

Die Abutmentdubliertechnik: Ein neues Protokoll für adhäsiv befestigte implantatgetragene Restaurationen



Roberto Cocchetto, MD, DDS*
 Ingrid Resch, CDT**
 Marco Castagna, CDT**
 Giampaolo Vincenzi, MD, DDS***
 Renato Celletti, MD, DDS****

Ziel dieser Studie war es, eine neue Labortechnik für adhäsiv befestigte implantatgetragene Restaurationen zu entwickeln. Weiterhin wurde untersucht, ob mit dieser Technik die Behandlungsdauer in der Praxis für Patienten und Behandler reduziert und gleichzeitig die Präzision eines indirekten Verfahrens für die Anfertigung von Kronen gewahrt werden kann. Bei dieser Technik wird der Implantatanteil eines Arbeitsmodells dubliert, der mit einem Dubliersilikon oder einem System auf Kunststoffbasis für Einzelkronen oder mehrere Kronen angefertigt wurde. Dafür wurde eine Küvette verwendet, die ursprünglich für die Anfertigung von Keramikinlays und -onlays bestimmt war. Die Dublierung erfolgte mit einem Silikonmaterial für hochpräzise Abformungen und einem Kunststoff auf Polyurethanbasis mit geringer Schrumpfung. Das dublierte Implantatabutment wurde dazu verwendet, die definitiven Brücken herzustellen, nachdem die Originalabutments beim Patienten eingesetzt worden waren. 50 Abutments wurden nacheinander getestet. Die Modelle (19 Einzelkronen, 31 Brücken), die auf den Originalabutments angefertigt worden waren, wurden auf die Duplikate montiert und von zwei Zahnprothetikern und zwei Zahn Technikern visuell (Labormikroskop mit 16-facher Vergrößerung) untersucht. 48 Restaurationen wurden als „gut“ beurteilt (gute Randpassung, kein Spalt), zwei als „akzeptabel“ (Schwierigkeiten mit der Randpassung, aber verbesserungsfähig). Die Erfolgsrate betrug 98 %. Die hier vorgestellte Technik ist offensichtlich effizient und prognostizierbar. Mit ihrer Hilfe kann die Anzahl der klinischen Termine für die Eingliederung von präzise hergestellten, adhäsiv befestigten implantatgetragenen Restaurationen reduziert werden. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2010;30:403–412.)

* Privatpraxis, Verona, Italien; Gastprofessor, Universität Chieti, Italien.
 ** Zahn Technikerin, Dentlab Resch, Verona, Italien.
 *** Privatpraxis, Verona, Italien.
 **** Professor of Periodontology, Universität Chieti, Italien; Privatpraxis, Rom, Italien.

Korrespondenz an: Dr. Roberto Cocchetto, Via Albere n. 10, 37138 Verona, Italien; Fax: 0039 045 577646; E-Mail: rcocchetto@yahoo.it

Festsitzende Restaurationen auf endoskalen Implantaten werden normalerweise verschraubt oder adhäsiv befestigt. Bei verschraubten Kronen führen die Schrauben in das Implantat (entweder direkt oder durch ein provisorisches Abutment). Für adhäsiv befestigte Kronen werden Abutments mit Schrauben mit den Implantaten verbunden und die Kronen adhäsiv an den Abutments befestigt. Die Abutments werden vorher konturiert und geformt, ähnlich wie bei der Präparation von Zähnen für eine konventionelle festsitzende Prothese. In den letzten Jahren wird das Protokoll für die adhäsive Befestigung zunehmend beliebter^{1,2}, vor allem bei teilbezahnten Patienten.

Die Gründe dafür sind unter anderem:

- Angulationsprobleme lassen sich leichter korrigieren³. Die ideale anatomische Achse für die Implantatinsertion, die bukkolingual mittig im Alveolarfortsatz liegt, entspricht vielleicht nicht der idealen prothetischen Achse, sodass der Schraubenzugang im zentralen Höcker der klinischen Krone läge. Dies kommt im Oberkiefer häufiger vor, was an dem dort auftretenden Resorptionsmuster liegt. Manchmal kann die Implantat-achse absichtlich in mesiodistaler

Richtung verschoben werden⁴. In solchen Situationen können adhäsiv befestigte Restaurationen die Behandlung der Wahl sein.

- Verschraubte Implantatkronen können aufgrund der Lage der Schraubenzugänge zu einer schlechten Ästhetik führen. Dies kommt im Unterkiefer häufiger vor, weil die Schraubenzugänge dort eher zu sehen sind. Diese Situation galt früher nicht als wichtig, aber sie hat inzwischen an Bedeutung gewonnen, da viele Patienten heute höhere ästhetische Ansprüche haben. Außerdem werden durch die Schraubenzugänge die Keramiksichten der Kronen geschwächt, wenn sie unter Belastung stehen^{5, 6}.
- Wenn mehrere Implantate mit festsitzenden Restaurationen verblockt werden, ermöglicht die Verwendung von adhäsiv befestigten Kronen eine leichtere, genauere Adaption. Das hängt damit zusammen, dass durch die genaue Kontrolle der Dicke des Klebers zwischen den Abutments und den Kronen Spannungen zwischen der festsitzenden Restauration und den Implantatabutments verringert werden können⁷⁻⁹.
- Restaurativ arbeitende Zahnärzte und Zahntechniker sind mit den Protokollen für die adhäsive Befestigung besser vertraut, weil diese Verfahren denen der herkömmlichen Zahnprothetik ähnlich sind².

Die Protokolle für die adhäsive Befestigung können auf unterschiedliche Weise angewandt werden.

Direkte Methode

Ein vorgefertigtes Abutment wird mit einem Implantat verbunden und intraoral mit rotierenden Instrumenten präpariert. Anatomisch vorgeformte Abutments (gerade und abgewinkelte) stehen in den meisten Implantatsystemen zur Verfügung. Leider ist die intraorale Präparation von Implantatabutments schwieriger zu bewerkstelligen als die Präparation für Kronen auf natürlichen Zähnen. Bei Metall- oder Zirkonoxidabutments kommt es aufgrund der physikalischen Eigenschaften vor, dass kleinste Rückstände in das umliegende Weichgewebe gelangen. Die definitiven Versorgungen werden anhand intraoraler Abformungen angefertigt, die mit konventionellem Abformmaterial für festsitzende Versorgungen genommen werden. Intraorale Abformungen von Implantatabutments sind schwieriger zu nehmen als Abformungen von natürlichen Zähnen, vor allem wenn der Rand subgingival liegt. Wenn ein Retraktionsfaden in den periimplantären Sulkus gelegt wird, kann das epitheliale Attachment beschädigt werden, das sich an der sulkulären Oberfläche der Abutments bildet. Wenn jedoch kein Retraktionsfaden benutzt wird, können Fragmente des Abformmaterials unentdeckt im Sulkus verbleiben und die Ursache für ungenaue Abformungen sein. Reste von subgingivalem Abformmaterial können zur Bildung von Taschen und Fisteln führen.

Anschließend wird aus Modellgips oder Epoxidharz ein Arbeitsmodell erstellt. Das Modell wird für die Anfertigung der Kronen auf konventionelle Weise gesägt und beschliffen. Wenn die prothetische Krone anhand eines Abutments angefertigt wird, das nach einer herkömmlichen Abformung in Gips oder Epoxidharz dubliert wurde, ist die Qualität der Randpassung signifikant schlechter

als bei einer indirekten Abformung¹⁰. Deshalb ist das Risiko von Randspalten, bakterieller Proliferation und gingivaler Entzündungen erhöht.

Indirekte Methode

Implantatabutments werden im Labor auf einem Modell angefertigt, das anhand einer Abformung auf Implantatniveau erstellt wurde. Das Meistermodell enthält ein Implantatanalog, das die intraorale Ausrichtung des Implantats sowie die periimplantären Weichgewebekonturen wiedergibt. Vorgefertigte Titan- oder Zirkonoxidabutments werden auf das Analog im Meistermodell gesetzt und präpariert, ähnlich wie bei der Präparation eines natürlichen Zahns für eine prothetische Krone. Alternativ dazu können die Abutments auch über das Aufwachsen und Gießen individueller Abutments angefertigt werden. Oder sie werden anhand individueller digitaler Daten gefräst. Die indirekte Methode ermöglicht ein ideales und präzises Abutmentdesign.

Es können auch im Dentallabor provisorische Kronen angefertigt werden, die mit den Abutments an den behandelnden Zahnarzt geschickt werden, wenn eine provisorische Belastungsphase geplant ist. Bei einem Protokoll ist es auch erforderlich, dass die Suprastruktur aufgewachst und auf den Abutments gegossen wird. Dann wird sie im Mund einprobiert und für den Keramikbrand ans Labor zurückgeschickt. Eine provisorische Belastungsphase kommt in diesem Fall nicht vor, was sich manchmal negativ auf das klinische Ergebnis auswirken kann. Außerdem werden die Abutments auf die Implantate gesetzt und wieder entfernt. Damit kann die Weichgewebestabilität beeinträchtigt werden, weil das epitheliale Attachment

um die Implantate mehrfach beschädigt wird¹¹. Als weiteres Risiko dieses Protokolls gilt bei dem wiederholten Ein- und Ausgliedern eines Abutments auf ein Implantat das „sliding misfit“ (gleitende Fehlpassung). Es führt zu einer Veränderung der Rotationsposition der Abutments auf den Implantaten, womit der präzise Sitz der Suprastruktur gefährdet sein kann¹².

Als Alternative können die Suprastrukturen auf den Originalabutments gegossen werden. Diese werden dann mit provisorischen Kronen in Funktion gebracht. Zu einem späteren Zeitpunkt werden die Suprastrukturen wieder mit den Abutments verbunden und es erfolgt eine Transferabformung. Diese Abformung wird dazu benutzt, das Sekundärmodell für die definitive Versorgung anzufertigen. Diese Technik wird von den Autoren bevorzugt, weil dabei eine präzise Randpassung der Kronen an die Abutments mit den Vorteilen der provisorischen Belastung kombiniert wird. Der wesentliche Nachteil dieser Technik liegt darin, dass ein klinischer Termin für die Transferabformung erforderlich ist, damit das Sekundärmodell erstellt werden kann. Außerdem können während der provisorischen Belastung eines oder mehrere Implantate verloren gehen, und dann muss die bereits gegossene Suprastruktur verworfen werden. Dies ist mit einem finanziellen Verlust für den behandelnden Zahnarzt und möglicherweise auch für den Patienten verbunden.

Direkte/indirekte Methode

In manchen Fällen werden provisorische Abutments (die normalerweise aus dauerhaften, starken Kunststoffmaterialien bestehen) mit den Implantaten verbunden, intraoral präpariert und mit Provisorien belastet.

Für die definitiven Versorgungen wird dann ein indirektes Protokoll verwendet. Es beginnt mit einer Abformung auf Implantatniveau. Behandler und Zahntechniker können auf einige oder alle der hier beschriebenen Probleme stoßen. Diese Technik ist häufig Teil eines Verfahrens mit sofortiger Belastung. Sie kann allerdings nicht routinemäßig verwendet werden, weil mit der Anfertigung von zwei verschiedenen Abutments erhöhte Kosten verbunden sind.

Doppelt gefräste Abutments

Vor Kurzem wurde ein CAD/CAM-Protokoll vorgeschlagen², bei dem anhand eines Datensatzes zwei Abutments gefräst werden. Ein Abutment wird für die provisorische Phase intraoral inseriert. Das zweite Abutment wird für die Anfertigung der definitiven Versorgung in das ursprüngliche Meistermodell eingesetzt. Die Autoren haben die Erfahrung gemacht, dass die Unterschiede zwischen den beiden Abutments minimal sind. Das größte Problem bei dieser Methode sind allerdings die signifikant höheren Kosten.

Aufgrund der zahlreichen Variablen, die bei den oben vorgestellten Verfahren vorliegen, wird in diesem Artikel ein neues Protokoll für adhäsiv befestigte implantatgetragene Restaurationen vorgestellt und untersucht. Dieses Protokoll wurde entwickelt, um wiederholbare technische Ergebnisse zu erzielen und die Gesamtbehandlungsdauer in der Praxis sowie die Kosten, die mit den obigen Protokollen verbunden sind, zu reduzieren.

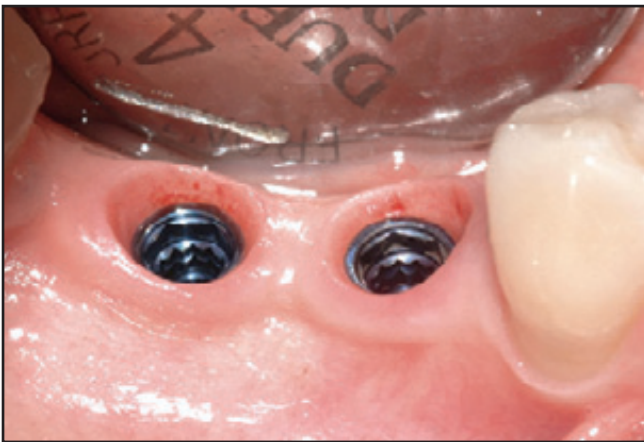


Abb. 1 Als Ersatz für den rechten zweiten Prämolare und den ersten Molar wurden im Seitenbereich des Unterkiefers zwei Implantate inseriert.

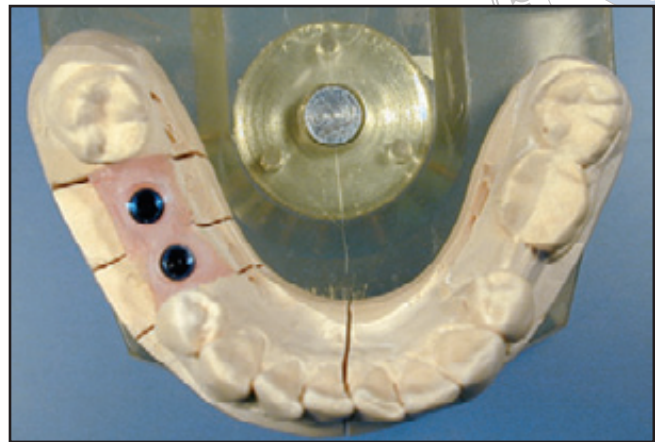


Abb. 2 Das Meistermodell mit den Implantatanalogen. Die Modellbasis wurde gesägt.

Material und Methode

Die vorgeschlagene Abutmentdubliertechnik stützt sich auf die Dublierung eines Teils eines gesägten Arbeitsmodells, nämlich der Abutments, die mit den Implantatanalogen verbunden sind. Der dublierte Teil kann dazu verwendet werden, am ursprünglichen Modell die definitiven Versorgungsfertigstellungen fertigzustellen, nachdem die Originalabutments beim Patienten inseriert wurden. Dies kann mithilfe eines Modellsystems (Systeme auf Dubliersilikon- oder Kunststoffbasis) geschehen, das gesägt werden kann, um die lineare Ausdehnung von Dentalgips zu kompensieren. Die mit diesen Systemen angefertigten Modelle sind nachweislich genauer als massive Modelle¹³⁻¹⁵.

Bei der Entwicklung dieser Technik kamen zwei Systeme zur Anwendung: das Zeiser-System (Zeiser Dentalgeräte) und das Giroform-System (AmannGirrbach).

Zu beiden Systemen gehören Dublierküvetten (beim Giroform-System eine einzelne, adaptierbare Küvette und beim Zeiser-System vier unter-

schiedliche Größen). Sie wurden ursprünglich für die Dublierung von feuerfesten Hartgipsmodellen für Zähne verwendet, die für Keramikinlays oder -onlays präpariert wurden. Sie können ganz ähnlich für die Dublierung des Implantatbereichs von Arbeitsmodellen verwendet werden.

Nachdem das Modell entsprechend dem verwendeten System angefertigt worden war, wurde es gesägt und in zwei Teile unterteilt: den implantatgetragenen Teil und den übrigen Bereich des Kiefers (Abb. 1 und 2). Das Modell wurde einartikuliert und die Implantatabutments wurden gemäß optimalen mechanischen und anatomischen Bedingungen entwickelt (d. h. Höhe, Taper, Austrittsprofil und Art der Präparationsgrenze, Abb. 3). Die Suprastruktur für eine adhäsiv befestigte Restauration wurde aufgewachst und nach der indirekten Methode auf die definitiven beschliffenen und polierten Abutments gegossen (Abb. 4). Die Zugangslöcher für die Abutmentschrauben wurden vor dem Aufwachsen der Suprastrukturen mit Tupfern und einem weichen Komposit versiegelt.



Abb. 3 Die vorgefrästen Abutments wurden auf den Implantatanalogen im Originalmeistermodell präpariert und finiert.



Abb. 4 Die Suprastruktur wurde auf den in Abb. 3 gezeigten präparierten Abutments aufgewachst und gegossen.



Abb. 5 Die Dublierküvette wurde auf die Sockelplatte montiert, einschließlich des zu dublierenden Teils.



Abb. 6 Das additionsvernetzende Silikonmaterial wurde in die Küvette gegeben.

Der Teil des Arbeitsmodells, der nicht zu den Implantaten gehörte, wurde entfernt und die Dublierküvette wurde um den implantatgetragenen Bereich mit der Sockelplatte verbunden (Abb. 5). Ein genaues additionsvernetzendes Dubliersilikon (Adisil Blau, Siladent Dr. Böhme und Schöps) wurde 40 Sekunden im präzisen Base-/Katalysatorverhältnis von 9:1 unter Vakuum gemischt und in die Küvette gegeben. Dabei wurde sorgfältig darauf geachtet, dass sich keine Bläschen bildeten und dass

das Abutment vollständig bedeckt wurde (Abb. 6). Das Material härtete 30 Minuten aus, dann wurde die Küvette entfernt. Als Dubliermaterial wurde wegen der ausgezeichneten physikalischen Eigenschaften, insbesondere wegen der geringen linearen Schrumpfung (0,29 % bei einem 50 mm dicken Prüfkörper) ein Polyurethanharz (PX Extrarock, PX Dental) gewählt. Das Material wurde genau nach Herstelleranweisung gemischt (Komponente A und Komponente B wurden präzise nach Ge-



Abb. 7 Das Polyurethanharz wurde in die Silikonform gegeben.

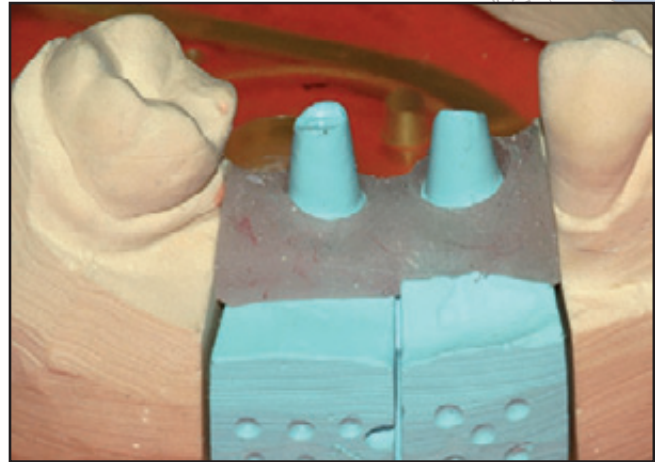


Abb. 8 Die dublierten Polyurethanabutments wurden in das Originalmeistermodell inseriert.

Tabelle 1 Restaurationstypen			
	Oberkiefer	Unterkiefer	Gesamt
Einzelkrone	12	7	19
Zweigliedrig (verblockt)	7	6	13
Dreigliedrig (verblockt)	7	4	11
Dreigliedrige Brücken (ein Pontic)	3	4	7
Gesamt	29	21	50

wicht im Verhältnis 9:1 gemischt) und schrittweise in kleinen Mengen in die trockene Dublierform gegossen, bis sie vollständig gefüllt war (Abb. 7). Dabei wurde sorgfältig darauf geachtet, Luft einschließen zu vermeiden. Die Sockelplatte wurde wieder mit der Dublierkuvette verbunden, nachdem neue Pins entsprechend dem zu dublierenden Teil in Position gebracht worden waren. Das Harz war nach etwa einer Stunde ausgehärtet. Jetzt wurde das Modell wieder zusammengesetzt. Das Ergebnis war ein „Hybrid“-Modell, in dem der implantatgetragene Teil eine präzise Nachbildung des ursprünglichen Satzes aus Abutment und Analog war

(Abb. 8). So war das Modell genau genug. Die Suprastruktur konnte aufgewachst und gegossen werden wie auf den Originalabutments.

Eine klinische Methode wurde gewählt, um die Wirksamkeit dieses Verfahrens zu untersuchen, wie in ähnlichen Studien auch¹⁶. Für diesen Bericht wurden 50 klinische Restaurationen (Einzelkronen und Brücken mit geringer Spannweite) nacheinander untersucht (Tabelle 1). Insgesamt wurden 112 Implantate restauriert. 18 Implantate hatten eine prothetische Verbindung mit Außensechskant (Osseotite, Biomet 3i), 94 hatten eine interne Verbindung (Certain, Biomet 3i).

Die Patienten wurde nacheinan-

der einem der beiden Dubliersysteme zugeteilt, die in der Studie verwendet wurden. Bei jedem Patienten wurden die Abutments angefertigt und dubliert. Dann wurden die Suprastrukturen auf die Originalabutments aufgewachst und für Keramikverbundrestaurationen in einer Edelmetalllegierung gegossen. Jedes Gusswerkstück wurde auf die Originalabutments gesetzt und anschließend auf die dublierten Abutments, die vorher bereits wieder in die Modelle inseriert worden waren (Abb. 9). Die Werkstücke wurden unter 16-facher Vergrößerung von zwei qualifizierten Zahntechnikern und zwei Zahnprothetikern mit einem Labormikroskop

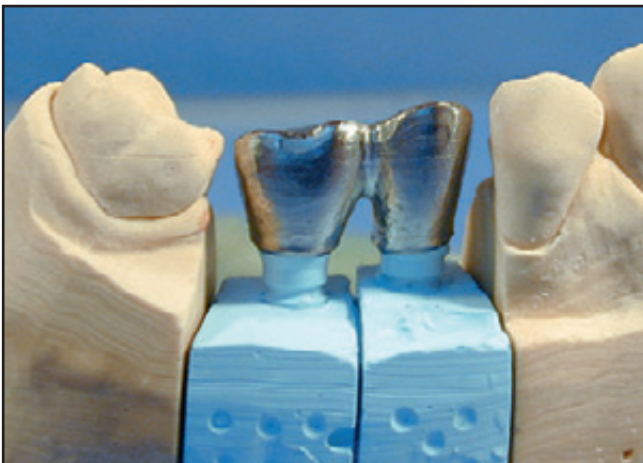


Abb. 9 Die Werkstücke auf den dublierten Abutments. Dieses Modell wurde für die definitiven Metallkeramikrestaurationen verwendet.



Abb. 10 Die provisorischen Kronen wurden auf die dublierten Abutments auf dem Meistermodell gesetzt.



Abb. 11 Die Implantate wurden mit Titanabutments versorgt. Die bukkalen Ränder lagen aus ästhetischen Gründen leicht subgingival.



Abb. 12 Die provisorischen Kronen wurden intraoral adhäsiv an den definitiven Abutments befestigt. Die Gingiva um den zweiten Prämolaren hat infolge der anfänglichen formenden Wirkung des Austrittsprofils der Kronen ein blasses Aussehen.

untersucht. Für jedes Werkstück wurden der Sitz und die Randpassung der dublierten Abutments untersucht. Die Beurteilungen lauteten „schlecht“ (das dublierte Modell konnte nicht für die Fertigstellung der Restauration verwendet werden), „akzeptabel“ (gewisse Schwierigkeiten beim Sitz, aber behebbar) oder „gut“ (kein Problem beim Sitz und gute Randpas-

sung). Dann wurden bei allen Patienten die provisorischen Kronen adhäsiv an den Abutments befestigt (Abb. 10 bis 12). Auf den dublierten Modellen wurden anschließend die definitiven Kronen angefertigt (Abb. 13a und 13b).

Ergebnisse

Kein Gusswerkstück wurde als „schlecht“ beurteilt, nur zwei als „akzeptabel“. Die übrigen erhielten die Beurteilung „gut“. Bei allen Patienten ermöglichten die dublierten Teile eine einfache und prognostizierbare Fertigstellung der definitiven Versorgungen. Bei den beiden Res-

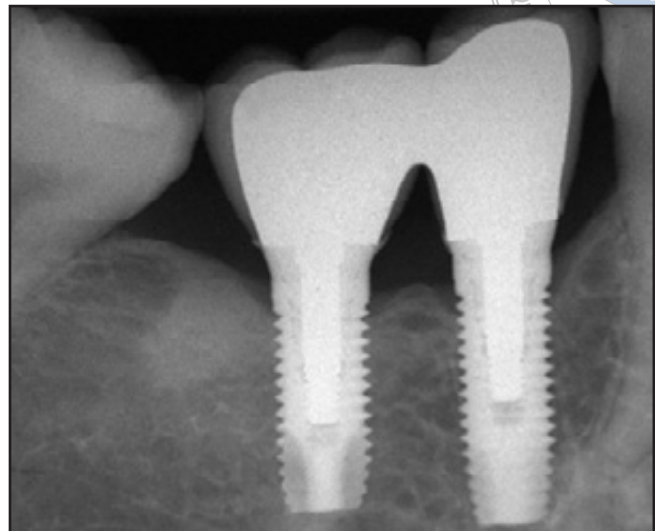


Abb. 13a und b (links) Die definitiven Versorgungen wurden intraoral adhäsiv befestigt. (rechts) Auf dem Röntgenbild ist die präzise Randpassung zwischen Kronen, Abutments und Implantaten zu erkennen.

taurationen, die als „akzeptabel“ bewertet wurden, handelte es sich um Brücken (eine dreigliedrige und eine zweigliedrige). Beide waren mit dem Zeiser-System dubliert worden. Als die Modelle auf die dublierten Abutments gesetzt werden sollten, war der Sitz nicht korrekt und sie mussten geschnitten und gelötet werden. Beide Fälle wurden anhand eines Sekundärmeistermodells fertiggestellt, das anhand einer Transferabformung angefertigt wurde.

Diskussion

Adhäsiv befestigte implantatgetragene Restaurationen werden vielfach verwendet. Sie können nach einem direkten oder indirekten Protokoll angefertigt werden. Das ideale klinische und Laborprotokoll sollte präzise, wiederholbar, kosteneffektiv und biologisch sowie klinisch akzeptabel sein. Es sollte außerdem mög-

lichst wenige klinische Termine erfordern und mit einfachen intraoralen Maßnahmen verbunden sein, die das empfindliche periimplantäre Attachment nicht gefährden. Eine Technik, bei der das definitive Abutment inseriert und nicht wieder entfernt wird, gilt als ideal, aber die Anfertigung der definitiven Restauration auf einer Nachbildung des Originalabutments im Labor ist schwierig. Dies kann bewerkstelligt werden, indem eine intraorale Abformung des Abutments genommen wird. Wie von Ganz gezeigt, führt dies allerdings bei der Randpassung nicht immer zu präzisen Ergebnissen¹⁰.

Die in der vorliegenden Studie erreichten Ergebnisse (zwei „akzeptable“, 48 „gute“ Restaurationen; kumulative Erfolgsrate von 98 %) waren zufriedenstellend. Bei den beiden Restaurationen, die noch modifiziert werden mussten, handelte es sich um Implantate mit Innensechskant, die mit UCLA-Abutments ver-

sorgt wurden. Bei diesen Restaurationen wurde die maximale Vorlast mit einem Drehmoment von 35 Ncm auf den Abutmentschrauben erreicht. In solchen Situationen können eines oder mehrere Abutments rotiert werden. Selbst bei einer minimalen Verlagerung kann so der perfekte Sitz einer verblockten mehrgliedrigen Suprastruktur verhindert werden.

In anderen Fällen hatten die verwendeten Implantate eine interne Implantat-Abutment-Verbindung, bei der die maximale Vorlast mit einem Drehmoment von nur 20 Ncm auf der Abutmentschraube erreicht wurde. So wurde das Risiko der bereits erwähnten Fehlpassung („sliding misfit“) effektiv ausgeschaltet. Außerdem wurden die meisten Fälle (83 Implantate) mit präparierbaren vorgefrästen Titanabutments (GingiHue Posts, Biomet 3i) behandelt. Im Allgemeinen sitzen diese vorgefrästen Titanabutments präziser auf den Implantaten als die gegossenen UCLA-

Abutments. Letztere können aufgrund der vielen Variablen des Gussvorgangs nicht vorhersehbare Dimensionsänderungen erfahren.

Die gute Prognostizierbarkeit, die die hier vorgestellte Technik zeigte, kann der Genauigkeit der Abformtechnik und den Eigenschaften des verwendeten Kunststoffes zugeschrieben werden. Das in dieser Studie verwendete Silikonabformmaterial hat laut dem Hersteller eine Reproduktionsgenauigkeit im Bereich von 0,001 mm. Außerdem sind die in dieser Studie verwendeten Dubliersysteme bereits seit mehreren Jahren in Gebrauch. Die Küvetten werden für andere als die hier beschriebenen Indikationen verwendet, aber sie sind in der zahnprothetischen Praxis allgemein akzeptiert.

Die Verwendung einer Modellbasis aus Epoxidharz ist in der Literatur gut dokumentiert, zur Verwendung von Polyurethanharz wurde jedoch bisher nur wenig veröffentlicht. Darrien und Sturtz¹⁷ zeigten mit der Rasterelektronenmikroskopie und der zweidimensionalen Profilometrie, dass sowohl Epoxid- als auch Polyurethanharz Details von 1 bis 2 µm reproduzieren können, während Kunststein keine Details reproduzieren konnte, die kleiner waren als 20 µm. In einer anderen Studie¹⁸ gaben die Autoren an, dass die Beimengung von Füllstoffen aus Kieselerde in dem Harz die Dimensionsabweichungen reduzierte und die Genauigkeit verbesserte. Kenyon et al.¹⁹ verglichen sieben Modellmaterialien miteinander. Sie stellten fest, dass Polyurethanharz eine Kombination aus linearer Ausdehnung und Schrumpfung aufwies. Laut dem Hersteller hat das in der vorliegenden Studie verwendete Material nur eine minimale Schrumpfungseigenschaft. Es überrascht deshalb nicht, dass die Gusswerkstücke leicht auf die dublierten Abutments aufgesetzt werden konnten und kein sicht-

bare marginale Spalte vorlag. Wenn die Modellbasis signifikant unterdimensioniert gewesen wäre, wäre das mit dem Mikroskop (Vergrößerung x 16), das in dieser Studie verwendet wurde, leicht entdeckt worden. Deshalb konnten die Werkstücke mit den dublierten Anteilen sicher für die Anfertigung der definitiven Versorgungen verwendet werden, nachdem die Originalabutments bereits bei den Patienten inseriert worden waren. Es waren keine weiteren Abformungen für ein Sekundärmodell notwendig. Da die Autoren bereits über eine vierjährige Erfahrung mit dieser Technik für Einzelkronen und kleine Brücken verfügen, waren Termine für eine Rohbrand-Einprobe häufig gar nicht erforderlich. Die Autoren stellten fest, dass dann sofort zur Eingliederung der definitiven Versorgungen übergegangen werden konnte und nur kleine Anpassungen der interproximalen Kontaktbereiche notwendig waren.

Die zusätzlichen Kosten des Verfahrens blieben auf den Erwerb der Dublierküvetten beschränkt. Diese Küvetten wurden für die unbegrenzte Verwendung im Labor entwickelt. Eine weitere Einschränkung könnte bei diesem Protokoll darin liegen, dass die Technik nur auf gesägte Modellsysteme anwendbar ist, zu denen Dublierküvetten gehören. Allerdings sind die beiden von den Autoren getesteten Systeme in vielen Dental-labors häufig im Einsatz, vor allem in Europa. Deshalb könnte die vorgeschlagene Technik für einige Zahnärzte von Interesse sein.

Die Notwendigkeit eines dublierten Modells für eine leichtere und präzisere indirekte Technik hat zu interessanten Ergebnissen geführt, wie z. B. zur Technik der computergefrästen Abutments². Damit wird das bereits vorhandene Interesse an diesem Aspekt der restaurativen Implantatbehandlung bestätigt. Für

die im vorliegenden Artikel vorgeschlagene Technik sind keine hochentwickelten Technologien erforderlich. Sie kann bei jeder Technik der Abutmentherstellung angewandt werden und verursacht nur geringe Kosten. Außerdem ermöglicht die hohe Genauigkeit der Dubliertechnik die Verwendung von dublierten Abutments als Pfosten für das Aufwachsen und Gießen von Suprastrukturen mit großer Prognostizierbarkeit. Es wird zurzeit eine Studie durchgeführt, um diese Hypothese zu verifizieren.

Schlussfolgerungen

Mit dem in diesem Artikel beschriebenen einfachen, wiederholbaren und kosteneffektiven Verfahren ist das prothetische Protokoll für adhäsiv befestigte Implantatrestorationen so modifiziert worden, dass sich für Behandler, Zahntechniker und Patienten mehrere Vorteile ergeben.

- Die definitiven Abutments werden nach einem indirekten, präzisen Laborverfahren hergestellt.
- Es ist möglich, Abutments bei der provisorischen Versorgung mit der optimalen Vorlast zu verbinden. Bei diesem Konzept, bei dem immer nur ein Abutment verwendet wird, müssen die definitiven Abutments später während des Restaurationsverfahrens nicht mehr von den Implantaten entfernt werden. Dies ermöglicht die Bildung eines stabilen epithelialen Attachments direkt an den Abutments, das nicht durch eine mehrfach erfolgende Entfernung und erneutes Wiedereinsetzen gefährdet ist. Es sind auch keine invasiven Maßnahmen wie das Einlegen eines Retraktionsfadens und intra-sulkuläre Abformungen für die Anfertigung eines Meistermodells

notwendig. Außerdem ist die Behandlungszeit in der Praxis reduziert.

- Mit diesem Protokoll kann die Ästhetik und Funktion für die Patienten bei dem klinischen Termin nach der ersten Abformung rasch wiederhergestellt werden, da sie provisorische Kronen erhalten, die adhäsiv an den definitiven Abutments befestigt werden. Falls ein Provisorium frakturiert ist, können die Kronen leicht repariert oder anhand der dublierten Abutments und Gusswerkstücke neu hergestellt werden.
- Der Zahntechniker fertigt die definitive Versorgung auf dem Originalmodell mit den dublierten Reproduktionen der definitiven Abutments an. Dies geschieht ohne zusätzliche Abformungen. Der Laboranteil der Behandlung kann so geplant werden, dass die Termine für Patienten, Behandler und Zahntechniker angenehm sind. Zum Abschluss der Behandlung werden die Modelle und die Provisorien in der Praxis gelagert. So können sie gegebenenfalls erneut verwendet werden (z. B. bei einer Keramikfraktur oder einer Reparatur).

Danksagung

Die Autoren danken Dr. Carl Drago für seine Hilfe und seine Beiträge bei der Bearbeitung des Manuskripts.

Literatur

1. Hebel KS, Gajjar RC. Cement-retained versus screw-retained implant restorations: Achieving optimal occlusion and esthetics in implant dentistry. *J Prosthet Dent* 1997; 77:28–35.
2. Michalakis KX, Hirayama H, Garefis PD. Cement-retained versus screw-retained implant restorations: A critical review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:719–728.
3. Lewis S, Avera S, Engleman M, Beumer J 3rd. The restoration of improperly inclined osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989;4:147–152.
4. Aparicio C, Perales P, Rangert B. Tilted implants as an alternative to maxillary sinus grafting: A clinical, radiologic, and Periotest study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2001; 3:39–49.
5. Karl M, Graef F, Taylor TD, Heckmann SM. In vitro effect of load cycling on metal-ceramic cement- and screw-retained implant restorations. *J Prosthet Dent* 2007; 97:137–140.
6. Torrado E, Ercoli C, Al Mardini M, Graser GN, Tallents RH, Cordaro L. A comparison of the porcelain fracture resistance of screw-retained and cement-retained implant-supported metal-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2004;91:532–537.
7. Misch CE. Screw-retained versus cement-retained implant-supported prostheses. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1995;7: 15–18.
8. Taylor TD, Agar JR, Vogiatzi T. Implant prosthodontics: Current perspective and future directions. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:66–75.
9. Randi AP, Hsu AT, Verga A, Kim JJ. Dimensional accuracy and retentive strength of a retrievable cement-retained implant-supported prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:547–556.
10. Ganz SD, Desai N, Weiner S. Marginal integrity of direct and indirect castings for implant abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:593–599.
11. Abrahamsson I, Berglundh T, Lindhe J. The mucosal barrier following abutment dis/reconnection. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 1997;24:568–572.
12. Lang LA, Wang RF, May KB. The influence of abutment screw tightening on screw joint configuration. *J Prosthet Dent* 2002; 87:74–79.
13. Vigolo P, Millstein PL. Evaluation of master cast techniques for multiple abutment implant prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:439–446.
14. Aramouni P, Millstein D. A comparison of the accuracy of two removable die systems with intact working casts. *Int J Prosthodont* 1993;6:533–539.
15. Wee AG, Cheng AC, Eskridge RN. Accuracy of 3 conceptually different die systems used for implant casts. *J Prosthet Dent* 2002; 87:23–29.
16. Nomura GT, Reisbick MH, Preston JD. An investigation of epoxy resin dies. *J Prosthet Dent* 1980;44:45–50.
17. Darrien G, Sturtz G. Comparison of transverse strength and dimensional variations between die stone, die epoxy resin, and die polyurethane resin. *J Prosthet Dent* 1995; 74:569–574.
18. Darrien G, Le Menn G. Evaluation of detail reproduction for three die materials by using scanning electron microscopy and two-dimensional profilometry. *J Prosthet Dent* 1995;74:1–7.
19. Kenyon BJ, Hagge MS, Leknius C, Daniels WC, Weed ST. Dimensional accuracy of 7 die materials. *J Prosthodont* 2005;14: 25–31.