

M. Degidi¹, D. Nardi², A. Piattelli³

Prospektive Fünf-Jahres-Verlaufsstudie definitiver Sofortversorgungen zahnloser Patienten mittels eines intraoral verschweißten Titan-Gerüsts

Prospective five-year follow-up of immediate definitive rehabilitation of the edentulous patient using an intraoral welded titanium framework

Kolummentitel: Sofortbelastung mit einer definitiven Versorgung beim zahnlosen Patienten

Zielsetzungen: Ziel dieser prospektiven Studie war die Beurteilung der Eignung des Konzepts intraoralen Schweißens als Verfahren zur Eingliederung einer endgültigen Zahnersatzversorgung für zahnlose Patienten am Tag der Implantatinserktion.

Materialien und Methoden: Alle Patienten mit vollständig unbezahntem Kiefer erhielten eine festsitzende Restauration, verstärkt durch ein intraoral verschweißtes Titangerüst. Auf den Implantaten wurden definitive Abutments fixiert und anschließend mit einem Gerät zum intraoralen Schweißen mit einem Titansteg verschweißt. Dieses Gerüst diente zur Verstärkung der endgültigen Versorgung aus Kunststoff, die noch am Tag der Implantatinserktion eingegliedert wurde. Zahnersatz und Implantaterfolg, mittlerer marginaler Knochenverlust, Sondierungstiefe und Sondierungsblutung wurden über einen Zeitraum von 60 Monaten hinweg nachuntersucht.

Ergebnisse: 36 Patienten mit einem unbezahntem Oberkiefer und 44 Patienten mit einem unbezahntem Unterkiefer, mit einem durchschnittlichen Alter von $58,1 \pm 16,8$ Jahren ($n = 80$), wurden nacheinander mit 320 sofortbelasteten Implantaten versorgt. Es traten keine Brüche oder im Röntgenbild erkennbare Veränderungen des verschweißten Gerüsts auf. 317 (99,06 %) der Implantate waren osseointegriert und bei der Nachuntersuchung nach 6 Monaten klinisch stabil. Bei der Nachuntersuchung nach 60 Monaten betrug der kumulierte mittlere marginale Knochenverlust bei den Oberkiefer-Fällen $0,967 \text{ mm} \pm 0,361 \text{ mm}$ und bei den Unterkiefer-Fällen $1,016 \text{ mm} \pm 0,413 \text{ mm}$.

Schlussfolgerungen: Es ist möglich, den zahnlosen Patienten noch am Tag der Implantatinserktion mit einem festsitzenden, definitiven Zahnersatz zu versorgen, der von einem intraoral verschweißten Titangerüst verstärkt wird.

Objectives: The aim of this prospective study was to evaluate the concept of intraoral welding as a suitable technique for the placement of a final restoration in the edentulous patient on the same day as surgery.

Materials and Methods: Any patient with a completely edentulous arch received a fixed restoration supported by an intraoral welded titanium bar. Definitive abutments were connected to the implants and then welded to a titanium bar using an intraoral welding unit. This framework was used to support the definitive acrylic restoration, which was fitted on the same day as implant placement. Restoration and implant success, mean marginal bone loss, pocket probing depth and bleeding on probing were assessed over a 60-month follow-up period.

Results: 36 patients with an edentulous maxilla and 44 patients with an edentulous mandible, with an average age of 58.1 years ($SD = 16.8$; $n = 80$), were consecutively treated with 320 immediately-loaded implants. No fractures or radiographically detectable alteration of the welded framework were evident. 317 (99.06 %) implants osseointegrated and were clinically stable at the six month follow-up. At the 60-month follow-up the accumulated mean marginal bone loss was respectively 0.967 mm ($SD = 0.361$) for the maxillary cases and 1.016 mm ($SD = 0.413$) for the mandible cases.

Conclusions: It is possible on the same day of surgery to successfully rehabilitate the edentulous patient with a fixed, definitive prosthesis supported by an intraoral welded titanium framework.

Keywords: Implantology; Osseointegration; Prosthodontics

Schlüsselworte: Implantologie; Osseointegration; Prothetik

¹ M.D., D.D.S., Private Praxis, Bologna, Italien

² M.D., D.D.S., Private Praxis, Bologna, Italien

³ M.D., D.D.S. Professor an der Zahnmedizinischen Fakultät der Universität Chieti-Pescara, Chieti, Italien

DOI 10.3238/ZZI.2012.0326-0338

¹ M.D., D.D.S., Private Practice, Bologna, Italy

² M.D., D.D.S., Private Practice, Bologna, Italy

³ M.D., D.D.S. Professor, Dental School, University of Chieti-Pescara, Chieti, Italy

Übersetzung: LinguaDent

Zusammenfassung in einem Satz: Es ist möglich, zahnlose Patienten am Tag der Implantation mit einem definitiven festsitzenden Zahnersatz, verstärkt durch eine intraoral verschweißte Gerüstkonstruktion zu versorgen, ohne Osseointegration und Implantaterfolg zu gefährden.

Einleitung

Die gestiegene Lebenserwartung in der westlichen Welt stellt den Zahnarzt ständig vor neue Herausforderungen, da es eine zunehmende Zahl von unbezahnnten Patienten in einem oder beiden Kiefern gibt [11]. Diese Patienten lehnen häufig eine Versorgung mit herausnehmbarem Zahnersatz ab, sei es nun aus psychologischen oder funktionellen Gründen. Die Versorgung mit einem provisorischen, sofort belasteten, implantatgetragenen Zahnersatz hat sich bereits als brauchbare Möglichkeit zur Behandlung des unbezahnnten Oberkiefers [13, 22, 24, 26, 27] und des unbezahnnten Unterkiefers [1, 5, 6, 12, 21, 28] erwiesen, sofern ausreichende Implantat-Primärstabilität erzielt werden konnte [25].

Nur wenige Studien haben über die Versorgung des unbezahnnten Kiefers mit einem sofort belasteten definitiven Zahnersatz berichtet.

Im Jahr 1999, schlugen *Brånemark* et al. [4] ein klinisches Protokoll mit vorgefertigten Komponenten und chirurgischen Schablonen, Eliminierung der Abformvorgänge und Eingliederung eines definitiven, festsitzenden Zahnersatzes am Tag der Implantat-Insertion vor. Die Autoren berichteten über eine Erfolgsquote von 98 %, sowohl der Implantate, als auch des Zahnersatzes im zahnlosen Unterkiefer und bestätigten die Möglichkeit der definitiven Versorgung am Operationstag.

Unter Anwendung des klinischen Protokolls von *Brånemark* beobachteten *van Steenberghe* et al. [30] eine kumulierte Misserfolgsrate nach einem Jahr von 7,3 % für Implantate und von 5,0 % für den Zahnersatz. Die Autoren stellten fest, dass das marginale Knochenniveau um sofort belastete Implantate im Unterkiefer bei einer durchschnittlichen Patientenpopulation für zumindest ein Jahr erhalten werden kann.

In einer im Jahr 2005 veröffentlichten Fallserie behandelten *Ibanez* et al. [16] erfolgreich zwölf unbezahnnte Oberkiefer mit jeweils einer definitiven implantatgetragenen Versorgung (entweder Metall-Kunststoff oder Metall-Keramik), die 6 bis 24 Stunden nach der Operation eingesetzt wurde.

Im gleichen Jahr behandelten *van Steenberghe* et al. [29] 27 Patienten mit unbezahnntem Oberkiefer unter Verwendung ei-

One sentence summary: It is possible to successfully rehabilitate edentulous patients on the same day as implant placement with a definitive fixed restoration supported by an intraoral welded titanium framework without jeopardizing osseointegration and implant success.

Introduction

The increase of life expectancy in the western countries continuously brings new challenges to the dental practitioner, as there is an increase in the number of edentulous patients in one or both arches [11]. These patients often do not accept a rehabilitation with a removable prosthesis, for either functional or psychological reasons. The rehabilitation with a temporary, immediately loaded, implant supported restoration has already proven to be a viable option for the treatment of the edentulous maxilla [13, 22, 24, 26, 27] and for the edentulous mandible [1, 5, 6, 12, 21, 28] when good primary implant stability is obtained [25].

Only a few studies have reported the rehabilitation of a completely edentulous site with an immediately loaded final restoration.

In 1999, *Branemark* et al. [4] proposed a clinical protocol with prefabricated components and surgical guides, elimination of the prosthetic impression procedure and attachment of a definitive fixed prosthesis on the day of implant placement. The authors reported a 98 % success rate for both the implants and prostheses in the rehabilitation of mandibular edentulism, and that definitive reconstruction can be carried out on the day of surgery.

Using *Branemark's* clinical protocol, *van Steenberghe* et al. [30] observed a cumulative failure rate for implants and prostheses of 7.3 % and 5.0 % respectively after one year. The authors stated that marginal bone levels can be maintained around immediately loaded implants in the mandible in an average patient population for at least one year.

In a case series published in 2005, *Ibanez* et al. [16] successfully treated twelve edentulous maxillae with a definitive implant supported restoration (either metal-acrylic or metal-ceramic) inserted 6 to 24 hours after surgery.

In the same year, *van Steenberghe* et al. [29] treated 27 patients with edentulous maxillae using a CT scan-derived customized surgical template for flapless surgery and a prefabricated customized prosthetic superstructure. All patients re-



Abbildung 1 Die Prothesenaußenstruktur: Okklusalanzeige

Figure 1 The prosthetic shell: occlusal view



Abbildung 2 Die Prothesenaußenstruktur (Ansicht von basal)

Figure 2 The prosthetic shell: gingival view



Abbildung 3 Klinisches Bild bei der ersten Untersuchung

Figure 3 Clinical image at the first examination



Abbildung 4 Operation, zwei Monate nach Extraktion der Wurzeln wurden interforaminal vier XiVe-Implantate eingesetzt.

Figure 4 Surgery, two months after root extraction four XiVe implants placed intra-foraminally

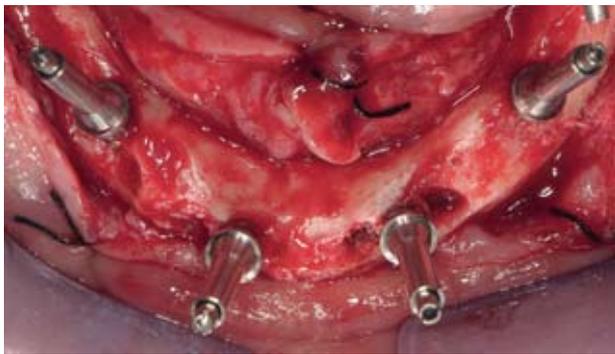


Abbildung 6 Schweißzylinder auf den MP-Abutments

Figure 6 Welding cylinders on top of MP abutments



Abbildung 5 Die provisorischen TempBase-Abutments werden durch MP-Abutments ersetzt

Figure 5 Temp-base carriers replaced by MP abutments



Abbildung 7 Biegen des Stegs

Figure 7 Bending of the bar

ner nach CT-Aufnahme hergestellten individuellen Chirurgie-Schablone für die geschlossene Implantation und einer vorgefertigten prothetischen Suprastruktur. Alle Patienten erhielten ihre endgültige Zahnersatzversorgung unmittelbar nach der Implantatinsertion.

Klee de Vasconcellos et al. [18] schlugen die Versorgung des Unterkiefers mit festsitzendem Zahnersatz vor, der auf einem auf den Implantaten am Tag der Insertion befestigten Titansteg hergestellt wurde. Die Gesamtüberlebensraten für Implantate und Zahnersatz betragen 100 %. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass ein kaubelasteter festsitzender Ersatz des gesamten Zahnbogens (totale Brücke) auf vier sofortbelasteten Implantaten die Osseointegration nicht zu beeinträchtigen scheint und eine geeignete Behandlungsmöglichkeit darstellt.

Im Jahr 2006 stellten Degidi et al. [7] ein Protokoll für die Sofortbelastung mehrerer Implantate durch Verschweißen eines Titansteges mit Implantat-Abutments unmittelbar in der Mundhöhle vor, um so eine individuelle provisorische Versorgung mit Metallgerüst herzustellen. Diese klinische Vorgehensweise wurde kürzlich evaluiert und in einer ausgewählten Anzahl von Fällen zur Herstellung und Eingliederung einer definitiven Versorgung, sowohl im unbezahnnten Unterkiefer [9] als auch im Oberkiefer [8] angewendet.

Das Ziel dieser prospektiven Studie war die Evaluierung des Konzepts des intraoralen Schweißens beim unbezahnnten Patienten über einen längeren Zeitraum hinweg, um den Langzeiterfolg dieses Ansatzes besser beurteilen zu können.

ceived their final prosthetic restoration immediately after implant placement.

Klee de Vasconcellos et al. [18] proposed the rehabilitation of the mandible with a definitive fixed prosthesis fabricated on a titanium bar attached to the implants on the day of implant placement. The overall implant and prosthetic survival rates were 100 %. The authors concluded that an occlusally loaded complete arch fixed prosthesis supported by four immediately placed implants does not appear to jeopardize osseointegration and represents a viable treatment option.

In 2006 Degidi et al. [7] published a protocol for the immediate loading of multiple implants by welding a titanium bar to implant abutments directly in the oral cavity, so as to create a customized metal-reinforced provisional restoration. Recently, this clinical protocol was successfully evaluated and applied in a selected number of cases for the fabrication and placement of a definitive restoration in both the edentulous mandible [9] and maxilla [8].

The aim of this prospective study was to evaluate the concept of intra-oral welding in the edentulous patient over a longer period of time in order to better determine the long-term success of this approach.



Abbildung 8 Biegen des Stegs
Figure 8 Bending of the bar



Abbildung 10 Der Schweißpunkt
Figure 10 The welding spot

Materialien und Methoden

Jeder Patient im Alter von mindestens 18 Jahren mit einem vollständig unbezahnnten Kiefer wurde als geeignet angesehen, im weiteren Verlauf in diese prospektive Studie eingeschlossen zu werden. Der Zustand der Bezahnung des antagonistischen Kiefers wurde nicht als Einschluss- oder Ausschluss-Kriterium betrachtet. Patienten wurden als ungeeignet zur Studienteilnahme angesehen, wenn sie mindestens eines der folgenden Ausschlusskriterien erfüllten: (1) Vorhandene Infektion in den zur Implantation vorgesehenen Bereichen; (2) Allgemeinerkrankung, die die Osseointegration beeinträchtigen könnte; (3) Strahlentherapie des Schädel-Gesichtsbereichs in den vergangenen 12 Monaten; (4) Rauchen von mehr als zehn Zigaretten pro Tag; (5) Schwangerschaft oder Stillzeit; (6) Hinweise auf oder Symptome von Bruxismus; (7) **nicht** ausreichend großes Knochenvolumen für übliche axiale Insertion von Implantaten.

Die vorliegende Studie wurde in vollständiger Übereinstimmung mit der Deklaration des Weltärztebundes von Helsinki in der Fassung von 2002 geplant und durchgeführt.

Alle Patienten unterzeichneten ein spezielles schriftliches Formblatt zur informierten Einverständniserklärung. Jeder von ihnen erhielt zylindrische Schraubenimplantate mit sandgestrahlter, säuregeätzter Oberfläche mit Innensechskantverbindung (Durchmesser 3,4 mm oder 3,8 mm, XiVE Plus, DENTSPLY-Friadent, Mannheim, Deutschland)



Abbildung 9 Der Druck der Schweißklemme fixiert Steg und Abutment vor dem Schweißen in der richtigen Anordnung
Figure 9 Pressure from the welding clamp holding the bar and the abutment in position right before welding

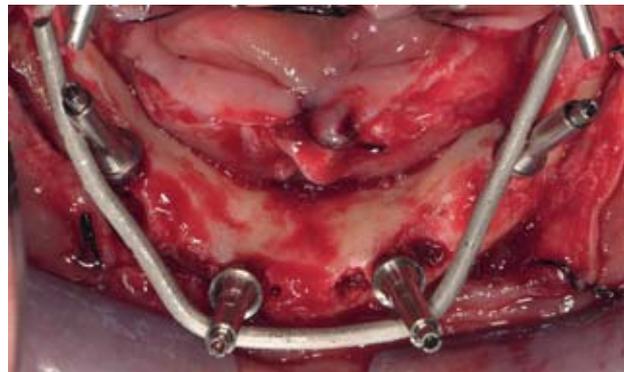


Abbildung 11 Schweißzylinder, verbunden durch den intraoral angeschweißten Steg
Figure 11 Welding cylinders connected by the intra-orally welded bar

Materials and Methods

Any patient with a completely edentulous arch with an age of 18 years or more was considered eligible to be consecutively included in this prospective study. The condition of the opposing dentition was not considered to be a discriminatory factor. Patients were not considered eligible for this study if they met any of the following exclusion criteria: (1) active infection in the sites intended for implant placement; (2) systemic disease that could compromise osseointegration; (3) radiation therapy treatment in the craniofacial region within the previous twelve months; (4) smoking habits of more than ten cigarettes per day; (5) pregnancy or lactation; (6) signs or symptoms of bruxism; (7) non suitable quantity of bone for standard axial implant placement.

This study was designed and conducted in full accordance with the World Medical Association Declaration of Helsinki, as revised in 2002. All patients signed a specific written informed consent form. Each of them received 3.4 mm or 3.8 mm diameter parallel screw, grit-blasted and acid-etched implant with an internal hexagonal connection (XiVE Plus, DENTSPLY-Friadent, Mannheim, Germany). All implants were placed in heal-



Abbildung 12 Außerhalb des Mundes wird der Steg zusätzlich verstärkt; Retentionen für die Zähne werden angebracht.

Figure 12 Extra-orally, the bar is further reinforced; retention for teeth are added

Alle Implantate wurden im ausgeheilten Knochenbereich durch den gleichen erfahrenen Operateur (MD) in einer privaten Zahnarztpraxis in Bologna, Italien inseriert. Im Rahmen des Arbeitsablaufs zur Implantatinserion wurden das Eindrehmoment und der Implantat-Stabilitäts-Quotient (ISQ) durch einen chirurgischen Motor (FRIOS Unit E, W&H Dentalwerk GmbH, Bürmoos, Österreich) und eine digitale Mess-Sonde (Osstell AB, Gamlestadsvägen 3B, Göteborg, Schweden) gemessen. Patienten wurden aus der Studie ausgeschlossen, wenn irgendeines der Implantate keine gute Primärstabilität gemäß folgender Kriterien erreichte: (1) Eindrehmoment < 25 Ncm, (2) Implantat-Stabilitätsquotient (ISQ) von < 60.

Die präoperative Untersuchung der anatomischen Strukturen und die Auswahl der Implantatlänge erfolgten anhand von Zahnfilmröntgenaufnahmen und Orthopantomogrammen oder CT-Aufnahmen, soweit verfügbar. Es wurden Abformungen von Oberkiefer und Unterkiefer genommen und im Labor Modelle angefertigt.

Zahnfarbe und Zahnform der Prothesenzähne wurden festgelegt und geeignete, hoch abrasionsfeste, im Handel erhältliche konfektionierte Prothesenzähne (VITA PHYSIODENS, VITA Zahnfabrik, H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Deutschland) wurden ausgewählt. Die Zähne wurden auf einem Modell in einem semianatomischen Artikulator aufgestellt und mit Acrylatkunststoff entsprechend der anatomischen Form des zu ersetzenden Zahnbogens verbunden. Diese definitive Kunststoff-Totalprothese wurde anschließend an der Basis ausgehöhlt, um Platz für die Aufnahme des späteren Titangerüsts zu schaffen (Abb. 1 bis 3).

Bei allen Patienten wurde am Tag vor dem operativen Eingriff mit der Gabe eines Antibiotikums begonnen (2 g Amoxicillin pro Tag). Zum Zeitpunkt des Eingriffs erhielten sie eine Lokalanästhesie (2 % Articain/Adrenalin 1:100.000).

Die Operation begann mit einer zentral-krestalen Inzision, die sich im Oberkiefer vom rechten bis zum linken Tuber maxillaris erstreckte, im Unterkiefer vom rechten ersten Molaren zum linken ersten Molaren. Im Unterkiefer wurde rechts und links das F. mentale lokalisiert, die Lappen vollständig abgelöst und der knöchernen Kieferkamm freigelegt. Bei Vorliegen eines sehr schmalen Kieferkammes erfolgte eine geringfügige Osteoplastik unter Spülung mit reichlich steriler Kochsalzlösung. Mit Hilfe ei-

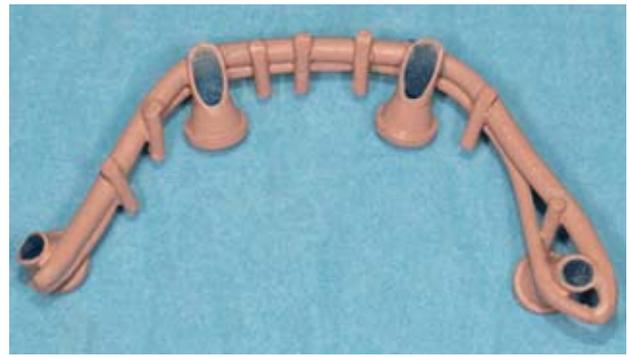


Abbildung 13 Das Gerüst wurde ausgearbeitet und Opaquer aufgetragen

Figure 13 The framework has been trimmed and opaqued

ed sites by one experienced surgeon (MD) in a private dental office in Bologna, Italy. During the implant placement procedure, the insertion torque and the implant stability quotient (ISQ) were registered by a surgical unit (FRIOS Unit E, W&H Dentalwerk GmbH, Buermoos, Austria) and a digital measurement probe (Osstell AB, Gamlestadsvägen 3B, Göteborg, Sweden). Patients were dropped from the study if any of the implants did not achieved good primary stability following those criteria: (1) insertion torque < 25 Ncm, (2) an implant stability quotient (ISQ) of < 60.

Preoperative analysis of anatomical features and choice of the implant length were made using periapical and panoramic radiography or computed tomography when available. Impressions of the maxilla and mandible were taken and laboratory casts were made. The color-shade and structure of the prosthetic teeth were decided on, and appropriate highly wear-resistant commercial denture teeth (VITA PHYSIODENS, VITA Zahnfabrik, H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Germany) were chosen. Teeth were pre-mounted on a cast on a semi-adjustable articulator and joined with acrylic resin according to the anatomic shape of the arch to be treated. This definitive acrylic cross-arch restoration was then hollowed out to create a space for housing the future titanium framework (Fig. 1–3).

All patients were placed on antibiotic therapy the day before surgery (2 g amoxicillin per day). Local anesthesia (2 % articaine/adrenaline 1:100.000) was administered at the time of surgery.

Surgery began with a mid crestal incision extended from the right to the left tuberosity in the maxilla and from the position of the right first molar to that of the left first molar in the mandible. In the mandibular sites, the mental foraminae were located, flaps were fully elevated and the bone crest was exposed. In presence of a knife-edge ridge, a mild osteoplasty was performed under copious irrigation with sterile saline solution. Implants were placed with the widest possible anterior-posterior distribution using a surgical template. All patients received four implants. In the mandible cases, the surgical sites were chosen only in the intraforaminal area: the distal sites were at least 2 mm anterior to the mental nerve; and the mesial sites equally divided the remaining an-

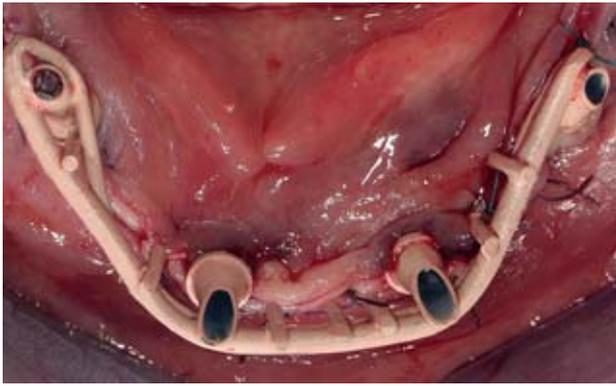


Abbildung 14 Das eingesetzte Gerüst mit Opaker
Figure 14 The opaque framework in place



Abbildung 16 Nach Unterfütterung wird das Gerüst in die endgültige Prothese eingebettet (Ansicht von basal)
Figure 16 After relining, the framework is embedded in the final prosthesis (gingival view)

ner Implantations-Schablone wurden die Implantate im größtmöglichen Abstand anterior-posterior inseriert. Alle Patienten erhielten vier Implantate. Bei den Fällen im Unterkiefer erfolgte die Insertion ausschließlich im interforaminalen Bereich, die distalen Implantate wurden mindestens zwei Millimeter anterior des N. mentalis platziert. Die mesialen Implantate teilten den verbliebenen Bereich anterior in gleich große Abschnitte auf (Abb. 4). Es wurde kein Knochenersatzmaterial verwendet.

In die Innensechskantverbindung des Implantats wurde ein Abutment mit runder und konischer Außenverbindung eingesetzt (MP, DENTSPLY-Friadent, Mannheim, Deutschland) (Abb. 5). Auf diese Weise konnten Divergenzen der Achsenrichtung der Implantate untereinander ausgeglichen werden. Diese Abutments wurden anschließend mit Befestigungsschrauben mit einem Drehmoment von 20 Ncm an den Implantaten fixiert. An jedem Abutment wurde nun ein Titanzylinder (das sogenannte „Schweiß-Abutment“) mit einer langen Halteschraube befestigt (Abb. 6). Ein Steg mit 2 mm Durchmesser (MP, DENTSPLY-Friadent, Mannheim, Deutschland) aus Reintitan („Grade 2“) wurde an das erste distale Abutment links mit Hilfe eines Intraoral-Schweißgerätes (Aptiva NS1100, EnneServizi, Lusia, Vicenza, Italien) angeschweißt. Der Steg wurde anschließend mit einer geraden How-Zange (Unitek 3M, 3M-Konzernzentrale, St. Paul, Minnesota, USA) so gebogen, dass er demjenigen Abutment spannungsfrei anlag, das dem bereits angeschweißten benachbart war. (Abb. 7 bis 11). Dieser Vorgang wurde für alle verbliebenen Abutments wiederholt.



Abbildung 15 Nach Unterfütterung wird das Gerüst in die endgültige Prothese eingebettet (Ansicht von okklusal)
Figure 15 After relining, the framework is embedded in the final prosthesis (occlusal view)



Abbildung 17 Endgültige Versorgung eingegliedert (Okklusalansicht)
Figure 17 Final restoration in place (occlusal view)

terior space (Fig. 4). No bone-grafting material was employed.

The internal hexagonal connection of the implant was replaced by an abutment with an external circular and conic connection (MP, DENTSPLY-Friadent, Mannheim, Germany) (Fig. 5). This allowed to compensate for any lack of parallelism between implants. These abutments were then connected to the implants with abutment screws tightened to 20 Ncm torque. A titanium cylinder (the so-called ‘welding abutment’) was then connected to each abutment with a long guide pin screw (Fig. 6). A 2 mm diameter bar (MP, DENTSPLY-Friadent, Mannheim, Germany) made of commercially pure Grade 2 titanium was welded to the first distal abutment on the left using an intra-oral welding unit (Aptiva NS1100, EnneServizi, Lusiana, Vicenza, Italy). The bar was then shaped with a pair of How straight utility pliers (Unitek 3M, 3M Corporate Headquarters, St. Paul, Minnesota, USA) in order to bend the bar passively to contact the abutment adjacent to the one that had previously been welded (Fig 7–11). The process was repeated for all remaining abutments.



Abbildung 18 Endgültige Versorgung eingegliedert (Frontalansicht)
Figure 18 Final restoration in place (frontal view)

Intraorales Schweißen

Das gegenwärtige Protokoll für intraorales Schweißen ist eine Verfeinerung des von *Mondani* [23] und *Hruska* [15] beschriebenen Verfahrens. Der Schweißvorgang kann in drei Abschnitte unterteilt werden: Vorbereitung, Schweißen und Abkühlung:

Vorbereitungsphase: Die zwei Elektroden der Schweißzange werden auf die einander abgewandten Seiten des Stegs und des Abutments – die beide sauber und oxidfrei sein müssen – aufgesetzt. Die Kupferelektroden an den Enden der Zange werden sanft in Kontakt mit den zu verschweißenden Teilen gebracht und fest angedrückt. Es ist entscheidend, dass der gebogene Steg und das Schweiß-Abutment während des gesamten Vorgangs einander vollständig berühren. Um eine perfekte Verbindung zwischen den zu verschweißenden Teilen sicherzustellen, muss ein gleichmäßiger kräftiger Druck aufgebracht werden. Das Vorhandensein von Wasser oder Speichel beeinträchtigt die Qualität der Schweißverbindung nicht. Operationsteam und Patient müssen während des gesamten Vorgangs Schutzbrillen tragen.

Phase des Schweißens: Durch die Entladung eines Kondensators wird eine elektrische Ladung auf die Kupferelektroden der Schweißzange übertragen. Der elektrische Strom in den Elektroden erhöht schlagartig die Temperatur der beiden Titan-Komponenten bis zum Schmelzpunkt. Das Schweißen wird ohne Schweißzusatz ausgeführt und dauert zwei bis fünf Millisekunden.

Abkühlungsphase: Aufgrund der unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten der Titan-Komponenten (19) und der Kupferelektroden (386), läuft der Vorgang ab, ohne dem Patienten Unannehmlichkeiten zu bereiten, oder das umgebende Gewebe zu schädigen, da keine wahrnehmbare Wärme auf den periimplantären Bereich übertragen wird [10]. Die Kupferelektroden leiten die gesamte entstehende Wärme ab. In dieser Phase kristallisiert das Titan, deshalb müssen Steg und Abutment unter Druck fixiert werden.

Das durch das Verschweißen des Titanstegs mit den Abutments hergestellte Gerüst wurde abgenommen und sein spannungsfreier Sitz mit dem Sheffield-Schraubentest 1 überprüft. Anschließend wurde das Gerüst sandgestrahlt (Modulars 3, Silfradent, S. Sofia, Forli-Cesema, Italien) und Opaker aufgetragen (OVS 2 Opaker, Dentsply Trubyte, York, USA) um durch den Prothesenkunststoff hindurch sichtbare Lichtreflexionen des Metalls zu vermeiden (Abb. 12, 13). Das Weichge-



Abbildung 19 OPG postoperativ
Figure 19 Post-op OPG

Intraoral welding

The modern intra-oral welding protocol is a refinement of the technique reported by *Mondani* [23] and *Hruska* [15]. The welding process is subdivided into three stages: preparation, welding and cooling.

Preparation stage: The two electrodes of the welding pincers are placed on either side of the bar and the abutment, both of which must be clean and free of any surface oxidation. The copper electrodes at the extremity of the pincers are gently put in contact with the parts to be welded and firm pressure is then applied. It is crucial to have complete contact between the curved bar and the welding abutment during the entire process. Firm and constant pressure must be applied to ensure a perfect joint between the parts to be welded. The presence of water or saliva does not compromise the quality of the welded joint. The surgical team and the patient must wear protective goggles during the whole process.

Welding stage: An electrical charge from a previously unloaded capacitor is transferred to the copper electrodes of the welding pincers. Electrical current supplied to the electrodes instantly raises the temperature of the two titanium components to fusion point. Welding is performed without the use of filler metal and takes 2–5 milliseconds to carry out.

Cooling stage: Thanks to the different thermal conductivity of the titanium parts (19) and copper electrodes (386), the process is carried out without producing any discomfort to the patient or damage to the surrounding tissue, as no perceptible heat is transmitted to the peri-implant area [10]. The copper electrodes dissipate all the heat that is generated. During this stage the titanium crystallizes, and therefore the bar and the abutment must be kept under firm pressure.

The framework created by welding the titanium bar to the implant abutments was removed and the passivity of the whole structure was checked with the Sheffield 1 screw-test. The framework was then sandblasted (Modulars 3, Silfradent, S. Sofia, Forli-Cesema, Italy) and opaqued (OVS 2 Opaker, Dentsply Trubyte, York, USA), to avoid metal light reflection through the acrylic resin (Fig. 12–13). The soft tissue was positioned around the abutments and sutured into place. The opaqued framework was repositioned in the oral cavity (Fig. 14) and the hollowed acrylic restoration was relined over the titanium framework with a small quantity of cold-cured acrylic. The correct vertical length was checked and estab-



Abbildung 20 OPG bei Nachuntersuchung nach 5 Jahren

Figure 20 5y follow up OPG

Fotos:

webe wurde um die Abutments gelegt und mit Nähten fixiert. Das mit Opaker beschichtete Gerüst wurde erneut eingegliedert (Abb. 14) und die an der Basis ausgehöhlte Kunststoffprothese über dem Titangerüst mit einer kleinen Menge autopolymerisierendem Kunststoff unterfüllt. Die korrekte vertikale Dimension wurde überprüft und anhand von im Gesicht vor der Operation aufgebrauchten Referenzpunkten eingestellt. Anschließend wurde die Restauration abgenommen und vollständig mit heiß-polymerisierendem Kunststoff aufgefüllt. Der Zahnersatz wurde ausgearbeitet, poliert und am gleichen Tag durch Anziehen der Befestigungsschrauben mit einem Drehmoment von 20 Ncm fixiert. Die Schraubenzugangsöffnungen wurden mit lighthärtendem Composite-Kunststoff verschlossen (Abb. 15–18). Die Patienten wurden angewiesen, sich über einen Zeitraum von vier Wochen nach dem chirurgischen Eingriff auf weiche Kost zu beschränken. Sie erhielten eine Anleitung zur Mundhygiene (Abb. 19–20).

Beobachtungen

- Erfolg der prothetischen Versorgung, definiert als Nichtvorhandensein von Frakturen in der Kunststoffsuprastruktur und den Schweißpunkten, selbst dann, wenn eines oder mehrere der den Zahnersatz tragenden Implantate entfernt wurden.
- Implantatüberleben [3], definiert als Nichtvorhandensein von Implantat-Beweglichkeit, periimplantärer Aufhellungen im Röntgenbild und von Schwellung oder Schmerz im Operationsbereich zum Zeitpunkt von Nachuntersuchungen.
- Implantaterfolg [3], definiert als Implantatüberleben mit einem marginalem Knochenverlust von weniger als 1 mm nach einem Jahr mit Belastung und danach nicht mehr als 0,2 mm Verlust zwischen jeweils zwei aufeinanderfolgenden Nachuntersuchungsterminen.
- Veränderungen des periimplantären marginalen Knochen-niveaus, definiert als Änderungen des Abstands zwischen der Ebene der Implantat-Plattform und dem am weitesten koronal liegenden Punkt des umgebenden Knochens, beurteilt anhand von Zahnfilmröntgenaufnahmen, angefertigt unter Verwendung eines individuellen Positionierungs-Jigs. Jede Zahnfilmröntgenaufnahme wurde mit einem Scanner digitalisiert (Epson Expression 1680 Pro, Epson Italien, Cinisello Balsamo, Mailand, Italien) und mit einem Messprogramm

lished using facial reference marks recorded prior to surgery. The restoration was then removed from the oral cavity and completely filled with heated pressure-processed acrylic. The restoration was trimmed, polished and screw-retained the same day by fastening the screws with 20 Ncm torque. Screw holes were closed with light-cured composite resin (Fig. 15,-18). Patients were instructed to have a soft diet for four weeks after surgery. Oral hygiene instructions were provided (Fig. 19–20).

Observations

- Restoration success, defined as absence of fractures in both the acrylic superstructure and the welding joints, even if one or more implants supporting the restoration has been removed.
- Implant survival [3], defined as absence of implant mobility, periimplant radiolucency, swelling or pain in the surgical site at time of follow-up examinations.
- Implant success [3], as implant survival plus marginal bone loss inferior to 1 mm after one year of load and no more than 0.2 mm of loss between each follow-up after the first year of function.
- Changes in marginal peri-implant bone level defined as modification of the distance between the implant platform plane and the highest coronal point of the supporting bone, assessed by using periapical radiographs taken with a customized positioning jig. Each periapical X-ray was digitized with a scanner (Epson Expression 1680 Pro, Epson Italia, Cinisello Balsamo, Milano, Italy) and analyzed with measurement software (Meazure 2.0 build 158, C Thing Software, Sunnyvale, CA, USA) employing the Jaffin et al. [17] protocol, using platform height and implant length as double cross references.
- Level of marginal gingiva health assessed at the six months follow-up with mesial and distal probing depth measurements taken using a pressure of 0.15 N and frequency of bleeding on probing.
- Biological and technical complications.
Periapical X-rays were taken at:
 - T0: after surgery and fitting of the immediate final restoration
 - T1: final restoration follow-up after six months of full occlusal loading
 - T2: final restoration follow-up after one year of full occlusal loading
 - T3: final restoration follow-up after two years of full occlusal loading
 - T4: final restoration follow-up after three years of full occlusal loading
 - T5: final restoration follow-up after four years of full occlusal loading
 - T6: final restoration follow-up after five years of full occlusal loading

(Measure 2.0, build 158, C Thing Software, Sunnyvale, Kalifornien, USA) gemäß Vorgehensweise nach Jaffin et al. [17] ausgewertet, bei der Plattformhöhe und Implantatlänge als Bezugswerte zur doppelten Überprüfung dienen.

- Gesundheitszustand der marginalen Gingiva, beurteilt bei der Nachuntersuchung nach sechs Monaten mit mesialer und distaler Messung der Sondierungstiefe unter Anwendung eines Drucks von 0,15 N und der Häufigkeit von Sondierungsblutungen.
- Biologische und technische Komplikationen.
Zahnfilmröntgenaufnahmen wurden zu folgenden Zeitpunkten angefertigt:
 - T0: nach operativer Implantat-Insertion und Eingliederung des definitiven Immediat-Zahnersatzes.
 - T1: Nachkontrolle der definitiven Zahnersatzversorgung nach sechs Monaten mit voller Kaubelastung
 - T2: Nachkontrolle der definitiven Zahnersatzversorgung nach einem Jahr mit voller Kaubelastung.
 - T3: Nachkontrolle der definitiven Zahnersatzversorgung nach zwei Jahren mit voller Kaubelastung.
 - T4: Nachkontrolle der definitiven Zahnersatzversorgung nach drei Jahren mit voller Kaubelastung.
 - T5: Nachkontrolle der definitiven Zahnersatzversorgung nach vier Jahren mit voller Kaubelastung.
 - T6: Nachkontrolle der definitiven Zahnersatzversorgung nach fünf Jahren mit voller Kaubelastung.

Ergebnisse

Achtzig Patienten in gutem allgemeinem Gesundheitszustand wurden von Januar 2006 bis Juni 2007 aufeinanderfolgend in die Studie eingeschlossen. Das durchschnittliche Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Implantatinsertion betrug $58,1 \pm 16,8$ Jahre ($n = 80$). Jeder von ihnen wurde mit feststehendem Zahnersatz versorgt, der auf Implantaten fixiert wurde, die entweder im unbezahnnten Oberkiefer oder im unbezahnnten Unterkiefer inseriert wurden.

Die durchschnittlichen Werte für Eindrehmoment und ISQ bei Insertion sind in Tabelle 1 aufgeführt. 317 von 320 (99,06 %) der Implantate osseointegrierten und erschienen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nach sechs Monaten klinisch stabil.

Die röntgenologischen Beurteilungen und die Messwerte für die Sondierungstiefe sind in den Tabellen 2 und 3 zusammengefasst.

Vergleichbare biologische Frühkomplikationen wurden bei drei Patienten dokumentiert, die vier Wochen, bzw. fünf und acht Wochen nach der Operation über Schwellung, Beschwerden und Schmerz im Operationsbereich klagten. Die Restaurationen wurden dann jeweils vorsichtig entfernt und eine Beweglichkeit eines Implantats festgestellt. Das bewegliche Implantat wurde als Misserfolg eingestuft und entfernt. Der Zahnersatz wurde mit lichthärtendem Composite-Kunststoff angepasst, poliert und am gleichen Tag wieder mit den Befestigungsschrauben fixiert. Der Patient wurde dann einer Antibiotikatherapie unterzogen und erhielt über einen Zeitraum von fünf Tagen zweimal täglich jeweils 500 mg eines Beta-Lactam-Antibiotikums (Amoxicillin, Pfizer Manufacturing, Puurs, Belgien). Die biologischen Komplikationen sind in Tabelle 4 zusammenfassend dargestellt.

	Oberkiefer	Unterkiefer
	Maxilla	Mandible
Drehmoment (Ncm)	32,1 ± 5,2	38,9 ± 9,7
Torque (Ncm)	32.1 (SD 5.2)	38.9 (SD 9.7)
ISQ (T0, Insertion)	71,1 ± 5,1	70,8 ± 7,1
ISQ (T0, surgery)	71.1 (SD 5.1)	70.8 (SD 7.1)
ISQ (T1, 6 Monate)	75,2 ± 7,1	79,1 ± 9,4
ISQ (T1, 6 months)	75.2 (SD 7.1)	79.1 (SD 9.4)

Tabelle 1 Durchschnittliches Eindrehmoment bei Insertion und ISQ-Werte

Tabelle 1 Average insertion torque and ISQ values.

Results

Eighty patients in good medical health were consecutively included in this study between January 2006 and June 2007. The mean age of the patients at the time of the surgery was 58.1 years (SD = 16.8; $n = 80$). Each of them received a fixed restoration that was attached to dental implants placed in either an edentulous maxilla or edentulous mandible. Average insertion torque and ISQ values are listed in Table 1. 317 of 320 (99.06 %) implants osseointegrated and appeared to be clinically stable at the 6 month follow-up. The radiographic evaluations and the probing depth measurements are summarized in Table 2 and 3. Similar early biological complications were recorded in three patients that reported swelling, discomfort and pain in the surgical site respectively four, five and eight weeks after surgery. The restorations were carefully removed and mobility of one implant was observed. The mobile implant was classified as failure and removed. The restoration was adapted with light-cured composite resin, polished and screw-retained the same day. The patient underwent an anti-microbial cycle, consisting of 500 mg Beta-lactam antibiotic (Amoxicillin, Pfizer Manufacturing, Puurs, Belgium) twice daily for five days. Biological complications are summarized in Table 4.

This study achieved a 96.25 % prosthetic success rate at the 60-month follow-up. Three patients (3.75 %) reported small fractures of the acrylic resin superstructure respectively 9, 17 and 45 months after surgery. The prosthesis were repaired with light-cured composite resin, polished and screw-retained the same day

Discussion

The interesting assessment already published [7, 8, 9] regarding the immediate rehabilitation of the edentulous patient using the intraoral welding approach were confirmed after a longer follow-up period by the results of our study. Hruska et al. [14] analyzed the long term success rate of 436 implants immobilized with an in-

Fälle im Oberkiefer			
Maxillary cases			
Nachuntersuchungszeitraum	Mittelwert	Standardabweichung	Median
Follow-up range	Mean	Standard deviation	Median
Zwischen T0 und T1	0,437 mm	0,179 mm	0,41 mm
From T0 to T1	0.437 mm	0.179	0.41
Zwischen T1 und T2	0,176 mm	0,108 mm	0,15 mm
From T1 to T2	0.176 mm	0.108	0.15
Zwischen T2 und T3	0,159 mm	0,172 mm	0,13 mm
From T2 to T3	0.159 mm	0.172	0.13
Zwischen T3 und T4	0,195 mm	0,183 mm	0,18 mm
From T3 to T4	0.195 mm	0.183	0.18
Zwischen T4 und T5	0,097 mm	0,108 mm	0,09 mm
From T4 to T5	0.097 mm	0.108	0.09
Zwischen T5 und T6	0,121 mm	0,238 mm	0,12 mm
From T5 to T6	0.121 mm	0.238	0.12
Zwischen T0 und T6	1,185 mm	0,572 mm	1,19 mm
From T0 to T6	1.185 mm	0.572	1.19
Fälle im Unterkiefer			
Mandible cases			
Nachuntersuchungszeitraum	Mittelwert	Standardabweichung	Median
Follow-up range	Mean	Standard deviation	Median
Zwischen T0 und T1	0,607 mm	0,138 mm	0,51 mm
From T0 to T1	0.607 mm	0.138	0.51
Zwischen T1 und T2	0,202 mm	0,192 mm	0,19 mm
From T1 to T2	0.202 mm	0.192	0.19
Zwischen T2 und T3	0,094 mm	0,114 mm	0,09 mm
From T2 to T3	0.094 mm	0.114	0.09
Zwischen T3 und T4	0,113 mm	0,102 mm	0,12 mm
From T3 to T4	0.113 mm	0.102	0.12
Zwischen T4 und T5	0,152 mm	0,219 mm	0,15 mm
From T4 to T5	0.152 mm	0.219	0.15
Zwischen T5 und T6	0,171 mm	0,236 mm	0,18 mm
From T5 to T6	0.171 mm	0.236	0.18
Zwischen T0 und T6	1,339 mm	0,791 mm	1,35 mm
From T0 to T4	1.339 mm	0.791	1.35

Tabelle 2 Mittlere gemessene Werte für den Knochenverlust

Tabelle 2 Mean measurements of bone loss pattern.

Im Rahmen dieser Studie wurde eine prothetische Erfolgsrate von 96.25 % zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nach 60 Monaten erreicht. Drei Patienten (3,75 %) berichteten 9 Monate, bzw. 17 und 45 Monate nach der Insertion über kleine Sprünge der Kunststoffsuprastruktur. Ihr Zahnersatz wurde jeweils mit lichthärtendem Composite-Kunststoff wiederhergestellt, poliert und am gleichen Tag wieder mit Befestigungsschrauben fixiert.

traoral welding machine. In this study, the intraoral welding technique was used only as a means of rigidly attaching the temporary splint, as the titanium wire was cut three months after surgery, the abutments were replaced and a new definitive gold and porcelain restoration was placed. After a five years follow-up, only three (0.7 %) implants failed. One failed after one year of loading because its neck fractured, and two failed between the second and the third year after surgery due to peri-implantitis.

Diskussion

Die bereits veröffentlichte [7, 8, 9], interessante Beurteilung hinsichtlich der Verwendung des Ansatzes des intraoralen Schweißens zur Sofortversorgung des zahnlosen Patienten wurde nach einer längeren Nachuntersuchungsphase durch die Ergebnisse der vorliegenden Studie bestätigt. *Hruska et al.* [14] untersuchten den Langzeiterfolg von 436 Implantaten, die mittels eines Geräts zum intraoralen Schweißen verblockt wurden. In der genannten Studie wurde das intraorale Schweißverfahren lediglich als Hilfsmittel eingesetzt, um die temporäre Schienung starr zu befestigen, der Titandraht wurde drei Monate postoperativ wieder entfernt, die Abutments ausgetauscht und eine neue Versorgung aus keramisch verblendeter Goldlegierung wurde eingesetzt. Nach fünf Jahren Nachuntersuchungszeit mussten lediglich drei Implantate als Misserfolge beurteilt werden. Eines versagte nach einem Jahr Belastung, indem der Hals frakturierte und zwei versagten zwischen zwei und drei Jahren postoperativ aufgrund einer Periimplantitis.

Ein wesentliches Anliegen bei der Entwicklung der Verfahrensweise zum intraoralen Schweißen stellte die Beständigkeit der geschweißten Verbindung dar. Die Schweißverbindung wurde in einer früheren Studie untersucht [7]. Sie beschrieb eine hervorragende mikrostrukturelle Qualität, bei 50.000-facher Vergrößerung konnten nur minimale Porositäten festgestellt werden. In dieser Studie wurden 116 Schweißverbindungen zwischen Abutment und Titansteg bei jedem Nachuntersuchungstermin überprüft und es war keinerlei Fraktur oder im Röntgenbild erkennbare Veränderung der geschweißten Primärstruktur nach zwölf Monaten mit funktioneller Belastung feststellbar.

Kürzlich untersuchten *Komiyama et al.* [19] die Ergebnisse mit sofort belasteten Implantaten, die in unbezahnten Kiefern nach computerunterstützter virtueller Behandlungsplanung in Verbindung mit geschlossenem Implantationsverfahren inseriert wurden. Die Autoren berichteten über häufigeres Auftreten von chirurgischen und technischen Komplikationen, als bei herkömmlichen Verfahrensweisen, solche Komplikationen traten in 42 % der behandelten Fälle auf. Passungengenauigkeiten der prothetischen Suprastruktur traten in fünf von 31 Fällen auf und machten bei zwei Patienten ein Auftrennen des Zahnersatzes erforderlich, um die Implantate unbelastet einheilen lassen zu können.

Implantatverluste führten zur Entfernung der Suprastruktur bei drei Patienten, die mit abnehmbaren Prothesen versorgt wurden. Bei 10 % der sofort eingegliederten fixierten Versorgungen wurden umfangreiche Veränderungen der Okklusion vorgenommen. Bei drei Patienten entwickelten sich röntgenologisch erkennbare Knochendefekte. Sie traten in zwei Fällen nach Führungsstift-Bohrungen im Oberkiefer und in einem anderen Fall mit stark atrophiertem Unterkiefer auf.

Yong und Moy [31] untersuchten die chirurgischen und prothetischen Komplikationen bei CAD/CAM-gestützter Implantatnavigation (NobelGuide, Nobel Biocare, Yorba Linda, Kalifornien, USA). Die Autoren berichteten über eine Gesamtmissersfolgsrate der Implantate von 9 %, knöcherner Interferenzen, die ein Einsetzen des Zahnersatzes in Endstellung verhinderten und Frakturen des Carbonfaser-Zahnersatzgerüsts

Das intraorale Schweißverfahren ermöglichte die direkte Herstellung eines präzisen und vollständig spannungsfreien

Fälle im Oberkiefer		
Maxillary cases		
Mittlere ST	Median	BOP
Mean PPD	Median	BOP
1,62 mm ± 0,39 mm	1,61 mm	18,9 %
1.62 mm (SD 0.39)	1.61	18.9%
Fälle im Unterkiefer		
Mandible cases		
Mittlere ST	Median	BOP
Mean PPD	Median	BOP
1,61 mm ± 0,34 mm	1,60 mm	15,1 %
1.61 mm (SD 0.34)	1.60	15.1%

Tabelle 3 Mittlere gemessene Werte für Sondierungstiefe (ST) und die Häufigkeit von Sondierungsblutungen

Tabelle 3 Mean measurements of pocket probing depth (PPD) and bleeding on probing frequency.

A major concern in the development of the intraoral welding protocol was the endurance of the welded joint. The structure of the welded joint was analyzed in a previous study [7], which reported excellent microstructural quality, with only minor porosity detected at 50,000x magnification. In this study, 116 welded joints between the abutment and the titanium bar were analyzed at every follow-up, and no fracture or radiographically detectable alteration of the welded substructure were evident after twelve months of functional loading.

Recently, *Komiyama et al.* [19] evaluated the outcome of immediately loaded implants installed in edentulous jaws following computer-assisted virtual treatment planning combined with flapless surgery. The authors reported higher occurrences of surgical and technical complications compared to conventional protocols since these complications occurred in 42 % of treated cases. Misfit of prosthetic superstructure appeared in five out of 31 cases, resulting in disconnection of the prosthesis in two patients where fixtures were left for unloaded healing. Fixture losses resulted in the removal of the superstructure in three patients, who were restored with removable dentures. Extensive adjustments of occlusion were made in 10 % of the immediately connected restorations. Radiographic bone defects developed in three patients after drilling, which appeared in two cases after guide anchor-pin drilling in the maxilla and another in a severely resorbed mandible.

Yong und Moy [31] evaluated the surgical and prosthetic complications of CAD/CAM-guided surgical implant placement (NobelGuide, Nobel Biocare, Yorba Linda, CA, USA). The authors reported an overall implant failure rate of 9 %, bony interference that prevented complete seating of the prostheses and fractures of the carbon fiber framework prosthesis.

The intraoral welding procedure allowed the direct creation of a precise and completely passive framework, without the need of any correction with luting agents [20] or additional components,

Geschlecht	Alter bei Insertion	Erfolgsloses Implantat	Insertionsbereich	Grund des Misserfolgs	Zeitpunkt des Misserfolgs
Gender	Age at surgery	Implant failed	Surgical site	Reason of failure	Time of failure
männlich	56	3,4 – 13 mm	erster Molar 26	Bewegliches Implantat – Keine Knochenintegration	4 Wochen nach Insertion
Male	56	3.4–13 mm	First molar 2.6	Mobile implant – failed to integrate	4 weeks after surgery
weiblich	61	3,8 – 13 mm	Eckzahn 33	Bewegliches Implantat – Keine Knochenintegration	5 Wochen nach Insertion
Female	61	3.8–13 mm	Cuspid 3.3	Mobile implant – failed to integrate	5 weeks after surgery
weiblich	51	3,4 – 11 mm	Seitlicher Schneidezahn 12	Bewegliches Implantat – Keine Knochenintegration	7 Wochen nach Insertion
Female	51	3.4–11 mm	Lateral incisor 1.2	Mobile implant – failed to integrate	7 weeks after surgery

Tabelle 4 Unerwünschte Ereignisse

Tabelle 4 Adverse events

Gerüsts ohne die Notwendigkeit einer Korrektur mit Befestigungsmaterialien [20] oder zusätzlicher Komponenten, wie sie häufig für mittels CAD/CAM angefertigte Gerüste erforderlich sind [17]. Es hat sich auch als zeit- und kostensparendes Verfahren erwiesen, da lediglich ein einfacher Titansteg, handelsübliche Prothesenzähne und Standard-Titan-Abutments benötigt werden. Bei Oberkiefer-Fällen sind die Knochen-Resorptionswerte vergleichbar mit denen von *Ibanez* et al. [16] beschriebenen und etwas geringer, als die von *van Steenberghe* et al. [29] beobachteten Werte. Der Zahnersatz wurde nur ein einziges Mal bei der Nachuntersuchung nach sechs Monaten zur Überprüfung der Osseointegration abgenommen. Dadurch werden wahrscheinlich mögliche Beschädigungen der periimplantären Gewebe vermindert und die Risiken eines Auftretens von Rezessionen und Knochenresorptionen minimiert [2].

Schlussfolgerungen

Ziel eines Protokolls zur Sofortbelastung ist die Verminderung der Anzahl chirurgischer Maßnahmen und die Verkleinerung des Zeitfensters zwischen der Operation zur Implantatinsertion und dem Eingliedern der Versorgung, ohne die Erfolgsaussichten der Implantate zu beeinträchtigen. Im Rahmen ihrer Beschränkungen hat die vorliegende Studie bestätigt, dass es ohne Gefährdung der Osseointegration möglich ist, den zahnlosen Patienten am Tag der chirurgischen Implantatinsertion mit definitivem festsitzendem Zahnersatz zu versorgen, der von einem intraoral verschweißten Titangerüst getragen wird.

Danksagung: Die Autoren möchten sich bei Herrn Gianluca Sighinolfi, Zahntechniker für seine unschätzbare technische Unterstützung bedanken.

such as those often necessary for CAD/CAM manufactured frameworks [17]¹⁷. It also proved to be time and cost effective, as it employs only a simple titanium bar, commercially available denture teeth and standard titanium abutments. In the maxillary cases, the bone resorption pattern is similar to that reported by *Ibanez* et al. [16] and slightly lower than that observed by *van Steenberghe* et al. [29]. The prosthesis were removed only once at the six month follow-up to verify the osseointegration, thus probably reducing the possible damage to the peri-implant tissue and diminishing the risks of recession and bone resorption [2].

Conclusions

The goal of an immediate loading protocol is to reduce the number of surgical procedures and to shorten the time frame between surgery and restoration placement without compromising the implant success rate. Within its limitations, this study has confirmed that it is possible to successfully rehabilitate the edentulous patient on the same day as implant placement with a definitive fixed restoration supported by an intraoral welded titanium framework without jeopardizing osseointegration.

Acknowledgments: The authors would like to thank Mr. Gianluca Sighinolfi, dental technician, for his invaluable technical support.

Korrespondenzadresse

Dr. Marco Degidi, M.D., D.D.S.
 Via Spina 12
 40139 Bologna, Italien
 E-mail: info@degidi.it

Literatur

1. Aalam AA, Nowzari H, Krivitsky A: Functional restoration of implants on the day of surgical placement in the fully edentulous mandible: a case series. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005; 7:10–16
2. Abrahamsson I, Berglundh T, Sekino S, Lindhe J: Tissue reactions to abutment shift: an experimental study in dogs. *Clin Impl Dent Relat Res* 2003;5:82–88
3. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR: The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986; 1:11–25
4. Branemark P-I, Engstrand P, Ohnrel LO et al.: Branemark Novum: a new treatment concept for rehabilitation of the edentulous mandible. Preliminary results from a prospective clinical follow-up study. *Clin Implant Dent Relat Res* 1999;1:2–16
5. Capelli M, Zuffetti F, Del Fabbro M, Tesori T: Immediate rehabilitation of the completely edentulous jaw with fixed prostheses supported by either upright or tilted implants: a multicenter clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:639–644
6. De Bruyn H, Van de Velde T, Collaert B: Immediate functional loading of TiO-blast dental implants in full-arch edentulous mandibles: a 3-year prospective study. *Clin Oral Implants Res* 2008; 19:717–723
7. Degidi M, Gehrke P, Spanel A, Piattelli A: Syncrystallization: a technique for temporization of immediately loaded implants with metal-reinforced acrylic resin restorations. *Clin Impl Dent Relat Res* 2006;8:123–134
8. Degidi M, Nardi D, Piattelli A: Immediate loading of the edentulous maxilla with a final restoration supported by an intraoral welded titanium bar: a case series of 20 consecutive cases. *J Periodontol* 2008;79:2207–2213
9. Degidi M, Nardi D, Piattelli A: Immediate rehabilitation of the edentulous mandible with a definitive prosthesis supported by an intraorally welded titanium bar. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:342–347
10. Degidi M, Nardi D, Sighinolfi G, Merla A, Piattelli A: In vitro infrared thermography assessment of temperature peaks during the intra-oral welding of titanium abutments. *Infrared Physics & Technology* 2012;55:279–283
11. Douglass CW, Shih A, Ostry L: Will there be a need for complete dentures in the United States in 2020?. *J Prosthet Dent* 2002;87:5–8
12. Friberg B, Henningsson C, Jemt T: Rehabilitation of edentulous mandibles by means of turned Brånemark System implants after one-stage surgery: a 1-year retrospective study of 152 patients. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;7:1–9
13. Grunder U: Immediate functional loading of immediate implants in edentulous arches: two-year results. *Int J Periodontics Rest Dent* 2001;21:545–551
14. Hruska A, Borelli P, Bordanaro AC, Marzaduri E, Hruska KL: Immediate loading implants: a clinical report of 1301 implants. *J Oral Implantol* 2002;28: 200–209
15. Hruska AR: Intraoral welding of pure titanium. *Quintessence Int* 1987;18: 683–688
16. Ibañez JC, Tahhan MJ, Zamar JA et al.: Immediate occlusal loading of double acid-etched surface titanium implants in 41 consecutive full-arch cases in the mandible and maxilla: 6- to 74-month results. *J Periodontol* 2005;76: 1972–1981
17. Jaffin RA, Kolesar M, Kumar A, Ishikawa S, Fiorellini J: The radiographic bone loss pattern adjacent to immediately placed, immediately loaded implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007; 22:187–194
18. Klee de Vasconcellos D, Bottino MA, Saad PA, Faloppa FF: A new device in immediately loaded implant treatment in the edentulous mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:615–622
19. Komiyama A, Klinge B, Hultin M: Treatment outcome of immediately loaded implants installed in edentulous jaws following computer-assisted virtual treatment planning and flapless surgery. *Clin Oral Implants Res* 2008;19: 677–685
20. Longoni S, Sartori M, Ariello F et al.: Passive definitive fit of bar-supported implant overdentures. *Implant Dent* 2006;15:129–134
21. Maló P, Nobre Mde A, Petersson U, Wigen S: A pilot study of complete edentulous rehabilitation with immediate function using a new implant design: case series. *Clin Implant Dent Relat Res* 2006;8:223–232
22. Misch CE, Degidi M: Five-year prospective study of immediate/early loading of fixed prostheses in completely edentulous jaws with a bone quality-based implant system. *Clin Impl Dent Relat Res* 2003;5:17–28
23. Mondani PL, Mondani PM: The Pierliugi Mondani intraoral electric solder. Principles of development and explanation of the solder using syncrystallization. *Riv Odontostomatol Implantoprotesi* 1982;4:28–32
24. Olsson M, Urde G, Andersen J, Sennerby L: Early loading of maxillary fixed cross-arch dental prostheses supported by six or eight oxidized titanium implants: results after 1 year of loading, case series. *Clin Impl Dent Relat Res* 2003;5:81–87
25. Ostman PO, Hellman M, Sennerby L: Direct implant loading in the edentulous maxilla using a bone density-adapted surgical protocol and primary implant stability criteria for inclusion. *Clin Impl Dent Relat Res* 2005;7(1 suppl):S60–69
26. Salama H, Rose LF, Salama M, Betts NJ: Immediate loading of bilaterally splinted titanium root-form implants in fixed prosthodontics – a technique reexamined: two case reports. *Int J Periodontics Rest Dent* 1995;15:344–361
27. Tarnow DP, Emtiaz S, Classi A: Immediate loading of threaded implants at stage 1 surgery in edentulous arches: ten consecutive case reports with 1- to 5-year data. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:319–324
28. Tealdo T, Bevilacqua M, Pera F et al.: Immediate function with fixed implant-supported maxillary dentures: a 12-month pilot study. *J Prosthet Dent* 2008;99:351–360
29. van Steenberghe D, Glauser R, Blombäck U et al.: A computed tomographic scan-derived customized surgical template and fixed prosthesis for flapless surgery and immediate loading of implants in fully edentulous maxillae: a prospective multicenter study. *Clin Impl Dent Relat Res* 2005;7(1 suppl): S111–120
30. van Steenberghe D, Molly L, Jacobs R, Vandekerckhove B, Quirynen M, Naert I: The immediate rehabilitation by means of a ready-made final fixed prosthesis in the edentulous mandible: a 1-year follow-up study on 50 consecutive patients. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15:360–365
31. Yong LT, Moy PK: Complications of computer-aided-design/computer-aided-machining-guided (NobelGuide) surgical implant placement: an evaluation of early clinical results. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008;10:123–127