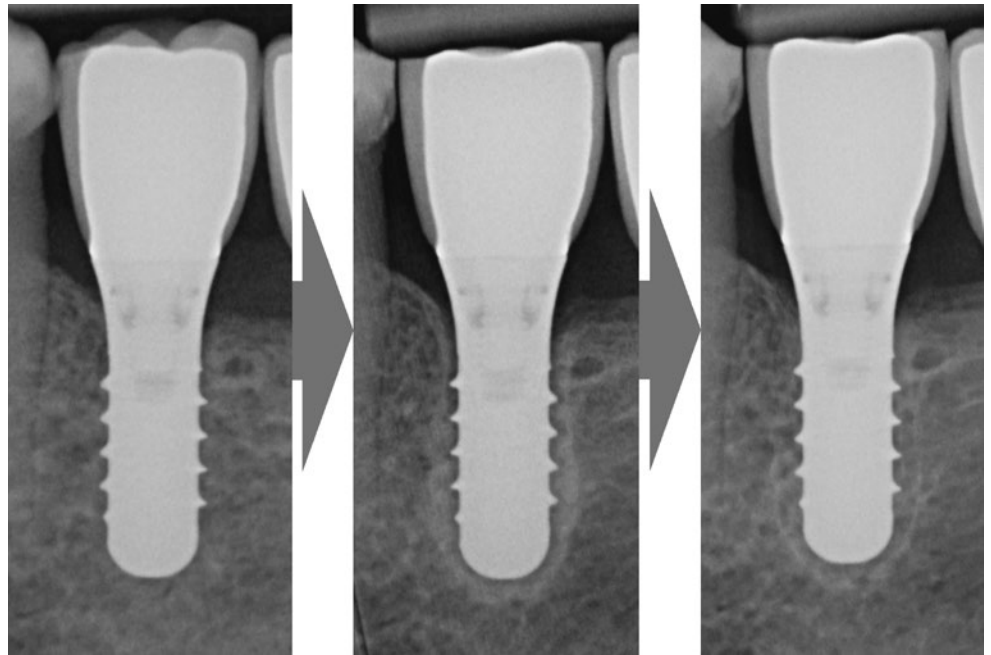


**PHILIPPE BIEL<sup>1</sup>**  
**THOMAS BIEL<sup>2</sup>**  
**VIVIANNE CHAPPUIS<sup>1</sup>**  
**CLEMENS RAABE<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie, zmk Bern, Universität Bern  
<sup>2</sup> Privatpraxis Dr. med. dent. Thomas Biel, Bad Ragaz

**KORRESPONDENZ**

Dr. med. dent. Clemens Raabe, MAS  
 Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie  
 zmk Bern  
 Universität Bern  
 Freiburgstrasse 7  
 CH-3010 Bern  
 E-Mail:  
 clemens.raabe@unibe.ch



## Aseptischer Verlust der Osseointegration von Implantaten – ist eine Reosseointegration möglich?

Reosseointegration eines mobilen Implantates nach okklusaler Entlastung: ein Zufallsbefund

**SCHLÜSSELWÖRTER**

Reosseointegration, aseptischer Verlust der Osseointegration, Implantologie, Chemotherapie

**Bild oben:** links: Ausgangssituation – Implantation und prothetische Versorgung des Implantates 36; Mitte: aseptischer Verlust der Osseointegration nach 3,5 Jahren in Funktion, okklusale Entlastung der Implantatkrone; rechts: zufällig beobachtete Reosseointegration 21 Monate nach okklusaler Entlastung

**ZUSAMMENFASSUNG**

Voraussetzung für eine langfristig erfolgreiche Implantatversorgung ist der Erhalt der Implantatosseointegration. Ein aseptischer Verlust der Implantatosseointegration kann zu plötzlich auftretenden Misserfolgen führen, wobei diese Veränderungen bis heute in der Literatur kaum untersucht worden sind und kein evidenzbasiertes Therapiekonzept bekannt ist. Dieser Fall-

bericht beschreibt, wie bei einer 79-jährigen Patientin mit aseptisch gelockertem Implantat und zeitgleicher antineoplastischer Chemotherapie aufgrund eines Mammakarzinoms nach alleiniger Okklusionskorrektur eine Reosseointegration beobachtet wurde. Der genaue Hergang und weitere mögliche Einflüsse auf die Reosseointegration bleiben unbekannt.

## Einleitung

Die hohen Erfolgsraten und langzeitstabilen Ergebnisse implantatprothetischer Therapien beruhen auf dem Phänomen der Osseointegration und haben die therapeutischen Optionen in der Rehabilitation von zahnlosen und teilbezahnten Patienten revolutioniert (BUSER ET AL. 2017). Die Osseointegration bezeichnet «eine direkte strukturelle und funktionelle Verbindung zwischen geordnetem, lebendem Knochen und der Oberfläche eines belasteten Implantates» (BRÄNEMARK ET AL. 1969; SCHROEDER ET AL. 1976; LISTGARTEN ET AL. 1991). Die Forschung im Bereich der Osseointegration in der Implantologie fokussiert auf zwei zentrale Bereiche: A) die Verbesserung der Formierung der Osseointegration und B) den langfristigen Erhalt der Osseointegration.

Fortschritte im Aufbau der Osseointegration konnten durch die Entwicklungen von neuen mikrorauen Oberflächencharakteristika erzielt werden. Diese unterstützen sowohl die Zellproliferation als auch die Zelldifferenzierung und beeinflussen damit die Verbindung zwischen dem Knochen und der Implantatoberfläche positiv (BUSER ET AL. 2004). Gleichzeitig beschleunigt sich die Geschwindigkeit des Osseointegrationsprozesses und erlaubt eine Verkürzung der Einheilphasen mit einer früheren Belastung der Implantatrekonstruktion (BOSSHARDT ET AL. 2017). Heute fokussiert sich die Forschung auf die Verbesserung der Nanotopografie sowie die metallurgischen Eigenschaften der Oberflächen und deren Einfluss auf die Osseointegration (CHAPPUIS ET AL. 2018B).

Während die Formierung der Osseointegration tierexperimentell gut untersucht werden kann, ist die Frage nach der Langzeitstabilität der Osseointegration deutlich komplexer zu beantworten. Langfristig können sowohl infektiöse als auch nicht infektiöse Einflüsse die periimplantäre Gewebsintegrität stören und zur Auflösung der Knochen-Implantat-Kontakte mit nachfolgendem Implantatverlust führen. Infektionsbedingter periimplantärer Knochenabbau findet sich nach plaqueassoziierten Entzündungsreaktionen bei der Periimplantitis (BERGLUNDH ET AL. 2018; SCHWARZ ET AL. 2018). Klinisch zeigt sich eine Rötung und Schwellung der Mukosa mit erhöhten Sondierungswerten und Blutung/Suppuration aus dem Sulkus, während radiologisch eine voranschreitende, zirkumferente schüsselförmige Osteolyse um das Implantat auffällt (Tab. 1) (SCHWARZ ET AL. 2018). Die Progression einer solchen Entzündungsreaktion kann fallspezifisch durch nicht chirurgische oder chirurgische Therapiekonzepte und regelmässige Nachsorge unterbunden werden (SUÁREZ-LÓPEZ DEL AMO ET AL. 2016; SCHWARZ ET AL. 2017; ROCCUZZO ET AL. 2018).

Auf der anderen Seite stellen aseptische Verluste der Implantatosseointegration sowohl Patienten als auch Behandler vor

plötzlich auftretende und nicht therapierbare Misserfolge. Diese kaum untersuchte Komplikation ist durch den weitgehend symptomlosen Kontaktverlust zwischen Knochen und Implantat und eine Interposition von Bindegewebe charakterisiert (ISIDOR 1996, 1997; SZMUKLER-MONCLER ET AL. 1998). Klinisch erscheint die Mukosa bei adäquater Mundhygiene reizlos, während im Spätstadium Aufbissempfindlichkeiten und eine Mobilität des Implantates auffallen (Tab. 1). Radiologisch ist initial eine linienförmige periimplantäre Osteolyse mit hyperdenser Doppelkontur im krestalen Bereich des Implantates darstellbar, wobei das marginale Knochenniveau gegenüber Vorbefunden unverändert sein kann. Mit voranschreitender Progression breitet sich diese Osteolyse um das gesamte Implantat aus (KOZLOVSKY ET AL. 2007). Als Auslöser für aseptische Verluste der Implantatosseointegration werden Überbelastungen durch traumatische okklusale Kräfte oder ein erhöhtes Kronen-Implantat-Verhältnis diskutiert (MIYATA ET AL. 2000; ISIDOR 2006; RUNGSIYAKULL ET AL. 2011; BERTOLINI ET AL. 2019; RAVIDÀ ET AL. 2019A).

Aufgrund fehlender therapeutischer Konzepte besteht die Behandlung eines aseptisch gelösten Implantates bisher einzig in der Explantation, denn bei fehlender Stabilität mit einhergehender Mobilität wird nicht von einer Restitution der Osseointegration ausgegangen.

Vor dem Hintergrund fehlender Behandlungsmöglichkeiten beschreibt der vorliegende Fallbericht die zufällig beobachtete Reosseointegration eines mobilen Implantates nach alleiniger okklusaler Korrektur durch Einschleifen der Rekonstruktion.

## Fallbericht

Eine 79-jährige Patientin mit bekanntem Vorhofflimmern und Polyarthrit wurde in der Privatpraxis eines Co-Autors (TB) seit 1990 zahnmedizinisch betreut. Es bestand eine Dauermedikation mit Rivaroxaban und Prednison. Die Patientin war Nichtraucherin.

## Ausgangssituation

Die Patientin befand sich im jährlichen Recall der Privatpraxis zur professionellen Zahnreinigung und Mundhygieneinstruktion durch eine Dentalhygienikerin. Die suffizient gepflegte Dentition war konservierend und im Oberkiefer mit Kronenrekonstruktionen (Zähne 17, 15–26) versorgt, die in Kontakt zu okklusalen Schliffacetten an den Zähnen im Unterkiefer standen. In den vorhandenen Röntgenbildern stellte sich ein generalisierter horizontaler Knochenverlust dar, klinisch waren bukkale Rezessionen der Gingiva in allen Quadranten vorhanden. Es waren keine weiteren Anzeichen einer Parafunktion erkennbar, sowohl die Kaumuskulatur als auch die Kiefergelenke waren in der klinischen Untersuchung unauffällig.

Tab. 1 Befunde und Therapie bei Periimplantitis und aseptischem Verlust der Osseointegration (KOZLOVSKY ET AL. 2007; SUÁREZ-LÓPEZ DEL AMO ET AL. 2016; SCHWARZ ET AL. 2017, 2018; ROCCUZZO ET AL. 2018)

	Periimplantitis	Aseptischer Verlust der Osseointegration
Klinische Befunde	<ul style="list-style-type: none"> <li>– gerötete, geschwollene Mukosa</li> <li>– Blutung/Suppuration aus dem Sulkus</li> <li>– erhöhte Sondierungswerte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– reizlose Mukosa</li> <li>– Aufbissempfindlichkeit</li> <li>– Mobilität des Implantates</li> </ul>
Radiologische Befunde	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zirkumferente, schüsselförmige Osteolyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– linienförmige, periimplantäre Osteolyse mit hyperdenser Doppelkontur</li> </ul>
Therapie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– fallspezifisch chirurgische oder nicht chirurgische Therapie, Explantation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– fehlende Evidenz, Explantation</li> </ul>

Im Oktober 2014 stellte sich die Patientin mit Schmerzen im Unterkiefer links in der Privatpraxis vor. Die Zähne 36 und 37 waren perkussionsdolent und reagierten nicht im CO<sub>2</sub>-Test. Zahn 36 zeigte eine Beweglichkeit in horizontaler Richtung (Grad 2), Zahn 37 war in horizontaler und vertikaler Richtung mobil (Grad 3). Die Furkationen an Zahn 36 (Furkationsgrad 2) und an Zahn 37 (Furkationsgrad 3) waren bei positivem Bluten auf Sondieren sondierbar. Radiologisch zeigten sich im Zahnfilm eine periapikale Aufhellung an der mesialen Wurzel 36 und interradikuläre Aufhellungen der Zähne 36 und 37 (Abb. 1).

Der Patientin wurde eine endodontische und parodontale Behandlung der Zähne 36 und 37 vorgeschlagen. Jedoch wurden Wurzelkanalbehandlungen aufgrund traumatischer Erfahrungen der Patientin abgelehnt und explizit die Exzision der Zähne 36 und 37 mit anschließender implantatprothetischer Rehabilitation gewünscht.

Die lappenlose Zahnextraktion und folgende Wundheilung erfolgten komplikationsfrei. Anschliessend wurde die implan-

tatprothetische Rehabilitation nach Anfertigung einer Panoramaschichtaufnahme acht Wochen nach Exzision (Abb. 2) anhand eines konventionellen Set-ups unter Anfertigung einer Orientierungsschablone geplant. Dreizehn Wochen nach der Exzision wurden in Regionen 36 und 37 zwei Tissue-Level-Implantate (SP 4.1 × 10 mm RN SLActive, Straumann AG, Basel, Schweiz) unter Bildung eines Mukoperiostlappens primärstabil und ohne Augmentation vollumfänglich im Knochen inseriert (Abb. 3A). Die Implantatosteotomie erfolgte freihändig anhand des Standardprotokolls des Implantatherstellers. Die transmukosale Einheilung der Implantate lief komplikationsfrei ab, bukkal und lingual fanden sich > 1,5 mm keratinisierte Mukosa. Drei Monate postoperativ wurden zwei unverblockte VMK-Kronen auf SynOcta Sekundärteilen (Straumann AG, Basel, Schweiz) zementiert (TempBond, Kerr, Orange, Kalifornien, USA) (Abb. 3B, Abb. 4A).

Die Patientin wurde nach Implantation weiterhin einmal im Jahr durch die Dentalhygienikerin betreut und zahnärztlich untersucht. Zu den zahnärztlichen Kontrolluntersuchungen nach einem und nach drei Jahren waren die klinischen Befunde um die Implantate 36 und 37 reizlos bei Sondierungswerten von < 3 mm. Im Kontrollröntgenbild zeigte sich ein Jahr postoperativ eine linienförmige Aufhellung im Bereich der krestalen Gewindegänge am Implantat 36 distal (Abb. 3C), die nach drei Jahren zu einer periimplantären Aufhellung mit einem sklerotischen, hyperdensem Saum in den krestalen 2/3 des Implantates voranschritt (Abb. 3D). Gemeinsam mit der Patientin wurde zu diesem Zeitpunkt eine beobachtende Strategie gewählt.

#### Aseptischer Verlust der Osseointegration des Implantates 36 (Implantatlockerung)

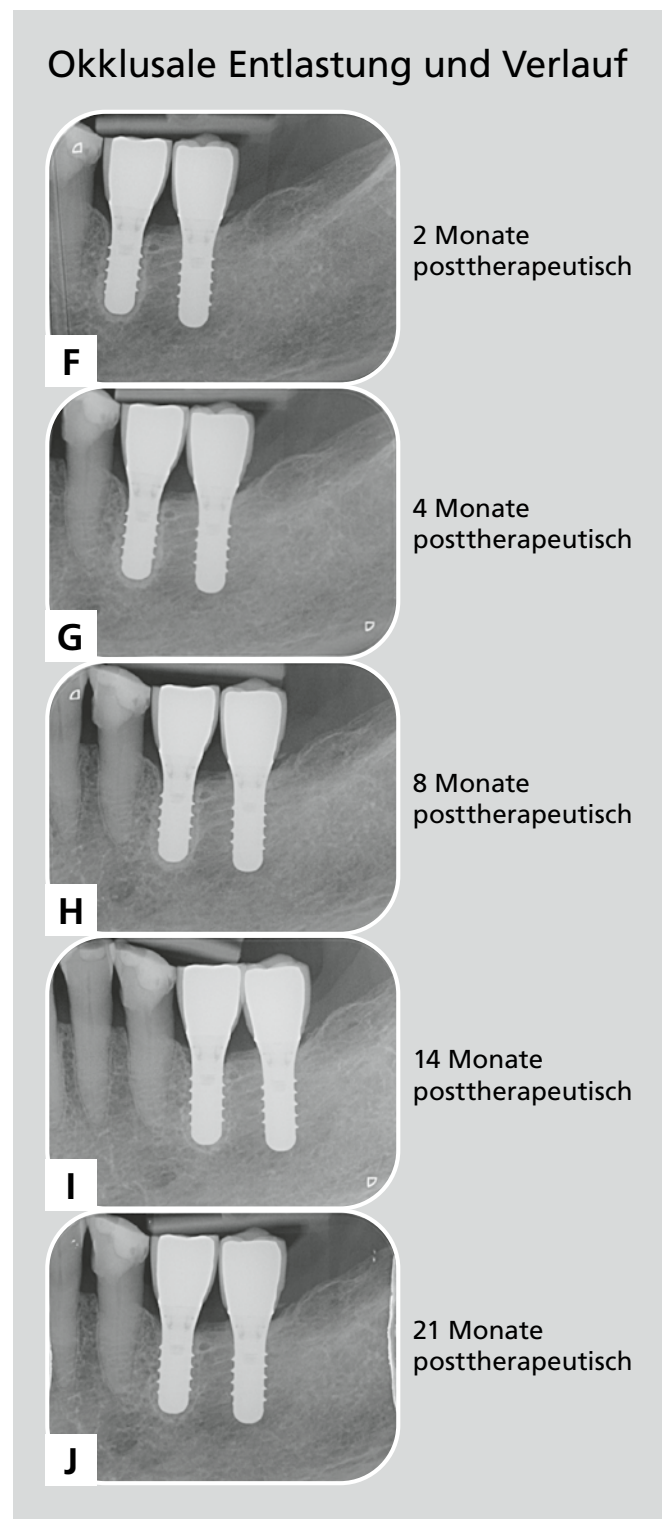
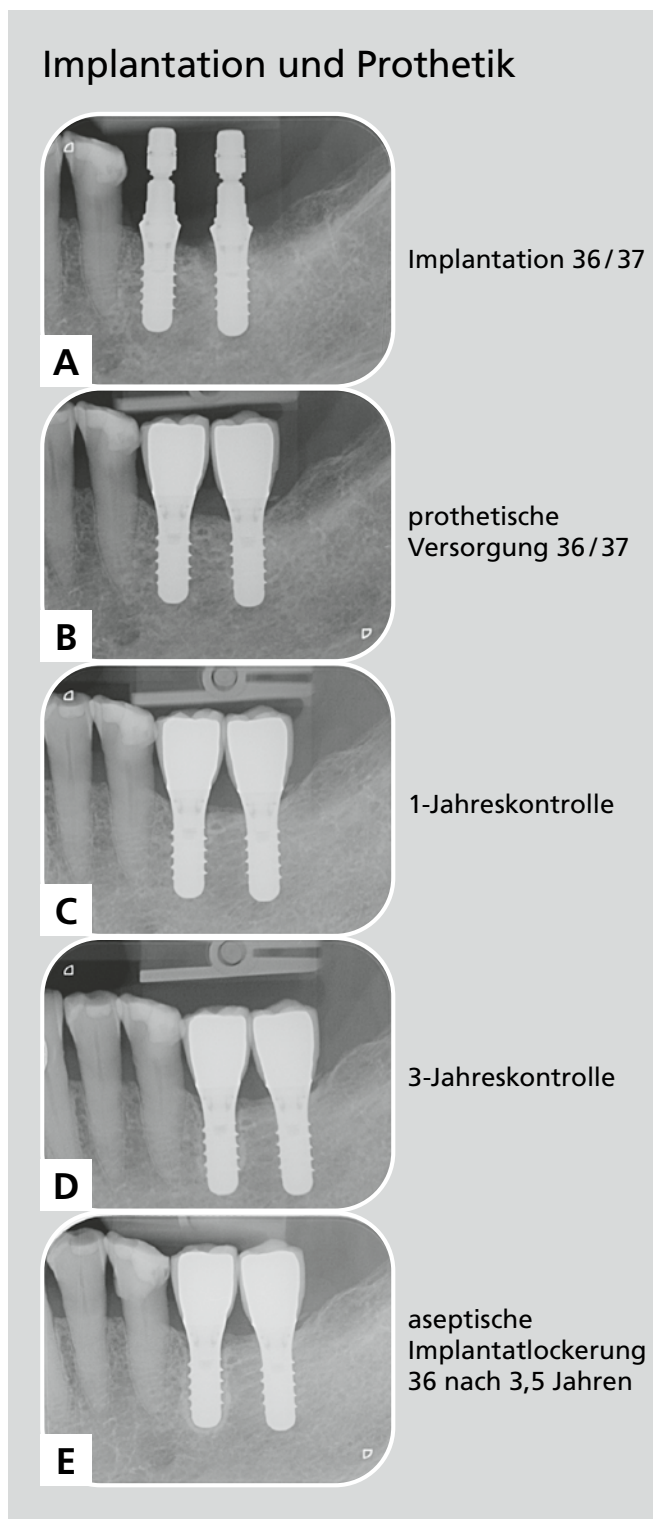
Im September 2019 (3,5 Jahre nach prothetischer Versorgung) entwickelte die Patientin Aufbissbeschwerden am Implantat 36. Das Implantat 36 zeigte eine Mobilität Grad 1–2. Eine Dezementierung der Krone wurde visuell durch leichte Retraktion der Mukosa und Darstellung der Implantatschulter ausgeschlossen. Die periimplantäre Mukosa war reizlos, und die Sondierungswerte < 3 mm. Radiologisch stellte sich eine durchgehende,



Abb. 1 Periapikale Aufhellung an der mesialen Wurzel 36 und interradikuläre Aufhellungen der Zähne 36 und 37



Abb. 2 Orthopantomogramm acht Wochen nach Exzision der Zähne 36 und 37



**Abb. 3A** Implantation 36 und 37 mit Tissue-Level-Implantaten

**Abb. 3B** Eingliederung der prothetischen Versorgung 36 und 37

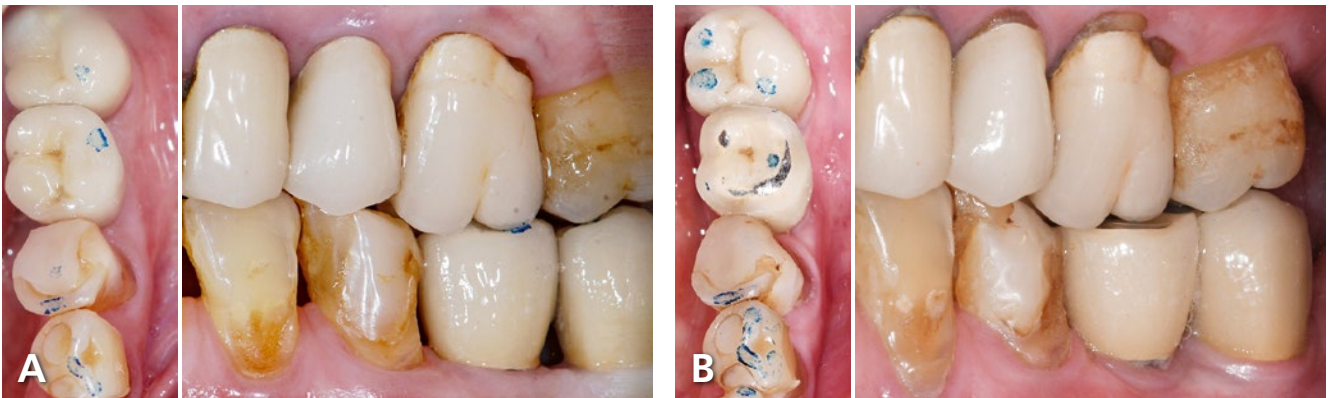
**Abb. 3C/3D** 1-Jahres-Kontrolle (C) und 3-Jahres-Kontrolle (D) nach prothetischer Versorgung 36 und 37

**Abb. 3E** Aseptischer Verlust der Osseointegration des Implantates 36 3,5 Jahre nach prothetischer Versorgung

**Abb. 3F/3G/3H/3I/3J** Verlaufskontrollen 2 Monate (F), 4 Monate (G), 8 Monate (H), 14 Monate (I) und 21 Monate (J) nach okklusaler Entlastung

linienförmige periimplantäre Osteolyse mit hyperdenser Doppelkontur um das Implantat 36 dar (Abb. 3E). Aus den klinischen und radiologischen Befunden wurde die Diagnose eines aseptischen Verlustes der Osseointegration des Implantates 36 gestellt. Zur Linderung der Aufbissbeschwerden wurde die Implantatkrone 36 okklusale eingeschliffen und komplett aus der

Okklusion genommen. Die weitere Artikulation wurde nicht überprüft. Die Patientin wurde angewiesen, die gewohnten Mundhygienemaßnahmen fortzuführen, es wurden keine weiteren topisch-antiseptischen Massnahmen verordnet. Im Einverständnis mit der Patientin wurde die zeitnahe Explantation des Implantates 36 geplant.



**Abb. 4** Klinische Situation zur prothetischen Versorgung der Implantate 36 und 37 mit Okklusionskontrolle (A) und 21 Monate nach okklusaler Entlastung (6,5 Jahre nach prothetischer Versorgung) (B)

### «Reosseointegration» des Implantates 36 bei zeitgleicher antineoplastischer Chemotherapie

Wenig später wurde bei der Patientin ein metastasierendes duktales Mammakarzinom diagnostiziert (cT1c cN3 cM1 G3, ER negativ, PR negativ, Her2 positiv, Kantonsspital Graubünden, Chur, Schweiz). Dieses wurde initial durch eine antineoplastische Chemotherapie mit vier Zyklen Epirubicin/Cyclophosphamid über zwei Monate behandelt.

Aufgrund der intraoralen Beschwerdefreiheit und komplexen allgemeinmedizinischen Situation wurde die geplante Explantation des Implantates 36 in Absprache mit der behandelnden Ärztin aufgeschoben und die Situation weiter engmaschig klinisch und radiologisch kontrolliert. Die periimplantäre Mukosa um das Implantat 36 blieb über die gesamte weitere Beobachtungsdauer reizlos (Sondierungswerte < 3 mm, keine Blutung/Suppuration aus dem Sulkus). Zwei und vier Monate nach okklusaler Entlastung war das Implantat 36 noch mobil, jedoch zeigte sich die periimplantäre Aufhellung im Zahnfilm regredient (Abb. 3F, Abb. 3G). Die antineoplastische Chemotherapie des Mammakarzinoms wurde mit vier Zyklen Docetaxel/Paclitaxel, Pertuzumab und Trastuzumab für sieben Wochen fortgesetzt. Anschliessend erfolgte eine Segmentresektion der linken Mamma, eine adjuvante Radiotherapie axillär und supraclaviculär sowie eine adjuvante Chemotherapie mit Trastuzumab über insgesamt ein Jahr bis Januar 2021. Zum Zeitpunkt des Verfassens des vorliegenden Fallberichtes war die Patientin rezidivfrei.

Acht Monate nach okklusaler Entlastung war das Implantat 36 nicht mehr mobil, und es konnte klinisch ein heller, ankylotischer Klopfeschall festgestellt werden. Radiologisch zeigte sich die periimplantäre Aufhellung mit dem sklerotischen, hyperdensen Saum regredient (Abb. 3H). 14 Monate nach der alleinigen okklusalen Korrektur war keine periimplantäre Aufhellung um das Implantat 36 mehr erkennbar (Abb. 3I).

Zur letzten Nachkontrolle (21 Monate posttherapeutisch) zeigten sich diese periimplantären ossären Verhältnisse stabil, die Mukosa war klinisch weiterhin reizlos (Abb. 3J, Abb. 4B). Aufgrund einer Übereruption des Zahnes 26 hatte sich ein neuer Okklusalkontakt auf der Implantatkrone 36 etabliert. Zur Evaluation der «Reosseointegration» wurde eine Periotest-Messung (Gulden-Medizinaltechnik, Bensheim, Deutschland) an den Implantaten 36 und 37 durchgeführt. Die Werte von -2 horizontal/-8 vertikal am Implantat 36 und -4 horizontal/-7 vertikal am Implantat 37 deuten laut Herstellerangaben bei beiden Implantaten auf eine gute Osseointegration hin.

### Diskussion

Im vorliegenden Fallbericht wird die zufällig beobachtete Reosseointegration eines Implantates nach aseptischem Verlust der Osseointegration und Einschleifen der Implantatrekonstruktion beschrieben.

Aseptische Verluste der Osseointegration oder Lockerungen von Implantaten sind kaum untersucht, in der Regel unumkehrbar und führen zum Verlust eines Implantates. In der Literatur wird häufig von einer Überbelastung der Knochen-Implantat-Verbindung durch traumatische okklusale Kräfte als möglichen Auslöser einer Implantatlockerung ausgegangen. Diese Überbelastung kann zu Mikrofrakturen führen, die eine Resorption des periimplantären Knochens induzieren (LEE ET AL. 2006). Gerade bei kürzeren und schmalen Implantaten mit kleinerer enossaler Oberfläche zeigen sich häufiger aseptische Verluste der Implantatosseointegration, weshalb ein Einfluss der Implantatlänge und des Implantatdurchmessers vermutet wird (SAHRMANN ET AL. 2017; NAENNI ET AL. 2018; MÜHLEMANN ET AL. 2020; RAABE ET AL. 2021). Im Tiermodell hingegen konnte kein Zusammenhang zwischen okklusaler Überbelastung und periimplantärem Knochenverlust oder Implantatlockerung nachgewiesen werden (HEITZ-MAYFIELD ET AL. 2004). Bisher besteht kaum Evidenz für eine Ursache-Wirkungs-Beziehung über die Auswirkungen einer Implantatüberbelastung auf den periimplantären Knochenabbau und Implantatverlust bei klinisch gut osseointegrierten Implantaten (NAERT ET AL. 2012; SHERIDAN ET AL. 2016).

Die Osseointegration eines Implantates ist nicht als statische Situation, sondern vielmehr als dynamischer Prozess zu betrachten, bei dem abhängig von Belastungen auf die Knochen-Implantat-Verbindung über komplexe biochemische Prozesse kontinuierlich ein Knochen-Remodeling im umgebenden Knochen stattfindet (DELGADO-RUIZ ET AL. 2019). Okklusale Kräfte werden über das Implantat direkt auf die Knochen-Implantat-Verbindung weitergeleitet und vom umgebenden Knochen ohne Resilienz aufgenommen (MICHALAKIS ET AL. 2012). Die Grösse dieser okklusalen Kräfte und Belastung der Knochen-Implantat-Verbindung ist abhängig vom Patienten und von der Position des Implantates im Kiefer, dem Implantatdesign sowie der Gestaltung der Okklusion.

Im posterioren Bereich der Kiefer treten höhere Kaubelastungen auf als im anterioren Bereich, und bei Männern werden grössere Kräfte gemessen als bei Frauen, wobei Parafunktionen eine zusätzliche Belastung darstellen können (MERICSKE-STERN & ZARB 1996; RAADSHEER ET AL. 1999). Die Ableitung der Kaukräfte

in den Knochen ist abhängig von der Implantatoberfläche und -gestaltung. In Untersuchungen mit Finite-Elemente-Methoden zeigte sich im kritischen Halsbereich der Implantate eine Abhängigkeit des Stresses auf den krestalen Knochen von Implantatdurchmesser und Implantatlänge (PETRIE & WILLIAMS 2005). Daneben können ein Platform-Switching und eine optimierte Gewindestruktur des Implantates über eine Vergrößerung der Oberfläche der Knochen-Implantat-Verbindung zu einer verbesserten Stressbelastung im Knochen beitragen (BAGGI ET AL. 2008; ERASLAN & INAN 2010). Kräfte in einem idealen Bereich fördern die Osseointegration über die Bildung von mehr Knochen-Implantat-Kontakten (HEITZ-MAYFIELD ET AL. 2004; FU ET AL. 2012), übermässige Kräfte hingegen können Resorptionen induzieren. In einer Finite-Elemente-Methoden-Untersuchung im Tiermodell wurde krestaler Knochenabbau beobachtet, wenn die einwirkenden Kräfte einen Schwellenwert von 4 MPa überschritten (HAN ET AL. 2014).

Auch die Richtung der okklusalen Kräfte beeinflusst die Knochen-Implantat-Verbindung. Axiale Belastungen auf das Implantat führen zu Kompressionskräften im Knochen und haben einen positiven Effekt auf die Knochendichte und Knochenhärte, während grosse Scherkräfte mit grösseren Resorptionsraten verbunden sind (ABUHUSSEIN ET AL. 2010). Im vorliegenden Fallbericht lag der Okklusionskontakt nach der Eingliederung der Implantatkronen 36 vorwiegend auf dem bukkalen Höcker der Krone. Neben einer Überbelastung des Implantates mit grossen axialen Kaukräften im posterioren Bereich könnten grössere Scherkräfte zu einer Überbelastung der Knochen-Implantat-Verbindung geführt haben.

Die taktile Wahrnehmung ist bei Implantaten aufgrund des fehlenden Parodonts und dessen Mechanorezeptoren im Vergleich zu natürlichen Zähnen reduziert. Implantate werden damit im Vergleich zu natürlichen Zähnen okklusal stärker belastet (HÄMMERLE ET AL. 1995). In einer aktuellen Untersuchung der Okklusion wurde an implantatgetragenen Einzelzahnkronen zudem über drei Jahre eine kontinuierliche, signifikante Zunahme der okklusalen Kräfte gemessen (DING ET AL. 2022). Die Autoren empfehlen basierend auf diesen Ergebnissen regelmässige Kontrollen und gegebenenfalls Adjustierungen der Okklusion in der Nachsorge, um eine potenzielle Überbelastung der Implantate zu verhindern.

Möglicherweise hätte die vermutete Überlastung des Implantates 36 auch durch eine Verblockung der Implantatkronen unterbunden werden können. In einer aktuellen Meta-Analyse zeigten verblockte Restaurationen weniger Implantatverluste, während kein Einfluss auf den marginalen Knochenverlust oder prothetische Komplikationen festgestellt wurde (DE SOUZA BATISTA ET AL. 2019). Ein grösserer Einfluss der Verblockung auf die Implantaterfolgsraten wird im Besonderen bei kürzeren Implantaten diskutiert. So wurde in Finite-Elemente-Methoden-Untersuchungen für verblockt rekonstruierte 6 mm Implantate eine gleichmässige Verteilung der Kräfte im Vergleich zu unverblochten Implantaten gemessen (YILMAZ ET AL. 2011). Auch in klinischen Studien konnten tiefere Implantatverlustraten und weniger prothetische Komplikationen für verblockt gegenüber unverblochten rekonstruierten kurzen Implantaten gefunden werden (RAVIDÀ ET AL. 2019B; AFRASHTEHFAR ET AL. 2021).

Als grösste Limitation des vorliegenden Fallberichtes ist der unbekannte Einfluss der antineoplastischen Chemotherapie auf die beobachtete Reosseointegration zu sehen. Das metastasierende Mammakarzinom wurde erst nach Entwicklung des aseptischen Verlustes der Implantatosseointegration und der

Okklusionskorrektur der Implantatrekonstruktion diagnostiziert und mit einer antineoplastischen Chemotherapie ohne den Einsatz antiresorptiver Medikamente therapiert. Die bei systemischen Chemotherapien maligner Tumoren eingesetzten antineoplastischen Substanzen hemmen die Zellproliferation direkt oder sind gegen Wachstumsfaktoren gerichtet. Die Wirkung der Medikamente zeichnet sich im Besonderen in schnell proliferierenden Geweben mit hoher mitotischer Aktivität ab, wozu neben dem Tumorgewebe unter anderen auch primär lymphatische Organe zählen. Jedoch werden auch Gewebe mit geringerem Zellumsatz beeinflusst und Folgen für die Knochen-Implantat-Verbindung beobachtet. Die bekannten Einflüsse einer antineoplastischen Chemotherapie deuten auf eine reduzierte Osteogenese hin und liegen somit im Widerspruch zur beobachteten Reosseointegration. So wurde unter systemischer Chemotherapie mit Cisplatin die Hemmung der periimplantären Knochenformation im Tiermodell festgestellt (MATHEUS ET AL. 2018). Von den bei der beschriebenen Patientin verwendeten Substanzen sind für Epirubicin zudem induzierte Apoptosen bei Osteoblasten (HUANG ET AL. 2018) und Osteonekrosen im Kiefer bei einer Therapie mit Trastuzumab und Pertuzumab bekannt (MANZIE ET AL. 2020). Interaktionen dieser Wirkstoffe untereinander und weitere Auswirkungen auf den Knochenstoffwechsel sind nicht auszuschliessen (CHAPPUIS ET AL. 2018A; SCHLIEPHAKE 2022). Auch inwiefern osteoimmunologische Prozesse die Knochen-Implantat-Verbindung beeinflussen, ist bisher nicht näher untersucht (MIRON & BOSSHARDT 2018; AMENGUAL-PENAFIEL ET AL. 2021).

Neben der antineoplastischen Chemotherapie, die zeitgleich mit der beobachteten Reosseointegration stattfand, können auch weitere unbekannte Einflussfaktoren nicht ausgeschlossen werden, die die Reosseointegration des Implantates begünstigten. Während der Einfluss einer antineoplastischen Chemotherapie auf eine mögliche Reosseointegration eines Implantates weitgehend unbekannt bleibt, ist der Einfluss von systemischen Chemotherapien auf osseointegrierte Implantate besser untersucht. Dabei ist bei Patienten unter systemischer Chemotherapie nicht von einem erhöhten Risiko für Implantatverluste als bei gesunden Patienten auszugehen (CHRCANOVIC ET AL. 2016; SCHLIEPHAKE 2022).

Eine weitere Einschränkung des Fallberichtes ist durch die limitierten Methoden zur Überprüfung der Osseointegration gegeben. Die im Fallbericht klinisch und radiologisch beobachtete Reosseointegration des Implantates wurde mithilfe einer Periotest-Messung zusätzlich evaluiert. Die Aussagekraft dieser Messwerte muss jedoch kritisch hinterfragt werden, da Rückschlüsse auf die Osseointegration anhand von Vergleichswerten des Herstellers gezogen werden und keine histologische Bestätigung möglich ist (APARICIO ET AL. 2006). Im Standardprotokoll der Privatpraxis werden keine Periotest-Messungen durchgeführt, weshalb nicht auf Vergleichsmessungen zu anderen Zeitpunkten zurückgegriffen werden kann. Alternativ besteht die Möglichkeit einer Resonanz-Frequenz-Analyse, die jedoch eine Entfernung und potenzielle Beschädigung der Implantatkronen 36 bedingt hätte und von der Patientin abgelehnt wurde. Das Einschleifen der Implantatrekonstruktion sollte im vorliegenden Fall die Implantatbelastung reduzieren und Aufbissbeschwerden bis zur eigentlich geplanten Implantatentfernung lindern. Nichtsdestotrotz sind verbleibende Kräfte auf das Implantat durch Weichteile und den Nahrungsbolus anzunehmen. Eine mögliche Erklärung für das zufällig beobachtete Phänomen der Reosseointegration ist, dass die Mobilität des Implantates

durch die okklusale Entlastung in einen für die ossäre Regeneration tolerierbaren Bereich limitiert wurde. Eventuell könnte dieser Effekt durch eine zusätzliche Immobilisierung des Implantates mit einer Schienung unterstützt werden.

Der vorliegende Fallbericht wirft die Frage auf, ob in ausgewählten Fällen einer aseptischen Implantatlockerung eine minimalinvasive Therapie mittels okklusaler Entlastung erfolgreich sein kann. Unabdingbar sind der Ausschluss von begleitenden periimplantären Entzündungen und engmaschige klinische und radiologische Kontrollen. Im beschriebenen Fall wurde der jährliche Recallintervall der Dentalhygienikerin beibehalten, und es erfolgten zahnärztliche klinische und radiologische Kontrollen nach 2, 4 und 8 Monaten, wobei das Implantat 36 nach 8 Monaten nicht mehr mobil war. Eine Reinstruktion der adäquaten Mundhygiene und Verkürzung des Intervalls für professionelle Zahnreinigungen könnte unterstützende Wirkung haben und topische Desinfektionsmaßnahmen mit antiseptischen Agenzien das Risiko einer sekundären Begleitentzündung zusätzlich reduzieren. Angelehnt an die unterstützende Parodontitistherapie nach abgeschlossener Parodontalbehandlung ist die Verkürzung des Recallintervalls zur professionellen Zahnreinigung auf drei Monate denkbar (VOTTA ET AL. 2018). Kurz- bis mittelfristig kann bei inadäquater Mundhygiene einer Infektion eines aseptisch gelockerten Implantates möglicherweise durch antiseptische Spülungen mit Chlorhexidin 0,2% vorgebeugt werden (ESCRIBANO ET AL. 2016; PHILIP ET AL. 2020).

Um den aseptischen Verlust der Implantatosseointegration und deren Auslöser in der Zukunft besser zu verstehen und ein ideales Behandlungsprotokoll von aseptisch gelockerten Implantaten zu erarbeiten, sind weitere Untersuchungen notwendig.

## Literatur

- ABUHUSSEIN H, PAGNI G, REBAUDI A, WANG H-L: The effect of thread pattern upon implant osseointegration: Review. *Clin Oral Implants Res* 21: 129–136 (2010)
- AFRASHTEHFAR K-I, KATSOUKIS J, KOKA S, IGARASHI K: Single versus splinted short implants at sinus augmented sites: A systematic review and meta-analysis. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg* 122: 303–310 (2021)
- AMENGUAL-PEÑAFIEL L, CÓRDOVA L A, CONSTANZA JARA-SEPÚLVEDA M, BRAÑES-ARCA M, MARCHESANI-CARRASCO F, CARTES-VELÁSQUEZ R: Osteoimmunology drives dental implant osseointegration: A new paradigm for implant dentistry. *Jpn Dent Sci Rev* 57: 12–19 (2021)
- APARICIO C, LANG N P, RANGERT B: Validity and clinical significance of biomechanical testing of implant/bone interface. *Clin Oral Implants Res* 17: 2–7 (2006)
- BAGGI L, CAPPELLONI I, DI GIROLAMO M, MACERI F, VAIRO G: The influence of implant diameter and length on stress distribution of osseointegrated implants related to crestal bone geometry: A three-dimensional finite element analysis. *J Prosthet Dent* 100: 422–431 (2008)
- BERGLUNDH T, ARMITAGE G, ARAUJO M G, AVILA-ORTIZ G, BLANCO J, CAMARGO P M, CHEN S, COCHRAN D, DERKS J, FIGUERO E, HÄMMERLE C H F, HEITZ-MAYFIELD L J A, HUYNH-BA G, IACONO V, KOO K T, LAMBERT F, MCCAULEY L, QUIRYNEN M, RENVERT S, SALVI G E, SCHWARZ F, TARNOW D, TOMASI C, WANG H L, ZITZMANN N: Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Clin Periodontol* 45: S286–S291 (2018)
- BERTOLINI M M, DEL BEL CURY A A, PIZZOLOTTI, ACAPA I R H, SHIBLI J A, BORDIN D: Does traumatic occlusal forces lead to peri-implant bone loss? A systematic review. *Braz Oral Res* 33: 1–11 (2019)
- BOSSHARDT D D, CHAPPUIS V, BUSER D: Osseointegration of titanium, titanium alloy and zirconia dental implants: current knowledge and open questions. *Periodontol* 2000 73: 22–40 (2017)
- BRÅNEMARK P-I, BREINE U, ADELL R, HANSSON B O, LINDSTRÖM J, ÖHLSSON Å: Intra-osseous anchorage of dental prostheses: I. experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 3: 81–100 (1969)
- BUSER D, BROGGINI N, WIELAND M, SCHENK R K, DENZER A J, COCHRAN D L, HOFFMANN B, LUSSI A, STEINEMANN S G: Enhanced bone apposition to a chemically modified SLA titanium surface. *J Dent Res* 83: 529–533 (2004)
- BUSER D, SENNERBY L, DE BRUYN H: Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontol* 2000 73: 7–21 (2017)
- BERGLUNDH T, ARMITAGE G, ARAUJO M G, AVILA-ORTIZ G, BLANCO J, CAMARGO P M, CHEN S, COCHRAN D, DERKS J, FIGUERO E, HÄMMERLE C H F, HEITZ-MAYFIELD L J A, HUYNH-BA G, IACONO V, KOO K T, LAMBERT F, MCCAULEY L, QUIRYNEN M, RENVERT S, SALVI G E, SCHWARZ F, TARNOW D, TOMASI C, WANG H L, ZITZMANN N: Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Clin Periodontol* 45: S286–S291 (2018)
- CHAPPUIS V, AVILA-ORTIZ G, ARAUJO M G, MONJE A: Medication-related dental implant failure: Systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* 29: 55–68 (2018a)
- CHAPPUIS V, MAESTRE L, BÜRKI A, BARRÉ S, BUSER D, ZYSSET P, BOSSHARDT D: Osseointegration of ultra-fine-grained titanium with a hydrophilic nanopatterned surface: An in vivo examination in miniature pigs. *Biomater Sci* 6: 2448–2459 (2018b)
- CHRCANOVIC B R, ALBREKTSSON T, WENNERBERG A: Dental implants in patients receiving chemotherapy: A meta-analysis. *Implant Dent* 25: 261–271 (2016)
- DELGADO-RUIZ R A, CALVO-GUIRADO J L, ROMANOS G E: Effects of occlusal forces on the peri-implant-bone interface stability. *Periodontol* 2000 81: 179–193 (2019)
- DING Q, LUO Q, TIAN Y, ZHANG L, XIE Q, ZHOU Y: Occlusal change in posterior implant-supported single crowns and its association with peri-implant bone level: a 5-year prospective study. *Clin Oral Investig* 26: 4217–4227 (2022)
- ERASLAN O, INAN Ö: The effect of thread design on stress distribution in a solid screw implant: A 3D finite element analysis. *Clin Oral Investig* 14: 411–416 (2010)
- ESCRIBANO M, FIGUERO E, MARTÍN C, TOBIÁS A, SERRANO J, ROLDÁN S, HERRERA D: Efficacy of adjunctive anti-plaque chemical agents: a systematic review and network meta-analyses of the Turesky modification of the Quigley and Hein plaque index. *J Clin Periodontol* 43: 1059–1073 (2016)

## Zusammenfassung

Dieser Fallbericht dokumentiert die «Reosseointegration» eines aseptisch gelockerten Implantates durch okklusales Einschleifen der Rekonstruktion bei zeitgleicher antineoplastischer Chemotherapie eines Mammakarzinoms. Der genaue Hergang und weitere mögliche Einflüsse auf die Reosseointegration bleiben unbekannt.

## Abstract

BIEL P, BIEL T, CHAPPUIS V, RAABE C: **Re-osseointegration of a Dental Implant with Aseptic Loosening after Occlusal Correction: a Case Report** (in German). *SWISS DENTAL JOURN* SSO 132: 599–606 (2022)

The preservation of osseointegration is fundamental for the long-term success of dental implants. Breakdown of osseointegration may occur in cases of aseptic implant loosening, a poorly understood process leading to sudden implant failure. So far, no evidence-based therapy concept exists for implants with aseptic loosening.

The present case report demonstrates the re-osseointegration of a dental implant in the mandible of a 79-year-old female patient with mamma carcinoma after loss of osseointegration caused by aseptic loosening. The only treatment performed was a correction of the occlusion. After a period of eight months, a re-osseointegration was observed clinically and radiographically, and remained stable for the follow-up period of 21 months. Reduction of occlusal forces after correction of the occlusion may have facilitated a re-osseointegration. Potential influences of concurrent antineoplastic chemotherapy regarding breast carcinoma or further unknown influences on implant re-osseointegration cannot be ruled out.

- FU J-H, HSU Y-T, WANG H-L: Identifying occlusal overload and how to deal with it to avoid marginal bone loss around implants. *Eur J Oral Implantol* 5 Suppl: S91-103 (2012)
- HÄMMERLE C H F, WAGNER D, BRÄGGER U, LUSSI A, KARAYIANNIS A, JOSS A, LANG N P: Threshold of tactile sensitivity perceived with dental endosseous implants and natural teeth. *Clin Oral Implants Res* 6: 83-90 (1995)
- HAN J Y, HOU J X, ZHOU G, WANG C, FAN Y B: A histological and biomechanical study of bone stress and bone remodeling around immediately loaded implants. *Sci China Life Sci* 57: 618-626 (2014)
- HEITZ-MAYFIELD L J, SCHMID B, WEIGEL C, GERBER S, BOSSHARDT D D, JÖNSSON J, LANG N P: Does excessive occlusal load affect osseointegration? An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 15: 259-268 (2004)
- HUANG T C, CHIU P R, CHANG W T, HSIEH B S, HUANG Y C, CHENG H L, HUANG L W, HU Y C, CHANG K L: Epirubicin induces apoptosis in osteoblasts through death-receptor and mitochondrial pathways. *Apoptosis* 23: 226-236 (2018)
- ISIDOR F: Histological evaluation of peri-implant bone at implants subjected to occlusal overload or plaque accumulation. *Clin Oral Implants Res* 8: 1-9 (1997)
- ISIDOR F: Influence of forces on peri-implant bone. *Clin Oral Implants Res* 17: 8-18 (2006)
- ISIDOR F: Loss of osseointegration caused by occlusal load of oral implants. A clinical and radiographic study in monkeys. *Clin Oral Implants Res* 7: 143-152 (1996)
- KOZLOVSKY A, TAL H, LAUFER B Z, LESHEM R, ROHRER M D, WEINREB M, ARTZI Z: Impact of implant overloading on the peri-implant bone in inflamed and non-inflamed peri-implant mucosa. *Clin Oral Implants Res* 18: 601-610 (2007)
- LEE T C, O'BRIEN F J, GUNNLAUGSSON T, PARKESH R, TAYLOR D: Microdamage and bone mechanobiology. *Technol Health Care* 14: 359-365 (2006)
- LISTGARTEN M A, LANG N P, SCHROEDER H E, SCHROEDER A: Periodontal tissues and their counterparts around endosseous implants [corrected and republished with original paging, article originally printed in *Clin Oral Implants Res* 1991 Jan-Mar; 2(1): 1-19]. *Clin Oral Implants Res* 2: 1-19 (1991)
- MANZIE T, VUJCICH N, CHAN A: Osteonecrosis of the jaw in an anti-resorptive naïve patient taking trastuzumab and pertuzumab: case report. *Aust Dent J* 65: 305-307 (2020)
- MATHEUS H R, ERVOLINO E, FALEIROS P L, NOVAES V C N, THEODORO L H, GARCIA V G, DE ALMEIDA J M: Cisplatin chemotherapy impairs the peri-implant bone repair around titanium implants: An in vivo study in rats. *J Clin Periodontol* 45: 241-252 (2018)
- MERICKE-STERN R, ZARB G A: In vivo measurements of some functional aspects with mandibular fixed prostheses supported by implants. *Clin Oral Implants Res* 7: 153-161 (1996)
- MICHALAKIS K X, CALVANI P & HIRAYAMA H: Biomechanical considerations on tooth-implant supported fixed partial dentures. *J Dent Biomech* 3: 1-16 (2012)
- MIRON R J, BOSSHARDT D D: Multinucleated giant cells: Good guys or bad guys? *Tissue Eng - Part B Rev* 24: 53-65 (2018)
- MIYATA T, KOBAYASHI Y, ARAKI H, OHTO T, SHIN K: The influence of controlled occlusal overload on peri-implant tissue. Part 3: A histologic study in monkeys. *Int J Oral Maxillofac Implants* 15: 425-431 (2000)
- MÜHLEMANN S, LAKHA T, JUNG R E, HÄMMERLE C H F, BENIC G I: Prosthetic outcomes and clinical performance of CAD-CAM monolithic zirconia versus porcelain-fused-to-metal implant crowns in the molar region: 1-year results of a RCT. *Clin Oral Implants Res* 31: 856-864 (2020)
- NAENNI N, SAHRMANN P, SCHMIDLIN P R, ATTIN T, WIEDEMEIER D B, SAPATA V, HÄMMERLE C H F, JUNG R E: Five-Year Survival of Short Single-Tooth Implants (6 mm): A Randomized Controlled Clinical Trial. *J Dent Res* 97: 887-892 (2018)
- NAERT I, DUYCK J, VANDAMME K: Occlusal overload and bone/implant loss. *Clin Oral Implants Res* 23: 95-107 (2012)
- PETRIE C S, WILLIAMS J L: Comparative evaluation of implant designs: Influence of diameter, length, and taper on strains in the alveolar crest - A three-dimensional finite-element analysis. *Clin Oral Implants Res* 16: 486-494 (2005)
- PHILIP J, LAINE M L, WISMEIJER D: Adjunctive effect of mouthrinse on treatment of peri-implant mucositis using mechanical debridement: A randomized clinical trial. *J Clin Periodontol* 47: 883-891 (2020)
- RAABE C, MONJE A, ABOU-AYASH S, BUSER D, VON ARX T, CHAPPUIS V: Long-term effectiveness of 6 mm micro-rough implants in various indications: A 4.6- to 18.2-year retrospective study. *Clin Oral Implants Res* 32: 1008-1018 (2021)
- RAADSHEER M C, VAN EIJDEN T M G J, VAN GINKEL F C, PRAHL-ANDERSEN B: Contribution of jaw muscle size and craniofacial morphology to human bite force magnitude. *J Dent Res* 78: 31-42 (1999)
- RAVIDÀ A, BAROOTCHI S, ALKANDERI A, TAVELLI L, SUÁREZ-LÓPEZ DEL AMO F: The effect of crown-to-implant ratio on the clinical outcomes of dental implants: A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 34: 1121-1131 (2019a)
- RAVIDÀ A, BAROOTCHI S, ASKAR H, SUÁREZ-LÓPEZ DEL AMO F, TAVELLI L, WANG H L: Long-term effectiveness of extra-short ( $\leq 6$  mm) dental implants: A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 34: 68-84 (2019b)
- ROCCUZZO M, LAYTON D M, ROCCUZZO A, HEITZ-MAYFIELD L J: Clinical outcomes of peri-implantitis treatment and supportive care: A systematic review. *Clin Oral Implants Res* 29: 331-350 (2018)
- RUNGSYAKULL C, RUNGSYAKULL P, LI Q, LI W, SWAIN M: Effects of occlusal inclination and loading on mandibular bone remodeling: a finite element study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 26: 527-537 (2011)
- SAHRMANN P, SCHOEN P, NAENNI N, JUNG R, ATTIN T, SCHMIDLIN P R: Peri-implant bone density around implants of different lengths: A 3-year follow-up of a randomized clinical trial. *J Clin Periodontol* 44: 762-768 (2017)
- SCHLIEPHAKE H: The role of systemic diseases and local conditions as risk factors. *Periodontol* 2000 88: 36-51 (2022)
- SCHROEDER A, POHLER O, SUTTER F: Tissue reaction to an implant of a titanium hollow cylinder with a titanium surface spray layer. *SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd* 86: 713-727 (1976)
- SCHWARZ F, DERKS J, MONJE A, WANG H L: Peri-implantitis. *J Clin Periodontol* 45: S246-S266 (2018)
- SCHWARZ F, JOHN G, SCHMUCKER A, SAHM N, BECKER J: Combined surgical therapy of advanced peri-implantitis evaluating two methods of surface decontamination: a 7-year follow-up observation. *J Clin Periodontol* 44: 337-342 (2017)
- SHERIDAN R A, DECKER A M, PLONKA A B, WANG H L: The role of occlusion in implant therapy: A comprehensive updated review. *Implant Dent* 25: 829-838 (2016)
- DE SOUZA BATISTA V E, VERRI F R, LEMOS C A A, CRUZ R S, OLIVEIRA H F F, GOMES J M L, PELLIZZER E P: Should the restoration of adjacent implants be splinted or nonsplinted? A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 121: 41-51 (2019)
- SUÁREZ-LÓPEZ DEL AMO F, YU S-H, WANG H-L: Non-surgical therapy for peri-implant diseases: a systematic review. *J Oral Maxillofac Res* 7: 1-14 (2016)
- SZMUKLER-MONCLER S, SALAMA H, REINGEWIRTZ Y, DUBRUILLE J H: Timing of loading and effect of micromotion on bone-dental implant interface: review of experimental literature. *J Biomed Mater Res* 43: 192-203 (1998)
- VOTTA I, GARTENMANN S, SCHMIDLIN P R: Das «Zero-Pocket-Konzept» im Rahmen der UPT. *Swiss Dent J* 128: 131-134 (2018)
- YILMAZ B, SEIDT J D, MCGLUMPHY E A, CLELLAND N L: Comparison of strains for splinted and non-splinted screw-retained prostheses on short implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 26: 1176-1182 (2011)