

E. Nkenke¹, H. Schliephake²

Sofortbelastung und Sofortversorgung von Implantaten: Indikationen und Überlebensraten

Es war das Ziel der Studie, anhand einer Literaturanalyse zu bewerten, wie die Überlebensrate von sofort-belasteten Implantaten im Vergleich zu Implantaten, die nach unbelasteter Einheilphase belastet wurden, einzuschätzen ist.

Die Literaturrecherche erfolgte zunächst elektronisch. Dazu wurden die Datenbanken Medline und Embase für die Jahre 1966 bis 2006 durchsucht. Als Schlüsselwörter wurden dental implant, delayed loading, immediate loading, immediate restoration, mandible, maxilla, edentulous, oral implant, partially dentate, single-tooth in verschiedenen Kombinationen verwendet.

Die Ergebnisse der Literaturanalyse zeigen, dass für die Sofortbelastung von Implantaten derzeit Evidenz auf dem Niveau prospektiver, randomisierter, kontrollierter Studien besteht, dass auf diese Weise Implantatüberlebensraten erzielt werden können, die mit denen übereinstimmen, die nach einer unbelasteten Einheilphase erreicht werden. Diese Ergebnisse zeigen sich sowohl im Ober- und Unterkiefer in zahnlosen und teilbezahnten Situationen. Die niedrigste Überlebensrate nach zwölf Monaten ergab sich mit 81,2 % für die Sofortbelastung von Einzelzahnimplantaten im Oberkiefer. Bei allen anderen Indikationen lag die Überlebensrate über 95 % nach zwölf Monaten.

Die Literaturanalyse zeigt, dass sich die Sofortbelastung von Implantaten in allen Indikationen bewährt hat. Zukünftig muss es das Ziel sein, valide Kriterien für die Patientenselektion für die Sofortbelastung herauszuarbeiten.

Schlüsselwörter: Implantat, Sofortbelastung, Sofortversorgung, unbelastete Einheilung

Immediate loading and immediate restoration of oral implants: indications and survival rates

Based on an analysis of the current literature, the aim of the study was to compare the survival rate of immediately loaded implants with implants loaded after an unloaded healing period.

The literature search was performed electronically. Medline and Embase were searched from 1966 to 2006. The keywords were dental implant, delayed loading, immediate loading, immediate restoration, mandible, maxilla, edentulous, oral implant, partially dentate and single-tooth in different combinations.

The results of the literature analysis show that there is evidence based on prospective randomised controlled clinical trials that immediate loading of dental implants yields survival rates that are comparable to those of implants which are loaded after an unloaded healing period. These results are found in the mandible as well as in the maxilla and in edentulous, partially dentate and single-tooth situations. The lowest survival rate for immediate loading was 81.2 %, found after twelve months for single-tooth situations in the maxilla. For the remaining situations the survival rate exceeded 95 % after twelve months.

The analysis of the literature shows that immediate loading is well established in implant dentistry for all indications. In the future it will be important to define valid criteria that allow safe patient selection for immediate loading.

Keywords: Immediate loading, immediate restoration, dental implant, unloaded healing

¹ Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgische Klinik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen

² Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universität Göttingen, Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen

¹ Department of Oral and Maxillofacial Surgery, University Hospital of Erlangen

² Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Georg August University, Göttingen

Übersetzung: LinguaDent

Indikation zur Implantatinsertion Indication for implant insertion	Implantatüberlebensrate (%) Implant survival rate (%)	Beobachtungszeitraum (Monate) Follow-up period (months)
Unbezahnter Unterkiefer Edentulous mandible	96–100	12–96
Unbezahnter Oberkiefer Edentulous maxilla	83,3–100	12–84
Teilbezahnter Unterkiefer, mehr als ein Zahn fehlend Partially dentate mandible, more than one tooth missing	91,3–100	12–84
Teilbezahnter Oberkiefer, mehr als ein Zahn fehlend Partially dentate maxilla, more than one tooth missing	90–100	12–84
Teilbezahnter Unterkiefer, ein Zahn fehlend Partially dentate mandible, one tooth missing	96,7–100	12–48
Teilbezahnter Oberkiefer, ein Zahn fehlend Partially dentate maxilla, one tooth missing	81,2–100	12–60

Tabelle 1 Implantatüberlebensraten bei Sofortbelastung bzw. Sofortversorgung.

Table 1 Implant survival rates in immediate loading and immediate restoration.

(Tab. 1: E. Nkenke, H. Schliephake)

1 Hintergrund

In der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde ist der Einsatz dentaler Implantate heute ein fest etabliertes Verfahren zur kaufunktionellen Rehabilitation unbezahnter Kieferabschnitte. Bei Nachbeobachtungszeiträumen von mehr als fünf Jahren sind Erfolgsraten von über 95 % beschrieben worden [6]. Aus empirischen Erwägungen wurde für die Implantate dafür meist eine Einheilzeit von drei Monaten im Unterkiefer und sechs Monaten im Oberkiefer veranschlagt [5]. Parallel dazu hat sich jedoch frühzeitig das konkurrierende Verfahren der Sofortbelastung von schraubenförmigen Implantaten entwickelt [18, 27]. Für die Differentialindikationen der Implantatbelastung nach einer unbelasteten Einheilphase, als Sofortbelastung und unter dem zusätzlichen Aspekt der Sofortversorgung sollen die wesentlichen Erkenntnisse aus der Literatur zusammengetragen werden.

2 Definition von Sofortbelastung und Sofortversorgung

Bei der Implantologie im Zahn-, Mund- und Kieferbereich wird von Sofortbelastung gesprochen, wenn Implantate innerhalb von 72 Stunden nach ihrer Insertion mit einer Suprakonstruktion versorgt werden und diese Okklusionskontakte mit den Antagonisten aufweist [3, 14]. Bei der Sofortversorgung wird ebenfalls eine Suprakonstruktion im direkten Anschluss an die Implantatinsertion eingebracht. Okklusionskontakte zur Gegenzahnreihe bestehen jedoch nicht [10]. Die Sofortversorgung ohne Belastung wird besonders in der ästhetischen Zone in Form provisorischer Versorgungen eingesetzt.

1 Background

In dentistry and oromaxillofacial medicine, the use of dental implants is today a firmly established method of functional masticatory rehabilitation of edentulous segments of the jaws. Success rates of over 95 % have been described with follow-up observation periods of over five years [6]. From empirical considerations, it was usually estimated that implant healing periods of three months were required in the mandible and six months in the maxilla [5]. However, the competing procedure of immediate loading of screw-retained implants soon developed in parallel with this [18, 27]. The essential information in the literature on the different indications for implant loading after an unloaded healing period, immediate loading and the additional aspect of immediate restoration was collated.

2 Definition of immediate loading and immediate restoration

Immediate loading of oral implants is defined as a situation where the superstructure is attached to the implant within 72 hours of insertion and makes occlusion contact with the antagonist [3, 14]. In immediate restoration, likewise, a superstructure is attached directly after implant insertion. However, there is as yet no occlusion contact with the opposing teeth [10]. Immediate restoration without loading is employed especially in the aesthetic area in the form of provisional restorations.

3 Mögliche Indikationen für Sofortbelastung und Sofortversorgung

Das Prinzip der Sofortbelastung bzw. Sofortversorgung findet heute sowohl im Unter- als auch im Oberkiefer Anwendung. Unbezahnte Kiefer werden in das Indikationsspektrum genauso mit einbezogen wie Einzelzahnlücken oder teilbezahnte Kiefer mit mehr als einem fehlenden Zahn.

4 Fragestellung bei der Durchführung der Literaturanalyse

Anhand einer Analyse der verfügbaren Literatur zur Sofortbelastung und Sofortversorgung von Implantaten im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich soll geklärt werden, ob diese Vorgehensweise zu Implantatüberlebensraten führt, die mit der Implantatüberlebensrate von Implantaten vergleichbar sind, die nach konventionellen Einheilzeiten von drei Monaten im Unterkiefer und sechs Monaten im Oberkiefer belastet wurden. Die Darstellung der Überlebensraten erfolgt separat für die verschiedenen Indikationen zur Sofortbelastung und Sofortversorgung, die in Abschnitt 6 aufgeschlüsselt sind.

5 Ein- und Ausschlusskriterien für Literaturstellen

Elektronisch über die Datenbanken „PubMed“ und „EMBASE“ (Schlüsselwörter: dental implant, oral implant, immediate loading, immediate non functional loading, immediate provisionalization) und händisch wurden Fachzeitschriften (British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Clinical Implant Dentistry and Related Research, Clinical Oral Implants Research, Dental Clinics of North America, Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift, Implant Dentistry, International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry, International Journal of Prosthodontics, Journal of Clinical Periodontology, Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, Journal of Oral Implantology, Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Journal of Periodontology, Journal of Prosthetic Dentistry, Journal of the American Dental Association, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology, Periodontology 2000, Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery, International Journal of Oral & Maxillofacial Implants und Zeitschrift für Zahnärztliche Implantologie) in Bezug auf relevante Literaturstellen überprüft. Arbeiten wurden in die weitere Analyse eingeschlossen, wenn sie folgende Kriterien aufwiesen:

- Klinische Studie
- Prospektives Studiendesign
- Rotationssymmetrische Implantate
- Sofortbelastung und Sofortversorgung im Sinne der vorgegebenen Definition
- Mindestpatientenzahl „5“ in der Testgruppe
- Nachbeobachtungszeitraum mindestens zwölf Monate
- Zuordnung verlorener Implantate zum Ober- oder Unterkiefer und zu unbezahnter oder teilbezahnter Situation
- Keine Verwendung von provisorischen, kieferorthopädischen und Jochbeinimplantaten

3 Possible indications for immediate loading and immediate restoration

The principle of immediate loading and immediate restoration is employed today in both the mandible and maxilla. Edentulous jaws are included in the range of indications just as readily as single-tooth gaps or partially dentate jaws with more than one missing tooth.

4 Objective of the literature analysis

The available literature on immediate loading and immediate restoration of implants in the oral and maxillofacial area was analysed in order to establish whether this procedure leads to implant survival rates that are comparable with implants loaded after conventional healing periods of three months in the mandible and six months in the maxilla. The survival rates for immediate loading and immediate restoration are shown separately for the different indications broken down in section 6.

5 Inclusion and exclusion criteria for literature references

Relevant references were examined electronically via the “PubMed” and “EMBASE” databases (keywords: dental implant, oral implant, immediate loading, immediate non-functional loading, immediate provisionalization) and manually in the following journals: British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Clinical Implant Dentistry and Related Research, Clinical Oral Implants Research, Dental Clinics of North America, Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift, Implant Dentistry, International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry, International Journal of Prosthodontics, Journal of Clinical Periodontology, Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, Journal of Oral Implantology, Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Journal of Periodontology, Journal of Prosthetic Dentistry, Journal of the American Dental Association, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology, Periodontology 2000, Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery, International Journal of Oral & Maxillofacial Implants and Zeitschrift für Zahnärztliche Implantologie. Studies were included in further analysis if they met the following criteria:

- Clinical trial
- Prospective study design
- Rotationally symmetrical implants
- Immediate loading and immediate restoration according to the above definition
- Minimum patient number of “5” in the test group
- Follow-up period of at least twelve months
- Classification of lost implants to the maxilla or mandible and to an edentulous or partially dentate situation
- No use of provisional, orthodontic and malar implants

- Keine Kombination von sofortbelasteten und konventionell eingehheilten Implantaten unter derselben Suprakonstruktion. Wenn Studien Ober- und Unterkieferdaten oder Daten für unbezahnte und teilbezahnte Situationen kombinierten, wurden diese bei der Literaturanalyse getrennt dargestellt. Ausgeschlossen wurden Fallberichte und retrospektive Studien.

6 Einordnung von Sofortbelastung und Sofortversorgung im Rahmen der evidenz-basierten Medizin

Um entscheiden zu können, ob Sofortversorgung und Sofortbelastung Implantatüberlebensraten liefern, die mit der von Implantaten vergleichbar sind, die nach konventionellen Einheilzeiten von drei Monaten im Unterkiefer und sechs Monaten im Oberkiefer einer kaufunktionellen Belastung ausgesetzt wurden, erfolgte für die verschiedenen Indikationen der Sofortbelastung und Sofortversorgung eine Strukturierung der Literaturstellen in Abhängigkeit von ihrem Evidenzlevel. Randomisierte kontrollierte Studien werden deshalb immer vor nicht randomisierten kontrollierten Studien und nicht kontrollierten prospektiven Studien genannt.

6.1 Unbezahnter Unterkiefer

Für die Sofortbelastung von Implantaten im interforaminären Bereich des zahnlosen Unterkiefers über eine Stegversorgung sind zwei randomisierte kontrollierte Studien verfügbar, bei denen sich für einen Nachuntersuchungszeitraum von bis zu 24 Monaten kein Unterschied für die Implantatüberlebensrate ergibt [11, 35]. Diese liegt sowohl für Implantate mit glatten als auch rauen Oberflächen bei mindestens 97,5 %. Eine Vielzahl von prospektiven Studien zur Sofortbelastung mit rauen Implantatoberflächen ohne Kontrollgruppe führt zu Überlebensraten, die bei Nachuntersuchungszeiträumen zwischen zwölf und 96 Monaten bei 96 bis 100 % angesiedelt sind [12, 13, 16, 19–21, 23, 24, 30, 36–39] (Tab. 1).

6.2 Unbezahnter Oberkiefer

Die Sofortbelastung von Implantaten im zahnlosen Oberkiefer hat sich in einer kontrollierten Studie ohne Randomisierung gegenüber der kaufunktionellen Implantatbelastung nach sechs Monaten Einheilzeit als gleichwertig gezeigt [31]. Dabei wurden festsitzende Suprakonstruktionen verwendet. In einem Nachuntersuchungszeitraum von zwölf bis 36 Monaten lag die Implantatüberlebensrate der Testgruppe bei 99,6 % während sie in der Kontrollgruppe bei 100 % lag. Prospektive Studien ohne Kontrollgruppe zur Sofortbelastung im Oberkiefer, die Nachbeobachtungszeiträume zwischen zwölf und 84 Monaten aufweisen, zeigen Implantatüberlebensraten, die von 100 % für den 1-Jahreszeitraum bis 83,3 % für sieben Jahre reichen [4, 16, 23–25, 30, 39, 40] (Tab. 1).

6.3 Teilbezahnter Unterkiefer mit mehr als einem fehlenden Zahn

Eine kontrollierte Studie, die nicht randomisiert angelegt ist, beschäftigt sich mit der Sofortbelastung von Implantaten im

- No combination of immediately loaded and conventionally healed implants under the same superstructure.

If studies combined maxillary and mandibular data or data on edentulous and partially dentate situations, these were shown separately in the literature analysis. Case reports and retrospective studies were excluded.

6 Order of immediate loading and immediate restoration in the hierarchy of evidence-based medicine

In order to decide whether immediate restoration und immediate loading deliver implant survival rates comparable with those of implants that are exposed to functional loading after conventional healing periods of three months in the mandible and six months in the maxilla, the literature references for the different indications of immediate loading und immediate restoration were structured depending on their evidence level. Randomised controlled trials were therefore always listed before nonrandomised controlled trials and noncontrolled prospective studies.

6.1 Edentulous mandible

Two randomised controlled studies of immediate loading of implants in the interforaminal region of the edentulous mandible via a bar restoration found no difference in implant survival rate with a follow-up period of up to 24 months [11, 35]. This is at least 97.5 % for implants with both smooth and rough surfaces. A number of prospective studies of immediate loading with rough implant surfaces and without a control group leads to survival rates of 96 to 100 % after follow-up periods between twelve and 96 months [12, 13, 16, 19–21, 23, 24, 30, 36–39] (Tab. 1).

6.2 Edentulous maxilla

Immediate loading of implants in the edentulous maxilla proved to be equal to functional implant loading after a six-month healing period in a nonrandomised controlled study [31]. Fixed superstructures were used. In a follow-up period of twelve to 36 months, the implant survival rate in the test group was 99.6 % whereas it was 100 % in the control group. Prospective studies of immediate loading in the maxilla without a control group and with follow-up periods between twelve and 84 months show implant survival rates ranging from 100 % at one year to 83.3 % at seven years [4, 16, 23–25, 30, 39, 40] (Tab. 1).

6.3 Partially dentate mandible with more than one missing tooth

One controlled study that was not randomised deals with the immediate loading of implants in the partially dentate man-

teilbezahnten Unterkiefer bei mehr als einem fehlenden Zahn [9]. Es wurden festsitzende Suprakonstruktionen eingebracht. Während des Nachuntersuchungszeitraumes von 24 Monaten ergab sich bei Implantatüberlebensraten von 100 % für die Testgruppe und 95,7 % für die Kontrollgruppe kein relevanter Unterschied. Weitere prospektive Studien zur Sofortbelastung im teilbezahnten Unterkiefer ohne Kontrollgruppe lieferten Implantatüberlebensraten zwischen 100 % (Nachuntersuchungszeitraum 12–48 Monate) und 91,3 % (Nachuntersuchungszeitraum 84 Monate) [16, 20, 30] (Tab. 1).

6.4 Teilbezahnter Oberkiefer mit mehr als einem fehlenden Zahn

Für den teilbezahnten Oberkiefer liegt ebenfalls eine kontrollierte, nicht randomisierte Studie zur Sofortbelastung vor [9]. Es wurden festsitzende Suprakonstruktionen verwendet. Im Nachuntersuchungszeitraum von 24 Monaten ging weder in der Versuchs- noch in der Kontrollgruppe ein Implantat verloren, so dass die die Implantatüberlebensrate 100 % betrug. Die verfügbaren prospektiven Studien ohne Kontrollgruppe ergaben Implantatüberlebensraten zwischen 100 % nach zwölf Monaten und 90 % nach 84 Monaten [7, 16, 20, 30] (Tab. 1).

6.5 Einzelzahnücke im Unterkiefer

Für die Einzelzahnücke im Unterkiefer konnte in kontrollierten Studien ohne Randomisierung gezeigt werden, dass hier ebenfalls eine Sofortbelastung ohne Einfluss auf die Überlebensrate der Implantate möglich ist [9,17]. Sowohl für die Versuchs- als auch für die Testgruppen betrug die Implantatüberlebensrate bis zu einem Nachuntersuchungszeitraum von 24 Monaten 100 %. Ergänzende prospektive Studien lieferten bei Nachbeobachtungszeiträumen von zwölf bis 48 Monaten Überlebensraten von 96,7 bis 100 % [1, 15, 20, 29, 30] (Tab. 1).

6.6 Einzelzahnücke im Oberkiefer

Auch die Einzelzahnücke im Oberkiefer ist in Bezug auf die Sofortbelastung von Implantaten in kontrollierten, jedoch nicht randomisierten Studien untersucht worden [9, 17]. Die Erfolgsraten schwankten für die sofortbelasteten Implantate bei Nachuntersuchungszeiträumen von zwölf bis 24 Monaten zwischen 81,2 % und 100 %, während die Implantate, die unbelastet eingeeilt waren, in beiden Studien jeweils eine Überlebensrate von 100 % aufwiesen.

Mehrere prospektive Studien, die teilweise eine Sofortbelastung der Einzelzahnimplantate untersuchten oder sich auf die Sofortversorgung dieser Implantate bezogen, haben ergeben, dass mit einer Implantatüberlebensrate von 96,7 % bis 100 % bei Nachuntersuchungszeiträumen zwischen zwölf und 60 Monaten gerechnet werden kann [1, 2, 15, 20, 22, 26, 29, 30, 33, 34, 41] (Tab. 1).

dible when more than one tooth is missing [9]. Fixed superstructures were attached. During the 24-month follow-up period there was no significant difference with implant survival rates of 100 % for the test group and 95.7 % for the control group. Other prospective studies of immediate loading in the partially dentate mandible without a control group delivered implant survival rates between 100 % (follow-up period of 12–48 months) and 91.3 % (follow-up period 84 months) [16, 20, 30] (Tab. 1).

6.4 Partially dentate maxilla with more than one missing tooth

For the partially dentate maxilla too, there is one controlled nonrandomised study of immediate loading [9]. Fixed superstructures were used. In the follow-up period of 24 months, no implant was lost in either the experimental or control group so that the implant survival rate was 100 %. The available prospective studies without a control group yielded implant survival rates between 100 % after twelve months and 90 % after 84 months [7, 16, 20, 30] (Tab. 1).

6.5 Single tooth missing in the mandible

Controlled studies without randomisation showed that immediate loading is also possible for single-tooth gaps in the mandible without any effect on the implant survival rate [9, 17]. For both the experimental and control groups, the implant survival rate was 100 % up to a follow-up period of 24 months. Additional prospective studies yielded survival rates of 96.7 % to 100 % with follow-up periods of twelve to 48 months [1, 15, 20, 29, 30] (Tab. 1).

6.6 Single tooth missing in the maxilla

Single-tooth gaps in the maxilla have also been investigated with regard to immediate implant loading in controlled but nonrandomised trials [9, 17]. The success rates for the immediately loaded implants varied between 81.2 % and 100 % at follow-up periods of twelve to 24 months whereas the implants that underwent unloaded healing had a survival rate of 100 % in both studies.

Several prospective studies, that investigated immediate loading of single-tooth implants or referred to the immediate restoration of these implants showed that an implant survival rate of 96.7 % to 100 % can be expected with follow-up periods between twelve and 60 months [1, 2, 15, 20, 22, 26, 29, 30, 33, 34, 41] (Tab. 1).

6.7 Ergebnisse kontrollierter Studien zu Sofortbelastung und Sofortversorgung außerhalb der Fragestellung der Literaturanalyse

6.7.1 Krestaler Knochenabbau in kontrollierten Studien zu Sofortbelastung und Sofortversorgung

In verschiedenen kontrollierten Studien wurde der krestale Knochenabbau innerhalb der ersten zwölf Monate nach Belastung bestimmt [11, 17, 31, 35]. Bei der Sofortbelastung reichte der Knochenabbau dabei von 0,14 mm bis 0,78 mm. Nach konventionellen Einheilzeiten zeigte sich ein Knochenabbau zwischen 0,07 mm und 0,91 mm. Wenn eine statistische Analyse durchgeführt wurde, ergaben sich keine signifikanten Unterschiede für den krestalen Knochenabbau bei sofortbelasteten und nach konventioneller Einheilzeit belasteten Implantaten.

7 Kriterien für die Patientenselektion zur Sofortbelastung und Sofortversorgung bei den in die Literaturanalyse eingeschlossenen prospektiven Studien

Allen Studien gemeinsam ist die Verwendung von Implantaten mit einer Länge von mindestens 10 mm und einem Durchmesser von mindestens 3,75 mm. Wenn mehr als ein Implantat inseriert wurde, erfolgte die Verblockung über einen Steg oder über eine festsitzende Suprakonstruktion. Es steht keine Studie zur Verfügung, die eine Korrelation des Eindrehmomentes oder von Messwerten für die Primärstabilität (Periotest-Werte, Resonanzfrequenzanalyse) mit der Implantatüberlebensrate herstellen konnte [9, 11, 28, 31, 35]. Wenn als Voraussetzung für die Sofortbelastung willkürlich festgelegt wurde, dass ein Implantat bei der Insertion einen Eindrehmoment-Wert von 32 Ncm oder höher aufweisen musste, dann gelang die Sofortbelastung mit einer Erfolgsrate von 100 % nach zwölf Monaten [23, 30, 41]. Es wird von Einzelfällen berichtet, bei denen die Sofortbelastung erfolgreich durchgeführt wurde, nachdem der maximale Einbringmoment-Wert des Implantats bei 15 Ncm lag [8].

Basierend auf einer begrenzten Anzahl prospektiver, nicht kontrollierter Studien erscheint es, dass Augmentationen im Sinne von Auf-, An- und Einlagerungen keine zwingende Kontraindikation für eine Sofortversorgung und Sofortbelastung der betroffenen Implantate sind [20, 28, 32].

Eine Vielzahl von Ausschlusskriterien für die Sofortbelastung wurde definiert, die von Rauchen und Alkoholmissbrauch bis zu Bruxismus, Diabetes mellitus und HIV-Infektionen reichen [11, 13, 22, 24, 25, 33, 34]. Auf der anderen Seite wurde die Sofortbelastung bei Rauchen, Bruxismus, HIV-Infektion, Diabetes mellitus und anderen Systemerkrankungen erfolgreich durchgeführt [4, 9, 24, 25].

Für Patienten, bei denen ein Zustand nach Strahlentherapie im zu implantierenden Kieferbereich besteht, die sich unter einer laufenden oralen oder intravenösen Therapie mit Bisphosphonaten befinden oder, bei denen eine manifeste, behandlungsbedürftige, jedoch nicht adäquat therapierte Osteoporose vorliegt, stehen derzeit aus der Literatur keine relevanten Daten zur Verfügung, die eine Bewertung der Implan-

6.7 Results of controlled studies of immediate loading and immediate restoration outside the scope of the literature analysis

6.7.1 Crestal bone loss in controlled studies of immediate loading and immediate restoration

Crestal bone loss within the first twelve months after loading was determined in different controlled trials [11, 17, 31, 35]. With immediate loading bone loss ranged from 0.14 mm to 0.78 mm. After conventional healing periods, bone loss varied between 0.07 mm and 0.91 mm. When statistical analysis was performed, there were no significant differences for crestal bone loss between immediately loaded implants and those loaded after a conventional healing period.

7 Patient selection criteria for immediate loading and immediate restoration in the prospective studies included in the literature analysis

Implants with a length of at least 10 mm and a diameter of at least 3.75 mm were used in all studies. If more than one implant was inserted, they were splinted with a bar or fixed superstructure. There was no study that could provide a correlation between the insertion torque or measurements of primary stability (periotest results, resonance frequency analysis) and the implant survival rate [9, 11, 28, 31, 35]. If it was made an arbitrary condition for immediate loading that an implant had to have a torque of 32 Ncm or more during insertion, immediate loading had a success rate of 100 % after twelve months [23, 30, 41]. Isolated cases are reported where immediate loading was successful after the maximum implant insertion torque was 15 Ncm [8].

Based on a limited number of prospective noncontrolled studies, it appears that augmentation in the form of onlays and inlays are not an absolute contraindication to immediate restoration and immediate loading of the involved implants [20, 28, 32].

A number of exclusion criteria have been defined for immediate loading, ranging from smoking and alcohol abuse to bruxism, diabetes mellitus and HIV infection [11, 13, 22, 24, 25, 33, 34]. On the other hand, immediate loading has been performed successfully in smokers and patients with bruxism, HIV infection, diabetes mellitus and other systemic diseases [4, 9, 24, 25].

For patients who have had radiotherapy in the region of the jaw to be implanted, who are currently on oral or intravenous bisphosphonate therapy or who have overt osteoporosis requiring treatment but inadequately treated, there are currently no data in the literature that would allow assessment of the implant survival rate with immediate loading and immediate restoration. On the basis of the assumed influence of these disease and treatments on bone metabolism, immediate loading or immediate restoration must be advised against in such situations.

tatüberlebensrate bei Sofortbelastung und Sofortversorgung zulassen. Auf Grund der anzunehmenden Einflüsse der vorliegenden Erkrankung bzw. Therapieschemata auf den Knochenstoffwechsel muss derzeit von einer Sofortbelastung oder Sofortversorgung in solchen Situationen abgeraten werden.

8 Wertigkeit von Sofortbelastung und Sofortversorgung im Vergleich zur Implantatbelastung nach konventionellen Einheilzeiten in Bezug auf die Fragestellung der Literaturanalyse

Für alle definierten Indikationen der Sofortbelastung oder Sofortversorgung liefern die Testgruppen in den kontrollierten Studien Implantatüberlebensraten, die mit denen der Kontrollgruppen vergleichbar sind. Auf Grund der begrenzten Patientenzahlen verzichteten die jeweiligen Autoren auf statistische Analysen. Die Ergebnisse der nicht kontrollierten prospektiven Studien stehen für alle Indikationen in Bezug auf die Implantatüberlebensraten im Einklang mit den Ergebnissen für die Testgruppen in den kontrollierten Studien. Auch wenn Erfolgskriterien evaluiert wurden, zeigten sich keine Unterschiede zwischen sofortbelasteten oder sofortversorgten Implantaten und Implantaten, die nach konventionellen Einheilzeiten belastet wurden. Dies gilt insbesondere für den krestalen Knochenabbau, der keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen erkennen ließ.

Die aufgezeigten Resultate unterstützten die Hypothese, dass die Sofortbelastung von Implantaten zu Überlebensraten führt, die mit denen von Implantaten vergleichbar ist, die nach konventionellen Einheilzeiten belastet wurden.

9 Schlussfolgerung

Derzeit liegt zur Frage der Sofortversorgung und Sofortbelastung von Implantaten eine begrenzte Anzahl von Studien mit hohem Evidenzlevel im Sinne kontrollierter randomisierter Studien vor. Für jedes Indikationsgebiet der Sofortbelastung kann mindestens auf eine kontrollierte Studie zurückgegriffen werden. Dabei zeigt sich die Implantatüberlebensrate weder bei Sofortbelastung noch bei Sofortversorgung der Überlebensrate nach konventionellen Einheilzeiten unterlegen. Die zusätzlich vorhandenen prospektiven Studien ohne Kontrollgruppe liefern in Bezug auf die Implantatüberlebensraten keine widersprüchlichen Ergebnisse und unterstützen die Ergebnisse der kontrollierten Studien. Alle Studien haben gemeinsam, dass beim Einbringen mehrerer Implantate diese über die Superkonstruktion verblockt werden.

Nach den Ergebnissen der Literaturanalyse scheint es heute kaum anfechtbar, dass Implantate erfolgreich sofortbelastet werden können. Die Entscheidung für oder gegen eine Sofortbelastung ist von der Kombination individueller Parameter wie Festigkeit des Knochens, Primärstabilität, Drehmoment und eventuell bestehende periimplantärer Defekte abhängig. Es muss deshalb das Ziel weiterer Untersuchungen sein, Grenzwerte herauszuarbeiten, die eine Festlegung zulassen, bei welcher Patientensituation die Sofortbelastung ohne Risiko für die Implantatüberlebensrate der unbelasteten Einheilung vorgezogen werden kann.

8 Significance of immediate loading and immediate restoration compared with implant loading after conventional healing periods with reference to the objective of the literature analysis

For all the defined indications for immediate loading or immediate restoration, the test groups in the controlled trials deliver implant survival rates that are comparable with those of the control groups. Because of the limited patient numbers, the authors omitted statistical analyses. The results of the noncontrolled prospective studies are in agreement with the results for the test groups in the controlled studies with regard to the implant survival rates for all indications. Even when success criteria were evaluated, there were no differences between immediately loaded or immediately restored implants and implants that were loaded after conventional healing periods. This applies particularly to crestal bone loss, where no differences were identified between the two groups.

The results supported the hypothesis that immediate loading of implants leads to survival rates that are similar to those of implants loaded after conventional healing periods.

9 Conclusion

There is currently a limited number of studies with a high level of evidence, that is, controlled randomised trials, addressing the question of immediate restoration and immediate loading of implants. At least one controlled study is available for each indication for immediate loading. The implant survival rate is not inferior to conventional healing times with either immediate loading or immediate restoration. The additional prospective studies without a control group do not yield conflicting results as regards implant survival rates and support the results of the controlled studies. All the studies have in common that when more than one implant is placed, these are splinted through the superstructure.

According to the results of the literature analysis, it appears hardly contestable today that implants can be immediately loaded successfully. The decision for or against immediate loading depends on a combination of individual parameters such as the strength of the bone, primary stability, torque and possible periimplant defects. The aim of further studies must therefore be to establish the limits that will allow determination of the patient situations where immediate loading can be preferred to unloaded healing without risk to the implant survival rate.

Korrespondenzadresse:

PD Dr. Dr. Emeka Nkenke
Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgische Klinik,
Universitätsklinikum Erlangen
Glückstr. 11
91054 Erlangen
Tel.: 0 91 31 / 8 53 36 53
Fax: 0 91 31 / 8 53 59 22
E-Mail: emeka.nkenke@uk-erlangen.de

Literatur

1. Abboud M, Koeck B, Stark H et al.: Immediate loading of single-tooth implants in the posterior region. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:61–68
2. Andersen E, Haanaes HR, Knutsen BM: Immediate loading of single-tooth ITI implants in the anterior maxilla: a prospective 5-year pilot study. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:281–287
3. Aparicio C, Rangert B, Sennerby L: Immediate/early loading of dental implants: a report from the Sociedad Española de Implantes World Congress consensus meeting in Barcelona, Spain, 2002. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003;5:57–60
4. Bergkvist G, Sahlholm S, Karlsson U et al.: Immediately loaded implants supporting fixed prostheses in the edentulous maxilla: a preliminary clinical and radiologic report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:399–405
5. Brånemark PI: Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 1983;50:399–410
6. Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP et al.: Long-term evaluation of non-submerged implants. Part I: 8-year life table analysis of a prospective multicenter study with 2359 implants. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:161–172
7. Calandriello R, Tomatis M: Simplified treatment of the atrophic posterior maxilla via immediate/early function and tilted implants: A prospective 1-year clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;7(Suppl 1):1–12
8. Calandriello R, Tomatis M, Rangert B: Immediate functional loading of Brånemark system implants with enhanced initial stability: a prospective 1- to 2-year clinical and radiographic study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003;5(Suppl 1):10–20
9. Cannizzaro G, Leone M: Restoration of partially edentulous patients using dental implants with a microtextured surface: a prospective comparison of delayed and immediate full occlusal loading. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:512–522
10. Chaushu G, Chaushu S, Tzohar A et al.: Immediate loading of single-tooth implants: immediate versus non-immediate implantation. A clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:267–272
11. Chiapasco M, Abati S, Romeo E et al.: Implant-retained mandibular overdentures with Brånemark system MKII implants: a prospective comparative study between delayed and immediate loading. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:537–546
12. Chiapasco M, Gatti C: Implant-retained mandibular overdentures with immediate loading: a 3- to 8-year prospective study on 328 implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003;5:29–38
13. Chow J, Hui E, Liu J et al.: The Hong Kong Bridge Protocol. Immediate loading of mandibular Brånemark fixtures using a fixed provisional prosthesis: preliminary results. *Clin Implant Dent Relat Res* 2001;3:166–174
14. Cochran DL, Morton D, Weber HP: Consensus statements and recommended clinical procedures regarding loading protocols for endosseous dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(Suppl):109–113
15. Cornelini R, Cangini F, Covani U et al.: Immediate restoration of single-tooth implants in mandibular molar sites: a 12-month preliminary report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:855–860
16. Degidi M, Piattelli A: 7-year follow-up of 93 immediately loaded titanium dental implants. *J Oral Implantol* 2005; 31:25–31
17. Ericsson I, Nilson H, Lindh T et al.: Immediate functional loading of Brånemark single tooth implants. An 18 months' clinical pilot follow-up study. *Clin Oral Implants Res* 2000;11:26–33
18. Esposito M, Worthington HV, Coulthard P: Interventions for replacing missing teeth: different times for loading dental implants. *Cochrane Database Syst Rev* 2004;3:CD003878
19. Gatti C, Haefliger W, Chiapasco M: Implant-retained mandibular overdentures with immediate loading: a prospective study of ITI implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:383–388
20. Glauser R, Ruhstaller P, Windisch S et al.: Immediate occlusal loading of Brånemark system TiUnite implants placed predominantly in soft bone: 4-year results of a prospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;7(Suppl 1):52–59
21. Henry PJ, van Steenberghe D, Blomback U et al.: Prospective multicenter study on immediate rehabilitation of edentulous lower jaws according to the Brånemark novum protocol. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003;5:137–142
22. Hui E, Chow J, Li D et al.: Immediate provisional for single-tooth implant replacement with Brånemark system: preliminary report. *Clin Implant Dent Relat Res* 2001;3:79–86
23. Ibanez JC, Jalbout ZN: Immediate loading of osseotite implants: two-year results. *Implant Dent* 2002;11:128–136
24. Ibanez 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
25. Jaffin RA, Kumar A, Berman CL: Immediate loading of dental implants in the completely edentulous maxilla: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:721–730
26. Kan JY, Rungcharassaeng K, Lozada J: Immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: 1-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:31–39
27. Ledermann PD: Stegprothetische Versorgung des zahnlosen Unterkiefers mit Hilfe von plasmabeschichteten Titanschraubenimplantaten. *Dtsch Zahnärztl Z* 1979;34:3–7
28. Lindeboom JA, Frenken JW, Dubois L et al.: Immediate loading versus immediate provisionalization of maxillary single-tooth replacements: A prospective randomized study with BioComp implants. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64:936–942
29. Lorenzoni M, Pertl C, Zhang K et al.: Immediate loading of single-tooth implants in the anterior maxilla. Preliminary results after one year. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:180–187
30. Nikellis I, Levi A, Nicolopoulos C: Immediate loading of 190 endosseous dental implants: a prospective observational study of 40 patient treatments with up to 2-year data. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:116–123
31. Östman 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 Implant Dent Relat Res* 2005;7(Suppl 1):60–69
32. Ormianer Z, Palti A, Shifman A: Survival of immediately loaded dental implants in deficient alveolar bone sites augmented with beta-tricalcium phosphate. *Implant Dent* 2006;15: 395–403
33. Proussaefs P, Kan J, Lozada J: Effects of immediate loading with threaded hydroxyapatite-coated root-form implants on single premolar replacements: a preliminary report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:567–572
34. Proussaefs P, Lozada J: Immediate loading of hydroxyapatite-coated implants in the maxillary premolar area: three-year results of a pilot study. *J Prosthet Dent* 2004;91:228–233
35. Romeo E, Chiapasco M, Lazza A et al.: Implant-retained mandibular overdentures with ITI implants. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:495–501
36. Rungcharassaeng K, Lozada JL, Kan JY et al.: Peri-implant tissue response of immediately loaded, threaded, HA-coated implants: 1-year results. *J Prosthet Dent* 2002;87:173–181
37. Stricker A, Gutwald R, Schmelzeisen R et al.: Immediate loading of 2 interforaminal dental implants supporting an overdenture: clinical and radiographic

- results after 24 months. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:868–872
38. Testori T, Meltzer A, Del Fabbro M et al.: Immediate occlusal loading of osseointegrated implants in the lower edentulous jaw. A multicenter prospective study. *Clin Oral Implants Res* 2004;15:278–284
39. van Steenberghe D, Glauser R, Blomback 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 Implant Dent Relat Res* 2005;7(Suppl 1):111–120
40. van Steenberghe D, Molly L, Jacobs R et al.: 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
41. Wöhrle PS: Single-tooth replacement in the aesthetic zone with immediate provisionalization: fourteen consecutive case reports. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998;10:1107–1114