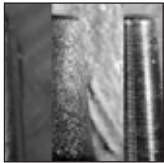


## Einfluss der Oberflächentopografie von Implantatabutments auf die Retention von adhäsiv befestigten Einzelkronen



Tomie Nakakuki de Campos, DDS, PhD\*  
 Lena Katekawa Adachi, DDS, PhD\*\*/Karen Miashiro, DDS\*\*  
 Hideki Yoshida, DDS, PhD\*\*\*  
 Rosemary Sadami Shinkai, DDS, PhD\*\*\*\*  
 Pedro Tortamano Neto, DDS, PhD\*\*\*  
 Maria Luiza Moreira Arantes Frigerio, DDS, PhD\*\*\*

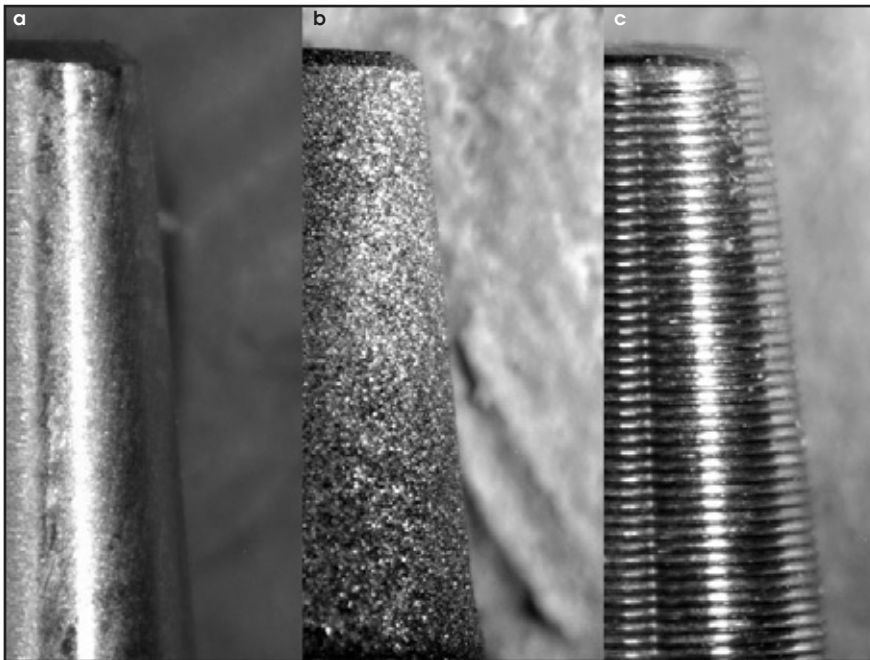
*In dieser Studie wurde untersucht, ob sich die Oberflächentopografie auf die Retentionskraft adhäsiv befestigter Vollkronen auswirkt. Dazu wurden Implantatabutments mit standardmaschinierter, sandgestrahlter und gerillter Oberfläche miteinander verglichen. Pro Abumenttyp wurden fünf Metallkronen gegossen und mit Zinkphosphat adhäsiv befestigt. Nach 24 Stunden wurde an den Prüfkörpern eine Zugprüfung vorgenommen. Die Retentionskraft der adhäsiv befestigten Kronen war durch die Topografie der Abumentoberfläche beeinflusst. Die Gruppen mit sandgestrahlter und gerillter Oberfläche hatten eine 2,4-mal größere durchschnittliche einaxiale Kraft als die Gruppe mit der maschinierter Oberfläche ( $P < 0,001$ ). Die Retentionskraft der sandgestrahlten und gerillten (grooved) Abuments war ähnlich, trotz deutlicher Unterschiede im Oberflächenprofil und in den Rauheitsparametern. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2010;30:397–401.)*

- \* Professor, Universität São Paulo, São Paulo, SP, Brasilien.
- \*\* Research Fellow, Universität São Paulo, São Paulo, SP, Brasilien.
- \*\*\* Assistant Professor, Universität São Paulo, São Paulo, SP, Brasilien.
- \*\*\*\* Associate Professor, Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasilien.

Korrespondenz an: Dr. Tomie Nakakuki de Campos, USP, Dental School, Av. Prof. Lineu Prestes 2227, 05508-900–São Paulo, SP, Brasilien; Fax: +55 11 3091-7640; E-Mail: tncampos@usp.br

Implantatgetragene Einzelzahnrestaurationen werden verschraubt oder adhäsiv befestigt. Bei verschraubten Kronen kommt es häufig vor, dass die Goldschraube, mit der die Krone am Implantatabutment befestigt wird, sich lockert und deshalb wieder angezogen werden muss<sup>1–3</sup>. Bei adhäsiv befestigten Restaurationen tritt das Problem der Schraubenlockerung nicht auf und dem Behandler stehen, sofern er ein abgewinkeltes Implantats versorgt, mehr klinische Optionen offen<sup>4</sup>. Allerdings kann die Retention adhäsiv befestigter Einzelkronen durch unterschiedliche Faktoren beeinflusst werden, die mit dem Material, der Abumentgeometrie und den Klebern zu tun haben<sup>5–8</sup>.

Oberflächenmodifikationen der Abuments und Kronen können die Retention von adhäsiv befestigten Gusskronen aufgrund der Mikro- und Makroretention verbessern<sup>9</sup>. In den meisten vorliegenden Untersuchungen zum Einfluss der Oberflächenrauheit auf die Retention von Vollkronen wurden Pfeilerzähne untersucht<sup>9–11</sup>. Raue und glatte Metalle, wie z. B. von Gussgerüsten, haben unterschiedliche Retentionsstärken<sup>6, 12</sup>, aber es gibt nur wenige Studien, in denen im Rahmen dieses Themas Implantatabutments untersucht wurden. In Studien zu Implantatabut-



**Abb. 1** Oberflächentopografie der getesteten Solid-Titanabutments vor der adhäsiven Befestigung. (a) maschinerte Standardoberfläche, (b) sandgestrahlt und (c) gerillt (Vergrößerung x 10).

ments wurde hauptsächlich der Einfluss der Abutmentgeometrie und des Klebers auf die Retention von Kronen untersucht, die auf einer maschinerten Standardoberfläche adhäsiv befestigt worden waren<sup>7, 13-16</sup>. Vor Kurzem wurden Implantatabutments mit umlaufenden Rillen eingeführt, um den mechanischen Verbund mit dem Kleber zu verbessern. Zu sandgestrahlten Oberflächen liegen allerdings noch keine vergleichenden experimentellen Daten vor. Ziel dieser Studie war es, zu untersuchen, ob die Oberflächentopografie von Implantatabutments die Retentionskraft von Metallgusskronen beeinflusste, die als Modell für Einzelkronen dienten. Sie wurden mit Zinkphosphat adhäsiv befestigt. Es wurden maschinerte Standardoberflächen, sandgestrahlte und gerillte Abutmentoberflächen verglichen. Die Hypothese lautete, dass die Kraft, die dafür erforderlich ist, den adhäsiv befestigten Guss-Prüfkörper zu lösen,

in Verhältnis zur Art der Abutmentoberfläche variiert.

#### Material und Methode

Es wurden drei konische Solid-Implantatabutments von 5,5 mm Höhe aus 100 % reinem Titan verwendet. Sie bildeten drei experimentelle Gruppen: Gruppe 1 = ein Abutment mit maschinierter Standardoberfläche (Solid Abutment AMI48355, Globtek Implant System), Gruppe 2 = ein maschinertes Abutment (das gleiche wie in Gruppe 1), mit 80 µm Aluminiumoxid sandgestrahlt, und Gruppe 3 = ein Abutment mit vorgefertigten umlaufenden Rillen (Abutment TG POST 5.5 mm, TGP55, Biomet 3i). In Abbildung 1 ist die Oberflächentopografie der drei getesteten Abutments in der Darstellung mit einem optischen Mikroskop (Stereoskopisches Zoom-Mikroskop, Nikon) unter zehnfacher Vergrößerung zu sehen. In Tabelle 1

sind die Oberflächenrauheitsparameter verzeichnet, die mit einem Messinstrument zur Erfassung der Oberflächenrauheit (Surfcorder, Kosaka Laboratory) erhoben wurden. Das Rauheitsprofil der einzelnen Abutmentoberflächen ist in Abbildung 2 aufgeführt.

Drei Implantatanalogue wurden senkrecht in selbsthärtende Kunststoffblöcke eingebettet (Dencor, Clássico). Jedes Implantatabutment wurde mit einem Drehmoment von 35 Ncm mit einem Implantat analog verschraubt. Für jede experimentelle Gruppe wurden fünf Standard-Kunststoffhülsen in Wachs eingebettet, ausgebrannt und mit einer Unedelmetalllegierung (AJE, Goldent Comercial) ausgegossen. Die Guss-Prüfkörper wurden mit Zinkphosphat (SS White Artigos Dentários) nach einem Standardverfahren adhäsiv an den einzelnen Abutments befestigt. Auf die adhäsiv befestigte Krone wirkte dann 10 Minuten eine axiale Druck-

last von 10 kg ein, bis der Kleber fest war. Der überschüssige Kleber wurde entfernt und die Prüfkörper wurden vor den mechanischen Tests in einem Feuchtraum 24 Stunden bei Zimmertemperatur gelagert. An den Prüfkörpern wurde in einer Universalprüfmaschine (EMIC DL 1000) mit einer cross-head speed von 0,4 mm/min eine Zugfestigkeitsprüfung vorgenommen. Die Retentionskraft wurde als die stärkste einaxiale Zugkraft (N) definiert, die aufgewandt werden musste, um die Krone vom Abutment zu lösen. Nach dem Test wurde der auf der Abutmentoberfläche noch vorhandene Kleber mit manuellen Instrumenten entfernt. Anschließend wurden die Abutments 10 Minuten in ein Ultraschallreinigungsgerät mit einer chemischen Lösung gegeben. Sie wurden unter fließendem Wasser gewaschen und abgetrocknet. Dann wurde visuell geprüft, ob der Kleber vollständig entfernt war. Danach wurden sie mit Wasser und Äthanol abgespült und wieder abgetrocknet. Die adhäsive Befestigung und die mechanischen Tests erfolgten für jede der fünf Kronen in den einzelnen experimentellen Gruppen. Die Daten zu der angewandten Kraft wurden mit der Varianzanalyse und dem Tukey-Test analysiert. Das Signifikanzniveau wurde auf 0,05 festgelegt (zweiseitig).

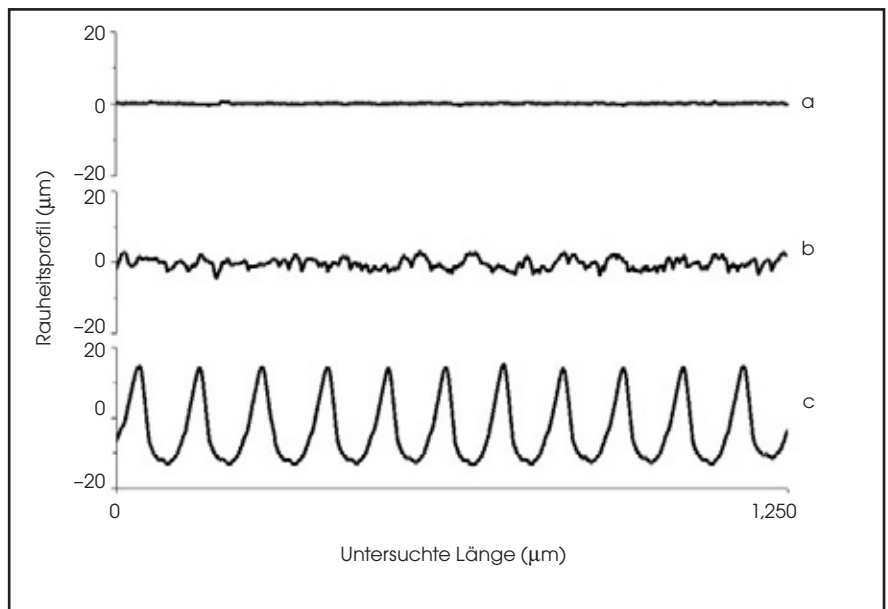
### Ergebnisse

In Tabelle 2 sind die deskriptiven Statistiken für die experimentellen Gruppen dargestellt. Die Gruppen mit sandgestrahlter (822 N) und gerillter (871 N) Oberfläche zeigten eine größere durchschnittliche Retentionskraft als die Gruppe mit der maschinieren Oberfläche (369 N) ( $P < 0,001$ ). Bei der sandgestrahlten und der gerillten Oberfläche gab es keinen statistisch signifikanten Unter-

**Tabelle 1 Oberflächenrauheitsparameter der Testabutments**

Oberflächenrauheitsparameter	Standard-maschiniertes Abutment ( $\mu\text{m}$ )	Sandgestrahltes Abutment ( $\mu\text{m}$ )	Gerilltes Abutment ( $\mu\text{m}$ )
Ra	0,09	1,04	8,38
Rz	0,63	6,00	29,16
Rq	0,12	1,33	9,57

Ra = arithmetischer Mittelwert der absoluten Abweichungen des Rauheitsprofils von einer Mittellinie; Rz = Durchschnittswert der maximalen Rautiefe des Profils; Rq = Effektivwert, der Ra entspricht.



**Abb. 2** Aufzeichnung des Rauheitsprofils der getesteten Abutments: (a) maschinierete Standardoberfläche, (b) sandgestrahlt und (c) gerillt. Die maschinierete Oberfläche kann als glatt gelten. Die sandgestrahlte Oberfläche weist ein Mikroretentionsrelief für den Kleber auf, die gerillte Oberfläche ein Makroretentionsrelief.

schied, was die Retentionskraft betraf ( $P = 0,796$ ).

### Diskussion

In dieser Studie wurde gezeigt, dass sandgestrahlte und gerillte Implantatabutments die Retentionskraft von

Metallgusskronen, die mit Zinkphosphat adhäsiv befestigt worden waren, im Vergleich zu maschinieren Abutments signifikant verbesserten. Die Abutments mit sandgestrahlter und gerillter Oberfläche hatten eine etwa 2,4-mal so hohe Retentionskraft wie die Abutments mit maschinierter Oberfläche. Das deutet darauf hin,

**Tabelle 2** Deskriptive Statistiken der Retentionskraft (in Newton) für die maschinieren, sandgestrahlten und die gerillten Abutments

Abumenttyp	Ø	Standard-abweichung	95 % Konfidenz-intervall	Minimum	Maximum	Variations-koeffizienz
Maschinier (n = 5)	368,73*	46,31	311,23–426,23	323,62	441,30	12,5%
Sandgestrahlt (n = 5)	821,79	164,30	617,79–1,025,80	588,40	980,67	20,0%
Gerillt (n = 5)	870,83	116,11	726,65–1,015,01	755,11	1,059,12	13,3%

\*Die durchschnittliche Retentionskraft in der Gruppe der standardmaschinieren Abutments weicht statistisch von den übrigen Durchschnittswerten ab ( $P < 0,001$ ).

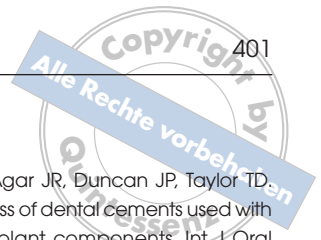
dass diese beiden Arten der Oberflächenbehandlung sinnvoll sein können, um die Retention einer Gusskrone zu verbessern, wo maschinierete Abutments versagen oder eine hohe Belastung zu erwarten ist. Dass die sandgestrahlte und die gerillte Oberfläche eine ähnliche Retentionskraft aufweisen, kann für den Behandler von Vorteil sein, da das Sandstrahlen von maschinieren Standardabutments eine einfache, rasche und weniger kostspielige klinische Alternative für die Verbesserung der Retention ist.

Es bestehen deutliche Unterschiede zwischen den Oberflächenrauhheitsparametern und Profilen der drei unterschiedlichen Abumentoberflächen. Die maschinieren Abutments sind recht glatt. Ihre Oberflächenrauhheitsparameter waren etwa 10-mal niedriger als diejenigen der sandgestrahlten Abutments. Die sandgestrahlten Abutments zeigen ihrerseits im Gegensatz zu den gerillten Oberflächen, die ein Makroretentionsrelief aufweisen, ein Mikroretentionsrelief. Aus den ähnlichen Ergebnissen der sandgestrahlten und der gerillten Abutments geht hervor, dass Größe und Form der Oberflächenunebenheiten bei einer kontinuierlich angewandten Zugkraft keinen signifikanten Einfluss auf die Re-

tentionskraft von Zinkphosphat haben. Diese Ergebnisse können in gewissem Umfang beim Einwirken der komplexen Kräfte, die unter Funktion in der Mundhöhle auftreten, modifiziert werden. Dies sollte in klinischen Studien untersucht werden. Der Einfluss der Oberflächenrauheit auf die Retention von adhäsiv befestigten Gusskronen ist in der Literatur umstritten. Auf einem Dentinsubstrat stellten Witwer et al.<sup>9</sup> fest, dass Kronen, die adhäsiv auf einer glatten Dentinoberfläche befestigt worden waren, eine stärkere Retention aufwiesen. In anderen Berichten hingegen wurde gezeigt, dass eine raue Oberfläche die Retentionskraft verbesserte<sup>10, 11</sup>. Mansour et al.<sup>6</sup> verglichen die Retention von Gusskronen auf einem Metallsubstrat. Sie verwendeten Solid Abutments von Straumann und sechs verschiedene Zemente und stellten fest, dass die Retentionskraft der Zemente eine andere Rangordnung aufwies als bei dem Dentinsubstrat. Es ist möglich, dass die Retentionsfähigkeit unterschiedlicher Zemente modifiziert wird, wenn die Implantatabutments in Rauheit und Profil deutlich verschiedene Oberflächeneigenschaften aufweisen. Allerdings stellten Squier et al.<sup>17</sup> keinen Unterschied der Retentionskraft von maschinieren Abutments

und eloxierten Implantatabument-Oberflächen fest, als sie fünf verschiedene Befestigungszemente, darunter Zinkphosphat, untersuchten. Die Verbesserung der mechanischen Retention durch eine Oberflächenmodifizierung von maschinieren Abutments kann also davon abhängen, dass die Unebenheiten eine bestimmte Dimension aufweisen.

Eine Einschränkung dieser Studie liegt darin, dass sich die Ergebnisse wahrscheinlich nicht generell auf Kleber übertragen lassen, die für die temporäre adhäsive Befestigung verwendet werden. Zinkphosphat ist für die dauerhafte adhäsive Befestigung von implantatgetragenen Kronen indiziert<sup>5, 14</sup>, da es im Vergleich zu den meisten Klebern eine hohe Retentionskraft aufweist<sup>6-9</sup>. Die Oberflächentopografie hat vielleicht einen größeren Einfluss auf die Kronenretention, wenn ein Zement mit geringerer mechanischer Stärke verwendet wird. So zeigte z. B. eine neuere Studie zur Retention von provisorischen implantatgetragenen Einzelkronen aus autopolymerisierendem Kunststoff eine signifikante Interaktion zwischen der Art des temporären Zements und der Oberflächenbeschaffenheit des Abutments (maschinier, sandgestrahlt und mit einem Diamantbohrer aufgeraut)<sup>18</sup>. Diese Er-



gebnisse können jedoch nicht auf Metallgusskronen übertragen werden. Deshalb sind weitere Studien erforderlich, um den Einfluss von sandgestrahlten und gerillten Abutmentoberflächen auf die Retention von Gusskronen unter anderen experimentellen Bedingungen zu untersuchen (z. B. unterschiedliche Abutmentformen<sup>19</sup>, andere Kleber und Ermüdungssimulationen). Im Rahmen einer prospektiven klinischen Untersuchung könnten diese Parameter dazu dienen, ein prognostizierbares klinisches Protokoll zu etablieren.

### Danksagung

Die Autoren danken Dr. Amilton Sinatora und dem Techniker Mario Vitor Leite vom Laboratory of Surface Analysis, Department of Mechanical Engineering, Universität São Paulo, für ihre technische Unterstützung bei der Charakterisierung der Oberflächenrauheit.

### Literatur

1. Assenza B, Scarano A, Leghissa G, et al. Screw- vs cement-implant-retained restorations: An experimental study in the beagle. Part 1. Screw and abutment loosening. *J Oral Implantol* 2005;31:242–246.
2. Henry PJ, Laney WR, Jemt T, et al. Osseointegrated implants for single-tooth replacement: A prospective 5-year multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:450–455.
3. Jemt T, Pettersson P. A 3-year follow-up study in single implant treatment. *J Dent* 1993;21:203–208.
4. 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.
5. Carter GM, Hunter KM, Herbison P. Factors influencing the retention of cemented implant-supported crowns. *N Z Dent J* 1997;93:36–38.
6. Mansour A, Ercoli C, Graser G, Tallents R, Moss M. Comparative evaluation of casting retention using the ITI solid abutment with six cements. *Clin Oral Implants Res* 2002; 13:343–348.
7. Bernal G, Okamura M, Muñoz CA. The effects of abutment taper, length and cement type on resistance to dislodgement of cement-retained, implant-supported restorations. *J Prosthodont* 2003;12:111–115.
8. Bresciano M, Schierano G, Manzella C, Screti A, Bignardi C, Preti G. Retention of luting agents on implant abutments of different height and taper. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:594–598.
9. Witwer DJ, Storey RJ, von Fraunhofer JA. The effects of surface texture and grooving on the retention of cast crowns. *J Prosthet Dent* 1986;56:421–424 (erratum 1987;57:379).
10. Ayad MF, Rosenstiel SF, Salama M. Influence of tooth surface roughness and type of cement on retention of complete cast crowns. *J Prosthet Dent* 1997;77:116–121.
11. Tuntiprawon M. Effect of tooth surface roughness on marginal seating and retention of complete metal crowns. *J Prosthet Dent* 1999;81:142–147.
12. Oilo G, Jørgensen KD. The influence of surface roughness on the retentive ability of two dental luting cements. *J Oral Rehabil* 1978;5:377–389.
13. Pan YH, Lin CK. The effect of luting agents on the retention of dental implant-supported crowns. *Chang Gung Med J* 2005; 28:403–410.
14. Covey DA, Kent DK, St Germain HA Jr, Koka S. Effects of abutment size and luting cement type on the uniaxial retention force of implant-supported crowns. *J Prosthet Dent* 2000;83:344–348.
15. Alfaro MA, Papazoglou E, McGlumphy EA, Holloway JA. Short-term retention properties of cements for retrievable implant-supported prostheses. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2004;12:33–37.
16. Akça K, Iplikçioğlu H, Cehreli MC. Comparison of uniaxial resistance forces of cements used with implant-supported crowns. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002; 17:536–542.
17. Squier RS, Agar JR, Duncan JP, Taylor TD. Retentiveness of dental cements used with metallic implant components. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:793–798.
18. Kim Y, Yamashita J, Shotwell JL, Chong KH, Wang HL. The comparison of provisional luting agents and abutment surface roughness on the retention of provisional implant-supported crowns. *J Prosthet Dent* 2006;95:450–455.
19. Faot F, Silva WJ, Rodrigues Garcia RC, Del Bel Cury AA. Microstructural characterization of Ni-Cr-Mo-Ti and Ti-6Al-4V alloys used in prosthetic abutments. *Rev Odonto Cienc* 2009;24:401–405.