = bioresorbierbare Membran, SA = Standardabweichung.

tisch signifikanter Unterschied zwischen der Rezessionstiefe an den Ober- und den Unterkieferzähnen ( $0,2 \pm 0,5$  mm bzw.  $0,7 \pm 1,0$  mm). Auch Chambrone und Chambrone fanden statistisch signifikante Unterschiede der FCTG-Ergebnisse zwischen Ober- und Unterkieferzähnen<sup>28</sup>. In der letztgenannten Studie erfolgte bei 28 Patienten ein FCTG-Verfahren an multiplen Defekten, die jeweils zur Hälfte an Rezessionen des Ober- bzw. des Unterkiefers behandelt wurden. Alle Defekte gehörten zur Klasse I oder II. Die mittlere finale Rezessionstiefe der Gruppen betrug im Unterkiefer 0,21 mm, im Oberkiefer 0,07 mm – das ist ein Unterschied um das Dreifache. Interessanterweise er-

gab auch das PST-Verfahren einen Unterschied zwischen Ober- und Unterkiefer um den Faktor drei ( $0,7$  mm bzw.  $0,2$  mm). Die größere finale RD in der PST-Studie im Vergleich zur Studie von Chambrone und Chambrone<sup>28</sup> könnte auf dem Einschluss der Klasse-III-Defekte in der PST-Studie beruhen. In der PST-Studie gehörten 16 der 50 Unterkieferdefekte und 20 der 71 Oberkieferdefekte zur Klasse III. Chambrone und Chambrone gaben als mögliche approximale Verbindungen zur Erklärung ihrer Befunde die Tiefe des vestibulären Fornix, die Lappenspannung, die Lappendicke und den mukogingivalen Phänotyp an<sup>28</sup>. Dieser Unterschied zwischen den Unter- und Oberkie-

fergruppen könnte auch darauf beruhen, dass funktionelle mechanische Kräfte am Unterkiefer weitaus stärker auf Wundränder wirken als am Oberkiefer (Amarante et al.<sup>32</sup>). Wichtig ist, dass das PST-Verfahren im Unterkiefer eine Defektdeckung von 79,4 % erreichte, obwohl alle Klasse-III-Defekte eingeschlossen waren. Damit kommt es dem von Greenwell et al. für eine erfolgreiche Defektdeckung angegebenen Erfolgskriterium von 80 bis 100 % sehr nahe<sup>12</sup>. Es sind weitere Untersuchungen zu den Effekten von PST und FCTGs auf Defekte im Unterkiefer notwendig.

An den beschädigten Wurzeln entsprachen die PST-Ergebnisse denen einer früheren Studie von Gold-

stein et al.<sup>33</sup>. Sie stellen fest, dass die Deckung zuvor kariöser oder restaurierter Wurzeln genauso vorher-sagbar ist wie die Deckung intakter Wurzeln.

Bei der PST fanden sich keine signifikanten altersabhängigen Unterschiede der Behandlungsergebnisse.

Auch die Lernkurve des Operateurs ist eine mögliche Bias-Quelle<sup>18</sup>. Bei einer Gruppe mit kürzerer Operationsdauer wurde eine Defektdeckung von 96,0 % erreicht, bei einer längeren Operationsdauer betrug die Defektdeckung 83,1 %. Da die Defektdeckung bei einer kürzeren Operationsdauer etwas höher war als bei einer längeren (statistisch nicht signifikant), fand sich kein offensichtlicher Bias oder eine progressive Veränderung durch die Lernkurve des Operateurs (Tabelle 3). Auch beim Vergleich von Barrieremembran und azellulärer dermaler Matrix ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede (Tabelle 3).

Neben den Ergebnissen, die in Tabelle 3 für die Gruppen angegeben sind, berücksichtigte diese Studie auch den Selektionsbias<sup>18</sup> der behandelten Bereiche. Während der Beobachtungsphase wurde allen Patienten, bei denen eine Wurzeldeckung indiziert war, sowohl das PST- als auch das FCTG-Verfahren empfohlen. Alle Patienten wählten PST und wurden auch entsprechend behandelt. Somit war ein Selektionsbias durch die konsekutive Behandlung der Patienten mit demselben Verfahren (PST) in der Reihenfolge ihrer Vorstellung in dieser retrospektiven Studie weitestgehend ausgeschlossen.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit dem PST-Verfahren in signifikant kürzerer Zeit und somit auch zu weitaus geringeren Kosten multiple Bereiche (Abb. 7a) gleichzeitig behandelt

werden können. Im Rahmen dieser Studie wurden bei jeder Sitzung durchschnittlich 2,8 Rezessionen behandelt, in der Studie von Griffin et al.<sup>13</sup> durchschnittlich 1,45.

Der nach Griffin et al.<sup>13</sup> signifikanteste Risikofaktor für postoperative Schmerzen war die Operationsdauer, insbesondere bei einem Verfahren mit autogenen Transplantaten. Der Unterschied der mittleren Operationsdauer je Rezessionsdefekt (Eingriff) unterschied sich zwischen dieser Studie ( $22,3 \pm 10,1$  Minuten, Bereich: 18 bis 40 Minuten) und der Studie von Griffin et al.<sup>13</sup> ( $45,1 \pm 19,1$  Minuten) nachhaltig und signifikant.

Somit ist die Schlussfolgerung gerechtfertigt, dass das PST-Verfahren im Rahmen dieser Studie eine vorhersehbare, effektive, minimalinvasive sowie zeit- und kosteneffektive Alternative zum FCTG-Verfahren ist und für die Patienten optimale Ergebnisse erzielt. Angesichts der möglichen Auswirkungen des PST auf den Nutzen aus Sicht der Patienten sind weitere randomisierte kontrollierte Studien erforderlich, um festzustellen, ob ein realistischer Ansatz gegeben ist.

## Offenlegung

Dr. Chao besitzt ein Patent (Nr. 8.007.278) für TMPE-Instrumente und registrierte Warenzeichen für Pinhole und PST.

## Literatur

1. Miller PD Jr. Regenerative and reconstructive periodontal plastic surgery. Mucogingival surgery. Dent Clin North Am 1988; 32:287–306.
2. Rocuzzo M, Bunino M, Needleman I, Sanz M. Periodontal plastic surgery for treatment of localized recessions: A systematic review. J Clin Periodontol 2002; 29:178–194.

3. Oates TW, Robinson M, Gunsolley JC. Surgical therapies for the treatment of gingival recession. A systematic review. *Ann Periodontol* 2003;8:303-320.
4. Consensus report. Mucogingival therapy. *Ann Periodontol* 1996;1:702-706.
5. Miller PD Jr. Root coverage using a free soft tissue autograft following citric acid application. II. Treatment of the carious root. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1983;3(5):39-51.
6. Cairo F, Pagliaro U, Nieri M. Treatment of gingival recession with coronally advanced flap procedures: A systematic review. *J Clin Periodontol* 2008;35(suppl): 136-162.
7. Tarnow DP. Semilunar coronally repositioned flap. *J Clin Periodontol* 1986;13: 182-185.
8. Harris RJ. Connective tissue grafts combined with either double pedicle grafts or coronally positioned pedicle grafts: Results of 266 consecutively treated defects in 200 patients. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;22:463-471.
9. Kimble KM, Eber RM, Soehren S, Shyr Y, Wang HL. Treatment of gingival recession using a collagen membrane with or without the use of demineralized freeze-dried bone allograft for space maintenance. *J Periodontol* 2004;75:210-220.
10. Piloni A, Paolantonio M, Camargo PM. Root coverage with a coronally positioned flap used in combination with enamel matrix derivative: 18-month clinical evaluation. *J Periodontol* 2006;77: 2031-2039.
11. Moses O, Artzi Z, Sculean A, et al. Comparative study of two root coverage procedures: A 24-month follow-up multicenter study. *J Periodontol* 2006;77: 195-202.
12. Greenwell H, Bissada NF, Henderson RD, Dodge JR. The deceptive nature of root coverage results. *J Periodontol* 2000;71: 1327-1337.
13. Griffin TJ, Cheung WS, Zavras AI, Damoulis PD. Postoperative complications following gingival augmentation procedures. *J Periodontol* 2006;77:2070-2079.
14. Maloney WJ, Weinberg MA. Implementation of the American Society of Anesthesiologists Physical Status classification system in periodontal practice. *J Periodontol* 2008;79:1124-1126.
15. Zucchelli G, De Sanctis M. Treatment of multiple recession-type defects in patients with esthetic demands. *J Periodontol* 2000;71:1506-1514.
16. Pereira R, Chava VK. Efficacy of a 3% potassium nitrate desensitizing mouthwash in the treatment of dentinal hypersensitivity. *J Periodontol* 2001;72:1720-1725.
17. Greenwell H, Fiorellini J, Giannobile W, et al. Oral reconstructive and corrective considerations in periodontal therapy. *J Periodontol* 2005;76:1588-1600.
18. Clauser C, Nieri M, Franceschi D, Pagliaro U, Pini-Prato G. Evidence-based mucogingival therapy. Part 2: Ordinary and individual patient data meta-analyses of surgical treatment of recession using complete root coverage as the outcome variable. *J Periodontol* 2003;74:741-756.
19. Rotundo R, Nieri M, Mori M, Clauser C, Prato GP. Aesthetic perception after root coverage procedure. *J Clin Periodontol* 2008;35:705-712.
20. Pagliaro U, Nieri M, Franceschi D, Clauser C, Pini-Prato G. Evidence-based mucogingival therapy. Part I: A critical review of the literature on root coverage procedures. *J Periodontol* 2003;74:709-740.
21. Miller PD Jr. Root coverage using the free soft tissue autograft citric acid application. III. A successful and predictable procedure in areas of deep-wide recession. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1985; 5(2):15-37.
22. Holbrook T, Ochsenbein C. Complete coverage of the denuded root surface with a one-stage gingival graft. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1983;3(3):8-27.
23. Nelson S. The subpedicle connective tissue graft, A bilaminar reconstructive procedure for the coverage of denuded root surfaces. *J Periodontol* 1987;58: 95-102.
24. Borghetti A, Gardella JP. Thick gingival autograft for the coverage of gingival recession: A clinical evaluation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1990;10: 216-229.
25. Tolmie PN, Rubins RP, Buck GS, Vagianos V, Lanz JC. The predictability of root coverage by way of free gingival autografts and citric acid application: An evaluation by multiple clinicians. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1991;11:261-271.
26. Harris RJ. Root coverage with connective tissue grafts: An evaluation of short- and long-term results. *J Periodontol* 2002;73: 1054-1059.
27. Rossberg M, Eickholz P, Raetzke P, Ratka-Krüger P. Long-term results of root coverage with connective tissue in the envelope technique: A report of 20 cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008; 28:19-27.
28. Chambrone LA, Chambrone L. Subepithelial connective tissue grafts in the treatment of multiple recession-type defects. *J Periodontol* 2006;77:909-916.
29. Paolantonio M, Dolci M, Esposito P, et al. Subpedicle acellular dermal matrix graft and autogenous connective tissue graft in the treatment of gingival recessions: A comparative 1-year clinical study. *J Periodontol* 2002;73:1299-1307.
30. Wessel JR, Tatakis DN. Patient outcomes following subepithelial connective tissue graft and free gingival graft procedures. *J Periodontol* 2008;79:425-430.
31. Pini-Prato G, Pagliaro U, Baldi C, et al. Coronally advanced flap procedure for root coverage. Flap with tension versus flap without tension: A randomized controlled clinical study. *J Periodontol* 2000; 71:188-201.
32. Amarante SA, Leknes KN, Skavland J, Lie T. Coronally positioned flap procedures with or without a bioabsorbable membrane in the treatment of human gingival recession. *J Periodontol* 2000;71:989-998.
33. Goldstein M, Nasatzky E, Goultzschin J, Boyan BD, Schwartz Z. Coverage of previously carious roots is as predictable a procedure as coverage of intact roots. *J Periodontol* 2002;73:1419-1426.