

Forschung · Wissenschaft Recherche · Science

Editor-in-chief
Chefredaktor
Rédacteur en chef
Jürg Meyer, Basel

Editors
Redaktoren
Rédacteurs
Urs Belser, Genève
Peter Hotz, Bern
Heinz Lüthy, Zürich

Assistant Editor
Redaktions-Assistent
Rédacteur assistant
Tuomas Waltimo, Basel

Advisory board / Gutachtergremium / Comité de lecture

P. Baehni, Genève
F. Barbakow, Zürich
J.-P. Bernard, Genève
C.E. Besimo, Basel
M. Bickel, Zürich
S. Bouillaguet, Genève
U. Brägger, Bern
E. Budtz-Jørgensen, Genève
D. Buser, Bern
M. Cattani, Genève
B. Ciucchi, Genève
K. Dula, Bern
A. Filippi, Basel
J. Fischer, Bern
L.M. Gallo, Zürich
R. Glauser, Zürich
R. Gmür, Zürich
W. Gnoinski, Zürich
K.W. Grätz, Zürich
Ch. Hämmerle, Zürich

N. Hardt, Luzern
T. Imfeld, Zürich
K.H. Jäger, Basel
J.-P. Joho, Genève
S. Kiliaridis, Genève
I. Krejci, Genève
J.Th. Lambrecht, Basel
N.P. Lang, Bern
T. Lombardi, Genève
H.U. Luder, Zürich
A. Lussi, Bern
P. Magne, Genève
C. Marinello, Basel
G. Menghini, Zürich
R. Mericske-Stern, Bern
J.-M. Meyer, Genève
A. Mombelli, Genève
W. Mörmann, Zürich
G. Pajarola, Zürich
S. Palla, Zürich

S. Paul, Zürich
M. Perrier, Lausanne
M. Richter, Genève
S. Ruf, Bern
H.F. Sailer, Zürich
J. Samson, Genève
U.P. Saxer, Zürich
P. Schärer, Zürich
J.-P. Schatz, Genève
P. Schüpbach, Horgen
P. Stöckli, Zürich
U. Teuscher, Zürich
H. van Waes, Zürich
P. Velvart, Zürich
T. von Arx, Bern
R. Weiger, Basel
A. Wichelhaus, Basel
J. Wirz, Basel
A. Wiskott, Genève

Publisher
Herausgeber
Editeur
Schweizerische Zahnärzte-Gesellschaft SSO
Société Suisse d'Odonto-Stomatologie
CH-3000 Bern 7

Adresse der wissenschaftlichen Redaktion
Prof. Jürg Meyer
Zentrum für Zahnmedizin
Institut für Präventivzahnmedizin und Orale Mikrobiologie
Hebelstr. 3
4056 Basel

Implantologische Überlebens- und Erfolgsraten beim teilbezahnten Patienten – Teil I

Zusammenfassung

Die Verwendung von osseointegrierten Implantaten ist eine allgemein anerkannte Therapieform bei der Versorgung zahnloser- und teilbezahnter Kiefer. Ziel dieser prospektiven Langzeitstudie war es, die implantologische Überlebens- und Erfolgsrate von rehabilitierten, teilbezahnten Patienten zu untersuchen.

Es wurden 76 Patienten mit 214 maschinengefrästen 3i-Implantaten nachuntersucht. An der Untersuchung beteiligten sich 47 Frauen und 29 Männer mit einem Durchschnittsalter von 45 Jahren (18–76 Jahre). Insgesamt wurden 68 Implantate im Ober- und 146 Implantate im Unterkiefer inseriert. Die Implantatlängen variierten von 7 bis 15 mm, die verwendeten Durchmesser von 3,25 bis 6 mm.

Neun Implantate gingen vor ihrer prothetischen Versorgung verloren. Die klinischen Nachuntersuchungen erfolgten zum Zeitpunkt der definitiven prothetischen Versorgung, nach drei und sechs Monaten, sowie nach einem, zwei und drei Jahren. Zur Beurteilung der periimplantären Knochenverhältnisse wurden zu den jeweiligen Kontrollterminen standardisierte Zahnfilme angefertigt. 18 Implantate in insgesamt zehn Patienten wurden als Misserfolg gewertet. 15 Implantate gingen während des dreijährigen Untersuchungszeitraumes verloren und drei Implantate wurden als biologischer Misserfolg bewertet, da bei ihnen der periimplantäre Knochenabbau, im Anschluss an das erste Jahr nach Belastung, grösser war als 0,2 mm. Der durchschnittliche periimplantäre Knochenabbau im Ober- und Unterkiefer betrug 2,1 mm. Nach Kaplan-Meier beträgt die Überlebens- bzw. Erfolgswahrscheinlichkeit der Implantate nach 63 Monaten 93% bzw. 88%. Längere Implantate (>10 mm) haben ein geringeres Risiko zum Implantatmisserfolg als kurze (≤ 10 mm).

Die Ergebnisse dieser prospektiven Untersuchung signalisieren, dass maschinengefräste 3i-Schraubenimplantate eine eher durchschnittliche Grundlage für implantatgetragenen Zahnersatz beim teilbezahnten Patienten bieten.

S. MARCUS BESCHNIDT^{a,b}, ROBERT MUCHE^a,
ALEXANDER KRAUSSE^a, JÖRG R. STRUB^a

^a Universitätsklinikum Freiburg, Zahn-, Mund- und Kieferklinik
Abteilung Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik

^b Privatpraxis, Talstrasse 23, 70794 Filderstadt

Schweiz Monatsschr Zahnmed 113: 396–403 (2003)

Schlüsselwörter: Teilbezahnter Patient, Implantate, Überlebensrate, Erfolgsrate

Zur Veröffentlichung angenommen: 11. November 2002

Einleitung

Die konventionelle prothetische Versorgung des teilbezahnten Patienten gliedert sich in fest sitzenden, kombiniert fest sitzend-abnehmbaren und herausnehmbaren Zahnersatz. Während fest sitzender Zahnersatz meist problemlos akzeptiert wird, stellt die Versorgung mit herausnehmbarer Prothetik eine grössere psychische Belastung dar (STRUB et al. 1994). Enossale Implantate ermöglichen es, auch bei ungünstiger Pfeilerzahnverteilung einen fest sitzenden Zahnersatz einzugliedern.

Die Folge sind ein erhöhter Tragekomfort und eine effizientere Funktion. Zahlreiche Autoren demonstrierten gute Langzeitergebnisse bei der Versorgung des teilbezahnten Patienten mit implantatgetragenen Zahnersatz (ASTRAND et al. 1991, PAREIN et al. 1997, BEHNEKE et al. 2000). Zu berücksichtigen ist eine grosse Streubreite der jeweiligen ermittelten Erfolgsraten, deren

Korrespondenzadresse:

Dr. S. Marcus Beschnidt

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik

Universitätsklinikum der Albert-Ludwigs-Universität

Hugstetterstrasse 55, 79106 Freiburg, Deutschland

Tel. +49 (0)761/2704906, Fax +49 (0)761/2704925

E-Mail: beschnid@zmk2.ukl.uni-freiburg.de

Ursache vor allem in den unterschiedlichen Beurteilungskriterien der Studien liegt. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, bei teilbezahnten Patienten den implantologischen Langzeiterfolg von maschinengefrästen 3i-Schraubenimplantaten mit glatter Oberfläche zu ermitteln. Zusätzliches Augenmerk lag darauf, herauszufinden, ob Faktoren wie Rauchen, Implantatposition, Knochenqualität, Implantatdurchmesser und Implantatlänge einen Einfluss auf die Überlebensrate der Implantate haben.

Material und Methode

Verwendete Implantattypen

In dieser Untersuchung kamen Titanvollschraubenimplantate (3i-Implant Innovations, Inc., West Palm Beach, Florida, U.S.A.) unterschiedlichen Durchmessers und unterschiedlicher Länge zur Anwendung (Tab. I).

Patientenverteilung

Im Zeitraum zwischen Juli 1994 und Januar 1996 wurden 86 teilbezahnte Patienten mit 248 maschinengefrästen enossalen Implantaten im teilbezahnten Ober- und Unterkiefer versorgt. Die Forderungen der Deklaration von Helsinki (1989) für prospektiv-klinische Studien am Menschen betreffend «Informed Consent» sowie die der Ethik-Kommission des Universitätsklinikums Freiburg wurden erfüllt.

Ausgewertet wurden 76 Patienten mit 214 Implantaten (47 Frauen [62%] mit 130 Implantaten [61%] und 29 Männer [38%] mit 84 Implantaten [39%]), da zehn Patienten des Ausgangskollektivs mit insgesamt 34 Implantaten (13,7%) nicht über den gesamten Studienzeitraum nachuntersucht werden konnten. Dies entspricht einer Dropout-Rate von 11,6%.

Gründe für das Nichterscheinen der zehn Studienteilnehmer waren: Mangelnde Compliance (sieben Patienten), Patient verzogen (ein Patient) und Erkrankung (zwei Patienten).

Das durchschnittliche Patientenalter zum Zeitpunkt der Implantation lag bei 45 Jahren (18–76 Jahre). In der Altersgruppe der 18- bis 29-Jährigen (n=15) war der Anteil der Frauen mit 10,5% grösser als der der Männer mit 9,2%. Die meisten Patienten (n=30) waren zwischen 30 und 49 Jahre alt. Der Anteil der Frauen betrug 23,7%, der Anteil der Männer 15,8%. Die meisten Frauen waren mit 26,3% in der Gruppe der 50- bis 69-Jährigen (n=29). Männer waren hier mit 11,8% vertreten. In der Altersgruppe der 70- bis 76-Jährigen (n=2) waren ausschliesslich Männer vertreten (2,6%).

Insgesamt nahmen 59 Nichtraucher (77,6%) mit 163 Implantaten (76,1%) und 17 Raucher (22,4%) mit 51 Implantaten (23,9%) an der Studie teil. Der Nichtraucheranteil setzte sich aus 39 Frauen (51,3%) mit 104 Implantaten (50,9%) und 20 Männern (26,3%) mit 54 Implantaten (25,2%) zusammen. Bei den Rauchern handelte es sich um 8 Frauen (10,5%) mit 21 Implan-

taten (9,9%) und 9 Männer (11,9%) mit 30 Implantaten (14%). Als Raucher galten solche Patienten, die regelmässig zehn oder mehr Zigaretten am Tag rauchten, bzw. eine vergleichbare Menge anderer Tabakarten.

Patientenselektion

Anhand eines detaillierten Anamnesebogens wurde der Gesundheitszustand der Patienten ermittelt. Nur gesunde Patienten nahmen an der Studie teil.

Kriterien zur Teilnahme waren: Ein Patientenmindestalter von 18 Jahren und ein ausreichendes Knochenangebot in Höhe und Breite (mindestens 1 mm bukkal und lingual der geplanten Implantate).

Ausschlusskriterien waren: Vorerkrankungen, die die Wundheilung beeinflussen könnten (z.B. unkontrollierter Diabetes, hämorrhagische Diathesen usw.), das Vorliegen einer metabolischen Knochenkrankung, tumorbedingte Bestrahlung im Kopf-Hals-Bereich innerhalb des letzten Jahres, Chemotherapie, das Vorliegen einer Niereninsuffizienz, Therapie mittels Antikoagulantien, Schwangerschaft bzw. Stillzeit, unbehandelte oder unkontrollierte Parodontopathien und früher durchgeführte hartgewebige Augmentationen im zu implantierenden Bereich.

Der dentale und parodontale Status der Patienten wurde erhoben. Als Ausgangsröntgenbilder zur prothetischen und implantologischen Planung dienten Panoramaschichtaufnahmen und ein Röntgen-Status (Rinn) der vorhandenen Dentition. Zur Teilnahme geeignet waren teilbezahnte Patienten oder Patienten mit Einzelzahnverlust. Die Studienteilnehmer erklärten sich einverstanden, drei Monate, sechs Monate, ein, zwei, drei, vier und fünf Jahre nach der prothetischen Versorgung nachuntersucht zu werden.

Chirurgisches Vorgehen

Die Patienten wurden präoperativ über eventuelle Komplikationen aufgeklärt. Die Implantate wurden durch 23 verschiedene Operateure gesetzt.

Die Knochenqualität wurde zum Zeitpunkt des Eingriffes anhand der Kriterien nach Misch (1990a/b), beurteilt. Anschliessend wurden die Implantate entsprechend den Angaben des Herstellers unter Kühlung mit Kochsalzlösung in den Bohrstollen eingeschraubt. Dem Patienten wurde verordnet, eine Woche lang dreimal täglich mit 0,2%iger Chlorhexidindigluconat-Lösung eine Minute lang zu spülen. Für die erste Woche wurde weiche Kost empfohlen. Die Nähte wurden nach einer Woche entfernt.

Nach einer Einheilphase von mindestens drei Monaten im Unterkiefer und mindestens sechs Monaten im Oberkiefer wurde das Implantat in einem zweiten chirurgischen Eingriff freigelegt. Der Patient wurde angewiesen, eine Woche lang drei Mal täglich mit 0,2% Chlorhexidindigluconat eine Minute lang zu spülen. Die Nahtentfernung erfolgte eine Woche postoperativ. Bis zur endgültigen prothetischen Versorgung blieben die Gingivaformer in situ. Tab. II zeigt die genaue Verteilung der Implantate. Im Rahmen der prothetischen Versorgung der 76 Studienteilnehmer wurden insgesamt 112 Restaurationen eingegliedert.

Implantologische Auswertung

Die klinischen und röntgenologischen Nachuntersuchungen erfolgten zum Zeitpunkt der definitiven prothetischen Versorgung, nach drei Monaten, sechs Monaten, einem, zwei und drei Jahren.

Tab. I Verwendete Implantatlängen und -durchmesser

Längen [mm]	Durchmesser [mm]						
	3,75 ST	3,75 II	3,25	5 ST	5 II	6ST	6 II
7	1	3	0	0	0	0	0
8,5	5	0	0	3	2	2	0
10	43	7	0	23	5	6	8
13	33	10	3	12	5	1	6
15	33	1	2	0	0	0	0
Total	115	21	5	38	12	9	14

ST: selbstschneidend, II: nicht selbstschneidend

Tab. II Implantatverteilung im Ober- (OK: n = 68) und Unterkiefer (UK: n = 146) in Prozent und Anzahl

0%	0%	1,9%	3,8%	4,2%	1,9%	3,8%	4,2%	2,8%	1,9%	1,4%	2,3%	2,3%	1,4%	0%	0%	
0	0	4	8	9	4	8	9	6	4	3	5	5	3	0	0	68
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28	OK
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38	UK
1	14	28	14	11	3	1	1	1	1	3	5	14	31	17	1	146
0,5%	6,5%	13%	6,5%	5,1%	1,4%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	1,4%	2,3%	6,5%	14,5%	7,9%	0,5%	

Die durchschnittliche Liegedauer der Implantate zum Zeitpunkt der Implantatbelastung betrug 15 Monate.

Klinische Nachuntersuchung: Zu den jeweiligen Nachuntersuchungsterminen wurden die Suprastrukturen mit Ausnahme der zementierten Einzelkronen durch einen einzigen Untersucher entfernt und folgende klinische Parameter anhand eines standardisierten Nachsorgebogens erfasst: a.) Entzündliche periimplantäre Veränderungen bzw. eventueller periimplantärer Pusaustritt wurden visuell an vier Flächen des Implantates beurteilt (mesial, distal, bukkal und lingual bzw. palatinal), b.) Die Sondierungstiefe wurde an jedem Implantat unter Zuhilfenahme einer Parodontalsonde mit Millimeterskalierung an vier Flächen ermittelt (mesial, distal, bukkal und lingual bzw. palatinal), c.) Unter Verwendung zweier Spiegelgriffe wurde die Implantatbeweglichkeit manuell-instrumentell (beweglich/nicht beweglich) beurteilt.

Röntgenologische Nachuntersuchung: Um die Knochenresorption am enossalen Implantat zu erfassen, wurden zu jedem Kontrolltermin eine Panoramaschichtaufnahme und standardisierte Zahnfilme mit Hilfe eines individualisierten Filmhalters angefertigt. Folglich war die Position des jeweiligen Röntgenbildes reproduzierbar gleich.

Das periimplantäre Knocheniveau mesial und distal der Implantate wurde anhand der orthoradial belichteten Zahnfilme unter Zuhilfenahme einer Lupenbrille mit 4,5facher Vergrößerung ausgemessen. Als Referenzpunkt diente die Implantatschulter sowie das mesiale und distale periimplantäre Knocheniveau. Die Messungen erfolgten mit einer digitalen Schieblehre.

Die Bewertung der Implantate erfolgte in Anlehnung an die von SMITH & ZARB (1989) definierten Erfolgskriterien. Voraussetzungen für den Implantaterfolg im Sinne der Erfolgsrate waren: Osseointegration des Implantates, Implantatstabilität (Immobilität), gesunde periimplantäre Schleimhautverhältnisse, periimplantärer Knochenabbau von maximal 0,2 mm jährlich im Anschluss an das erste Jahr nach Belastung (ALBREKTSSON 1988) und keine radiologisch ersichtlichen periimplantären Aufhellungen. War einer der Parameter nicht erfüllt, wurde das Implantat als Misserfolg gewertet.

Statistische Auswertung

Die gesammelten Datensätze wurden am Freiburger Zentrum für Datenanalyse und Modellbildung der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg weiter verarbeitet. Bedeutende Parameter waren: Die Überlebensrate der Implantate nach drei Jahren Belastung, die Erfolgsrate der Implantate nach drei Jahren Belastung, ein möglicher Einfluss von Implantatdurchmesser und -länge auf die Überlebensrate der Implantate, ein möglicher Einfluss der Knochenqualität des Implantatbettes und Implantatposition auf die Überlebensrate der Implantate sowie der Einfluss des Rauchens auf die Überlebensrate der Implantate.

Nach der Methode von KAPLAN & MEIER (1958) wurden Überlebenszeitanalysen für die Implantate erhoben. Als Endpunkt für

die Überlebenszeitanalyse wurde der Ausfall eines Implantats betrachtet. Unter Verwendung strengerer Erfolgskriterien in Anlehnung an SMITH & ZARB (1989) wurde für die Implantate zudem eine Erfolgsrate ermittelt. Gleichwertige Endpunkte hierfür waren der Ausfall eines Implantates oder ein determinierter biologischer Misserfolg, wie oben definiert.

Es ist zu bemerken, dass der Kaplan-Meier-Schätzer nur asymptotisch unverzerrt ist, weil die meisten Patienten mehr als ein Implantat gleichzeitig hatten (214 Implantate bei 76 Patienten). Aus diesem Grund werden keine Konfidenzintervalle für die geschätzten Überlebens- und Erfolgswahrscheinlichkeiten angegeben. Um diesem Problem gerecht zu werden, also um die intra-individuelle Variabilität zu erfassen, wurde ein «frailty» oder (Zufallseffekte-)Modell für die Regressionsanalyse benutzt (ODD et al. 1995). Mit Hilfe dieses Rechenmodells kann eine Variable aufgenommen werden, die für jeden Patienten ein unterschiedliches Ausfallrisiko simuliert. Eine grosse Varianz dieser zusätzlichen Variable deutet auf ein unterschiedliches Ausfallrisiko zwischen den Patienten hin. Sie dient der Adjustierung und damit der Genauigkeit der geschätzten Effekte der Kovariablen «Rauchen», «Implantatdurchmesser», «Implantatlänge» und «Knochenqualität».

Resultate

Fünfzehn Implantate gingen während des Untersuchungszeitraumes verloren, neun davon vor Implantatbelastung. Aus topographischer Sicht gingen fünf Implantate im Ober- und zehn Implantate im Unterkiefer verloren. sechs Implantate wurden vor ihrer Belastung, durch eine unzureichende Osseointegration auffällig. Sechs Implantate gingen im Anschluss an ihre Belastung verloren. Drei Implantate waren bis Ende des Untersuchungszeitraumes in situ, wurden jedoch auf Grund eines radiologisch bewerteten, progredienten Knochenabbaus (>0,2 mm/Jahr) als Misserfolg gewertet. Aus Tab. III ist eine Übersicht der Implantatmisserfolge zu entnehmen. Bei den 196 erfolgreichen Implantaten zeigten sich klinisch keine Auffälligkeiten. Die zur Implantatbelastung erhobenen Sondierungstiefen betragen im Mittel 3,7 mm mesial ($\pm 1,5$), 3,6 mm distal ($\pm 1,6$), 2,6 mm bukkal ($\pm 1,2$) sowie 2,8 mm lingual bzw. palatinal ($\pm 1,3$) an den Implantaten. Während des gesamten Studienzeitraumes wurden keine wesentlichen Zunahmen der Sondierungstiefen beobachtet. Eine Übersicht der Sondierungstiefenmittelwerte über den überwachten Zeitraum ist Tab. IV zu entnehmen. Zum Zeitpunkt der Implantatbelastung betrug die im Röntgenbild durchschnittlich gemessene Distanz von der Implantatschulter bis zum ersten Knochenkontakt 2 mm mesial ($\pm 0,7$) und 2 mm distal der Implantate ($\pm 0,8$). Die errechneten Medianwerte betragen 1,9 mm mesial und 2 mm distal. Im nachfolgenden Untersuchungszeitraum blieb das durchschnittliche Knocheniveau mit 2,1 mm mesial ($\pm 0,8$) und 2,1 mm distal ($\pm 0,9$) annähernd konstant. Die Medianwerte betragen mesial und distal 2 mm. Der durchschnittliche ermittelte Knochenabbau ist in

Tab. III Übersicht der Implantatmisserfolge. Patient (Pat.), Geschlecht (Geschl.), männlich (M), weiblich (W), Raucher/Nicht-raucher (R/NR), Position (Pos.), Knochenqualität nach Misch 1990 (KQ).

Pat.	Geschl.	R/NR	Implantat-Typ	Pos.	KQ	Belast. in Mon.	Misserf. in Mon.	Verlust	Misserf.
1	M	R	ST 510	14	2	–	17	+	+
			ST 315	12	2	–	5	+	+
2	M	NR	II 307	16	2	–	8	+	+
			ST 310	15	2	12	15	+	+
3	M	R	ST 308	14	2	16	39	+	+
4	W	NR	ST 510	36	3	7	11	+	+
			ST 510	37	3	7	11	+	+
5	M	NR	II 313	34	1	–	14	+	+
6	M	NR	MH 313	23	2	20	59	–	+
7	W	NR	ST 313	36	3I	–	14	+	+
			ST 513	37	3	–	6	+	+
			II 610	46	3	–	6	+	+
8	M	R	ST 610	36	2	22	23	+	+
9	M	NR	ST 510	35	1	12	23	+	+
10	M	NR	ST 613	37	1	13	49	–	+
			ST 610	47	1	16	52	–	+
			ST 510	36	1	–	3	+	+
			ST 510	37	1	–	3	+	+

Tab. IV Mittelwerte der Sondierungstiefen

	Ins	3M	6M	1J	2J	3J
mesial	3,7	4,1	4,3	4,4	4,3	4,3
distal	3,6	3,9	4,1	4,1	4,1	4,2
bukkal	2,6	2,8	2,9	2,9	3,1	3,1
lingual	2,8	2,8	2,8	2,7	2,8	3,1

Zahlenwerte in Millimeter an 4 Messpunkten (mesial, distal, bukkal, lingual), erhoben zum Zeitpunkt der prothetischen Insertion (Ins), drei Monate (3M), sechs Monate (6M), einem (1J), zwei (2J) und drei Jahre (3J) nach Implantatbelastung.

Tab. V dargestellt. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Knochenqualitäten «D 1, 2, 3 und 4» nach Misch (1990a/b) liess sich statistisch kein signifikanter Unterschied bezüglich der Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate feststellen.

Die Überlebenszeitkurve des Kaplan-Meier-Schätzers wies aus, dass die Implantate mit einer Wahrscheinlichkeit von 93% 63 Monate in Funktion bleiben (Abb. 1).

Die mittels des Kaplan-Meier-Schätzers erhobene Erfolgsrate betrug zuzüglich der drei biologischen Implantatmisserfolge 88% nach 63 Monaten (Abb. 2).

Die untersuchten Kovariablen «Rauchen», «Implantatdurchmesser» und «Knochenqualität» hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate. Aussagen über das relative Risiko zum Implantatmisserfolg in Abhängigkeit zu den genannten Kovariablen konnten auf Grund der Grösse der jeweiligen Konfidenzintervalle nicht gemacht werden.

Der geschätzte Effekt für die Implantatlänge ist – 0,47 und statistisch signifikant (p=0,03). Mit anderen Worten, längere Im-

Tab. V Mittelwerte des mesialen und distalen Knochenabbaus

	Ins	3M	6M	1J	2J	3J
mesial	2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
distal	2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1

Zahlenwerte in Millimeter, erhoben zum Zeitpunkt der prothetischen Insertion (Ins), drei Monate (3M), sechs Monate (6M), einem (1J), zwei (2J) und drei Jahre (3J) nach Implantatbelastung.

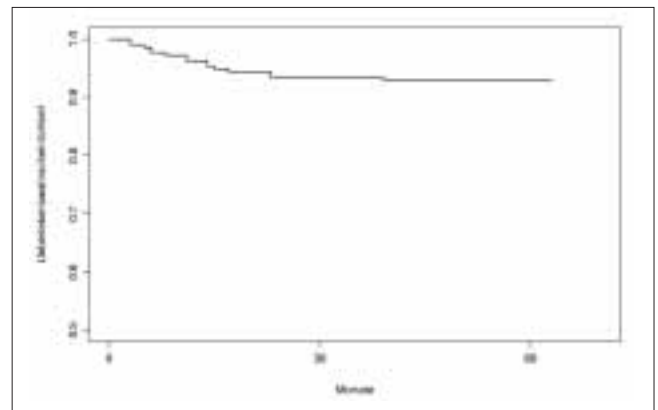


Abb. 1 Kaplan-Meier-Analyse: Überlebenskurve der Implantate (n = 214)

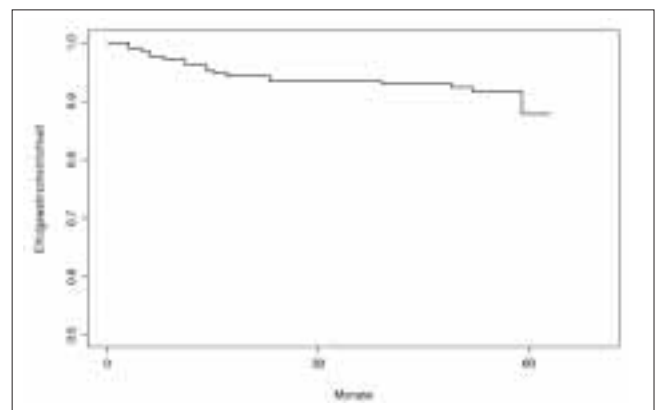


Abb. 2 Kaplan-Meier-Analyse: Erfolgskurve der Implantate (n = 214)

plantate haben ein geringeres Risiko für einen Implantatmisserfolg als kürzere Implantate. Nach Kaplan-Meier beträgt die Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate ≤10 mm (n=108)

89% und die der Implantate >10 mm (n=106) 96% nach 63 Monaten (Abb. 3).

Das Ausfallrisiko verringert sich mit jedem zusätzlichen Millimeter an Länge ungefähr um den Faktor 0,5.

Diskussion

Die Ermittlung der in der vorliegenden Untersuchung einbezogenen Patienten erfolgte anhand strikter Auswahlkriterien, wie sie durch LEKHOLM & ZARB (1985) empfohlen wurden. 76 der ursprünglich 86 Patienten konnten nach erfolgter prothetischer Versorgung über einen Zeitraum von drei Jahren nachuntersucht werden. Die Dropout-Rate von 11,6% ist mit der anderer klinischer Studien vergleichbar (JEMT & LEKHOLM 1993, GRUNDER et al. 1999, BEHNEKE et al. 2000).

Über den dreijährigen Untersuchungszeitraum ereigneten sich bei 214 auswertbaren Implantaten 15 Implantatverluste (7%) sowie drei nach biologischen Kriterien bewertete Implantatmisserfolge (1,4%). Nach Kaplan-Meier beträgt die geschätzte Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate nach einem Funktionszeitraum von 63 Monaten 93%. Dies ist vergleichbar mit den Ergebnissen anderer klinischer Untersuchungen (LEKHOLM et al. 1999, RENOUEAU et al. 1999, DAVARPANAH et al. 2001).

Die mittels des Kaplan-Meier-Schätzers erhobene Erfolgsrate betrug 88% nach 63 Monaten. Die im Vergleich zu anderen Studien geringere Erfolgsrate lässt sich möglicherweise dadurch erklären, dass die Insertion der Implantate durch insgesamt 23 Operateure erfolgte, die sich zum Teil noch in der postgraduierten Ausbildung befanden und somit über unterschiedliche chirurgische Erfahrung verfügten. SPIEKERMANN (1989) sieht in der Erfahrung des Operateurs eine notwendige Grundvoraussetzung für den Erfolg der Implantate. ALBREKTSSON & ZARB (1993) forderten über einen Belastungszeitraum von fünf Jahren eine Erfolgsrate von 85%. Die Erfolgsprognose der vorliegenden Untersuchung erfüllt somit diese Forderungen, fällt jedoch im Vergleich zu anderen Untersuchungen schlechter aus (ASTRAND et al. 1991, Lazzara et al. 1996, PAREIN et al. 1997, BEHNEKE et al. 2000). Von den 18 beschriebenen Implantatmisserfolgen wurden insgesamt neun Implantate vor ihrer prothetischen Weiterversorgung auffällig. Ursache für drei weitere präprothetische Implantatverluste waren persistierende, periimplantäre Entzündungen mit Abzedierung. Die drei biologischen Misserfolge in Form eines progredienten Knochenabbaus ereigneten sich 49, 52 und 59 Monate nach Belastung. Zahlrei-

che retrospektive und prospektive Untersuchungen haben implantologische Misserfolge vor und nach erfolgter Implantatbelastung beschrieben (ADELL et al. 1981, ZARB & SCHMITT 1990, JEMT 1991 und 1993). Es wird angenommen, dass die mögliche Ursache eines präprothetischen Implantatmisserfolges in einer Überhitzung des Implantatbettes während dessen Präparation liegt. Weitere in Betracht kommende Ursachen sind Infektionen, ein beeinträchtigter Gesundheitszustand des Patienten sowie Mikrobewegungen des Implantates während der Einheilungsphase (ALBREKTSSON et al. 1981, BRÄNEMARK 1983).

Mögliche Gründe für Implantatmisserfolge nach deren prothetischer Versorgung liegen in einer mangelnden Mundhygiene, in einer Fehlbelastung des Implantates sowie in einer unzureichenden Gerüstpassung der Suprastruktur (SKALAK 1983, LEKHOLM et al. 1986, JEMT 1993).

Der errechnete Medianwert der über den gesamten Studienzeitraum erhobenen, periimplantären Sondierungstiefen betrug 3 mm. Der Zusammenhang zwischen Sondierungstiefe, Weichgewebsreaktionen und Knochendestruktion ist kritisch zu beurteilen. Lekholm et al. (1986) fanden heraus, dass eine erhöhte Sondierungstiefe nicht zwangsläufig eine erhöhte Knochendestruktion zur Folge haben muss.

Ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung des Implantaterfolges ist die periimplantäre Knochenstruktur. Das Fehlen gesunder und stabiler knöcherner Verhältnisse führt zwangsläufig zu einem implantologischen Misserfolg. Somit stellt sich die Frage, in welchem Rahmen sich der Knochenverlust bewegen darf.

ADELL et al. (1981) ermittelten einen durchschnittlichen Knochenabbau an Bränemark-Implantaten von 1,5 mm innerhalb des ersten Jahres nach Belastung und 0,1 mm jährlich in den darauf folgenden Untersuchungs Jahren. Diese Ergebnisse wurden in einer dreijährigen Nachuntersuchung durch COX & ZARB (1987) weitgehend bestätigt. Den beiden Autoren zufolge belief sich der ermittelte Knochenverlust im ersten Jahr nach Implantatbelastung auf 1,6 mm und in den darauf folgenden Jahren auf 0,13 mm jährlich.

Nach ALBREKTSSON et al. 1986, ALBREKTSSON (1988) und SMITH & ZARB (1989) sollte der jährliche periimplantäre Knochenverlust im Anschluss an das erste Jahr nach Implantatbelastung maximal 0,2 mm betragen, um das Implantat als erfolgreich bewerten zu können. Diese Kriterien sind von zahlreichen anderen Autoren in aktuellen Studien bestätigt worden (ALBREKTSSON & ISIDOR 1993, ROOS et al. 1997, SENNERBY et al. 1997).

In der vorliegenden Untersuchung betrug der periimplantäre Knochenabbau im Anschluss an das erste Jahr nach Belastung durchschnittlich 0,1 mm. Im weiteren Verlauf der Untersuchung wurden im Durchschnitt keine weiteren Verluste marginalen Knochens beobachtet.

Die 196 erfolgreichen Implantate bestätigen die Ergebnisse der o.g. Untersuchungen. Der Mikrosplatt am Übergang Implantat-Pfosten ist möglicherweise eine Ursache für den beobachteten durchschnittlichen Knochenabbau von 2 mm innerhalb der Einheilungs- und Belastungsphase des ersten Jahres. HERMANN et al. (1997) konnten in einer tierexperimentellen Studie an fünf Hunden einen durchschnittlichen Knochenabbau von 2 mm unterhalb des Mikrosplattes nachweisen.

COCHRAN et al. (1997) beobachteten histologisch in einer weiteren tierexperimentellen Studie an sechs Hunden, in deren Kiefer im Rahmen der Untersuchung 69 titanplasmabeschichtete Implantate inseriert worden waren, die Ausbildung einer Art biologischen Breite um das Implantat, wie sie auch bei natürlichen Zähnen zu finden ist. Es stellt sich ein 1,5–2 mm grosser

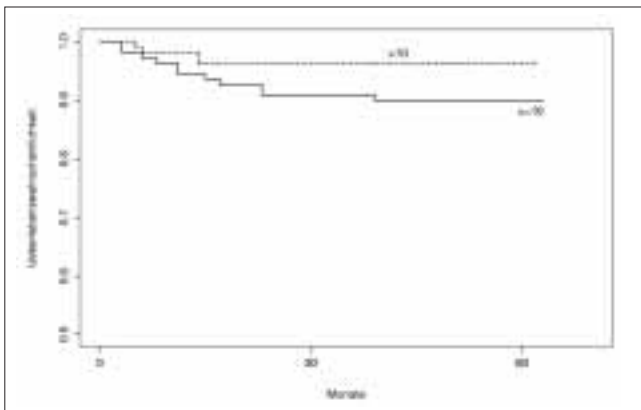


Abb. 3 Kaplan-Meier-Analyse: Überlebenszeitkurve der Implantate in Längen ≤ 10 mm (n = 108) und > 10 mm (n = 106). — Implantatlänge ≤ 10 mm, - - - Implantatlänge > 10 mm

Abstand zwischen Implantatschulter und dem krestalen Knochen physiologischerweise ein.

Nach Aussage des «frailty (Zufallseffekt) Modells», konnte kein signifikanter Einfluss der unterschiedlich verwendeten Implantatdurchmesser auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate festgestellt werden.

BAHAT & HANDELSMAN (1996) beschrieben die erfolgreiche Anwendung von durchmessererweiterten Brånemark-Implantaten (\varnothing 5 mm) mit einer Misserfolgsrate von 2,3% nach einem bis drei Jahren.

Entgegen dieser Feststellung erzielten IVANOFF et al. (1999) in einer fünfjährigen Nachuntersuchung von 299 Brånemark-Implantaten unterschiedlichen Durchmessers schlechtere Resultate mit durchmessererweiterten Implantaten als mit Standardimplantaten. Die Überlebensrate durchmessererweiterter Implantate betrug 82% im Vergleich zu Standardimplantaten mit 95% nach fünf Jahren.

Bei Betrachtung des untersuchten Parameters «Implantatlänge» konnte ein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich einer erhöhten Verlustrate kürzerer Implantate nachgewiesen werden. Lange Implantate haben ein geringeres Risiko zum Implantatmisserfolg als kurze. Zahlreiche Untersuchungen bestätigen diese Beobachtung (VAN STEENBERGHE et al. 1990, FRIBERG et al. 1991, JEMT et al. 1992, NAERT et al. 1992, PYLANT et al. 1992, GUNNE et al. 1994, JEMT & LEKHOLM 1993 und 1995, HIGUCHI et al. 1995, LEKHOLM et al. 1999).

Ein statistisch signifikanter Einfluss des Rauchens auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate konnte in dieser Untersuchung nicht nachgewiesen werden. Möglicherweise ist dies durch das ungleiche Mengenverhältnis zwischen Nichtrauchern und Rauchern im Patientenkollektiv zu erklären. Entgegen dieser Beobachtung konnte in anderen Untersuchungen ein direkter Zusammenhang bezüglich des Rauchens und einer höheren Verlustrate der Implantate nachgewiesen werden (BAIN & MOY 1993, DE BRUYN & COLLAERT 1994, GORMAN et al. 1994).

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser prospektiven Untersuchung signalisieren, dass die verwendeten enossalen Schraubenimplantate mit maschinell bearbeiteter Oberfläche eine eher durchschnittliche Grundlage für implantatgetragenen Zahnersatz beim teilbezahnten Patienten bieten. Längere Implantate haben ein geringeres Risiko zum Implantatmisserfolg als kürzere.

Verdankungen

Die Autoren bedanken sich bei PD Dr. M.B. Hürzeler, München, und Dr. D. Weng, Würzburg, für die Mithilfe bei der Durchführung der Studie, bei 3i Implant Innovations, Inc. (West Palm Beach, FL, U.S.A.) für die finanzielle Unterstützung und bei Th. Gerds, Freiburg für die statistische Auswertung.

Summary

BESCHNIDT S M, MUCHE R, KRAUSSE A, STRUB J R: **Implant survival and success rates in partially edentulous patients. Part 1** (in German). Schweiz Monatsschr Zahnmed 113: 396–403 (2003)

The use of osseointegrated implants is an accepted procedure for the treatment of complete or partially edentulous jaws. The purpose of this prospective long-term study was to evaluate the

survival and success rates of endosseous dental implants (machined surface) in partially edentulous patients.

A total of 76 patients (47 females, 29 males) with 214 implants (68 maxillary, 146 mandibular) were evaluated. Their mean age was 45, ranging from 18 to 76 years. The implant length varied between 7 and 15 mm, the diameter between 3.4 and 6 mm.

Nine implants were lost before abutment connection. Follow-up visits were scheduled at 3 and 6 months, 1 year, 2 and 3 years after insertion of the prostheses. Radiographic examination included intraoral periapical films to evaluate the horizontal and vertical bone loss. During the follow-up period, 18 implants in 10 patients were classified as failures. Fifteen implants were lost, and three implants were considered failures because of vertical bone loss greater than 0.2 mm per year after the first year of functional loading. The marginal bone loss averaged 2.1 mm in the maxillae and mandibles. According to the Kaplan-Meier estimator the probable implant survival and success is at 93% and 88% respectively after 63 months. Long implants (> 10 mm) have a significantly better chance of survival than shorter implants (\leq 10 mm).

The results of this prospective study indicate that 3i endosseous dental implants provide an average foundation for implant-supported restorations.

Résumé

L'utilisation d'implants ostéointégrés est actuellement une procédure acceptée dans le cadre du traitement de mâchoires complètement ou partiellement édentées. Le but de cette étude prospective à long terme était d'évaluer les taux de survie et de succès d'implants endo-osseux (à surface usinée) chez des patients partiellement édentés.

Un total de 76 patients (47 femmes et 29 hommes) englobant 214 implants (68 au maxillaire et 146 à la mandibule) ont été évalués. Leur âge moyen était de 45 ans, allant de 18 à 76 ans. La longueur des implants variait entre 7 et 15 mm, tandis que le diamètre variait entre 3,4 et 6 mm.

Neuf implants ont été perdus avant la confection du moignon (partie secondaire). Des visites de contrôle ont été effectuées 3 mois, 6 mois, une année, 2 ans et 3 ans après l'insertion de la suprastructure prothétique. L'examen radiographique comprenait des clichés rétroalvéolaires apicaux pour l'évaluation de la perte osseuse horizontale et verticale. Durant la période de suivi, 18 implants ont été considérés comme des échecs. 15 implants ont été perdus et trois implants ont été considérés comme des échecs à cause d'une perte osseuse verticale plus importante que 0,2 mm par année après la première année de mise en charge fonctionnelle. La perte d'os marginal moyenne était de 2,1 mm au maxillaire et à la mandibule. En accord avec l'analyse Kaplan-Meier, l'estimation de survie et de succès implantaire probable était de 93% et de 88% après 63 mois. Les implants longs (>10 mm) ont révélé une probabilité de survie significativement supérieure aux implants courts (\leq 10 mm). Les résultats de cette étude prospective indiquent que les implants endo-osseux 3i présentent une base plutôt médiocre pour des restaurations implanto-portées chez le patient partiellement édenté.

Literaturverzeichnis

ADELL R, LEKHOLM U, ROCKLER B, BRÅNEMARK P I: A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Int J Oral Surg 10: 387–416 (1981)

- ALBREKTSSON T, BRÄNEMARK P I, HANSSON H A, LINDSTROM J: Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand* 52: 155–170 (1981)
- ALBREKTSSON T, ZARB G, WORTHINGTON P, ERIKSSON A R: The long-term efficiency of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1: 11–25 (1986)
- ALBREKTSSON T: A multicenter report on osseointegrated oral implants. *J Prosthet Dent* 60: 75–84 (1988)
- ALBREKTSSON T, ISIDOR F: Consensus report of session V. In: Lang N P, Karring T (Eds): *Proceedings of the first European Workshop of Periodontology*. Quintessence, London, pp 365–369 (1993)
- ALBREKTSSON T, ZARB G A: Current interpretations of the osseointegrated response: clinical significance. *Int J Prosthodont* 6: 95–105 (1993)
- ASTRAND P, BORG K, GUNNE J, OLSSON M: Combination of natural teeth and osseointegrated implants as prosthesis abutments: a 2-year longitudinal study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 6: 305–312 (1991)
- BAHAT O, HANDELSMAN M: Use of wide implants and double implants in the posterior jaw: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 11: 379–386 (1996)
- BAIN C A, MOY P K: The association between the failure of dental implants and cigarette smoking. *Int J Oral Maxillofac Implants* 8: 609–615 (1993)
- BEHNEKE A, BEHNEKE N, D'HOEDT B: The longitudinal clinical effectiveness of ITI solid-screw implants in partially edentulous patients: a 5-year follow-up report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 15: 633–645 (2000)
- BRÄNEMARK P I: Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 50: 399–410 (1983)
- COCHRAN D L, HERMANN J S, SCHENK R K, HIGGINBOTTOM F L, BUSER D: Biologic width around titanium implants. A histometric analysis of the implanto-gingival junction around unloaded and loaded nonsubmerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 68: 186–198 (1997)
- COX J F, ZARB G A: The longitudinal clinical efficacy of osseointegrated implants. A 3-year report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2: 91–100 (1987)
- DAVARPANA H, MARTINEZ H, TECUCIANU J F, ALCUFORADO G, ETIENNE D, CELLETTI R: The self-tapping and ICE 3i implants: a prospective 3-year multicenter evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 16: 52–60 (2001)
- DE BRUYN H, COLLAERT B: The effect of smoking on early implant failure. *Clin Oral Implant Res* 5: 260–264 (1994)
- FRIBERG B, JEMT T, LEKHOLM U: Early failures in 4641 consecutively placed Brånemark dental implants: a study from stage 1 surgery to the connection of completed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 6: 142–146 (1991)
- GORMAN M, LAMBERT M, MORRIS F, OCHI S, WINKLER S: The effect of smoking on implant survival at second-stage surgery: DICRG Interim report No. 5. *Dental Implant Clinical Researcher Group*. *Implant Dent* 3: 165–168 (1994)
- GRUNDER U, POLIZZI G, GOENÉ R, HATANO N, HENRY P, JACKSON W, KAWAMURA K, KÖHLER S, RENOUARD F, ROSENBERG R, TRIPLETT G, WERBITT M, LITHNER B: A 3-year prospective multicenter follow-up report on the immediate and delayed-immediate placement of implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14: 210–216 (1999)
- GUNNE J, JEMT T, LINDEN B: Implant treatment in partially edentulous patients: a report on prostheses after 3 years. *Int J Prosthodont* 7: 143–148 (1994)
- HERMANN J S, COCHRAN D L, NUMMIKOSKI P V, BUSER D: Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 68: 1117–1130 (1997)
- HIGUCHI K W, FOLMER T, KULTJE C: Implant survival rates in partially edentulous patients: a 3-year prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 53: 264–268 (1995)
- IVANOFF C J, GRÖNDAHL K, SENNERBY L, BERGSTRÖM C, LEKHOLM U: Influence of variations in implant diameters: a 3- to 5-year retrospective clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14: 173–180 (1999)
- JEMT T: Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Brånemark implants in edentulous jaws: a study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual check-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 6: 270–276 (1991)
- JEMT T: Implant treatment in resorbed edentulous upper jaws. *Clin Oral Implants Res* 4: 187–194 (1993)
- JEMT T, BOOK K, LINDEN B, URDE G: Failures and complications in 92 consecutively inserted overdentures supported by Brånemark implants in severely resorbed edentulous maxillae: a study from prosthetic treatment to first annual check-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 7: 162–167 (1992)
- JEMT T, LEKHOLM U: Oral implant treatment in posterior partially edentulous jaws: a 5-year follow-up report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 8: 635–640 (1993)
- JEMT T, LEKHOLM U: Implant treatment in edentulous maxillae: a 5-year follow-up report on patients with different degrees of jaw resorption. *Int J Oral Maxillofac Implants* 10: 303–311 (1995)
- KAPLAN E L, MEIER P: Nonparametric estimation from incomplete observations. *J Am Stat Assoc* 53: 457 (1958)
- LAZZARA R, SIDDIQUI A A, BINON P, FELDMAN S A, WEINER R, PHILLIPS R, GONSHOR A: Retrospective multicenter analysis of 3i endosseous dental implants placed over a five-year period. *Clin Oral Implants Res* 7: 73–83 (1996)
- LEKHOLM U, ZARB G: Patient selection and preparation. In: Brånemark P-I, Zarb G., Albrektsson T. *Tissue-Integrated prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry*. Quintessence, Chicago, pp 211–232 (1985)
- LEKHOLM U, ADELL R, LINDHE J, BRÄNEMARK P I, ERIKSSON B, ROCKLER B et al.: Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures. II. A cross-sectional retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 15: 53–61 (1986)
- LEKHOLM U, GUNNE J, HENRY P, HIGUCHI K, LINDÉN U, BERGSTRÖM C, VAN STEENBERGHE D: Survival of the Brånemark implant in partially edentulous jaws: a 10-year prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14: 639–645 (1999)
- MISCH C E: Density of bone: effect on treatment plans, surgical approach, healing and progressive bone loading. *Int J Oral Implantol* 6: 23–31 (1990a)
- MISCH C E: Divisions of available bone in implant dentistry. *Int J Oral Implantol* 7: 9–17 (1990b)
- NAERT I, QUIRYNEN M, VAN STEENBERGHE D, DARIUS P: A six-year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for treatment of partial edentulism. *J Prosthet Dent* 67: 236–245 (1992)
- ODD O A, ESPEN B, TORLEIF S: Analysis of dependent survival data applied to lifetime of amalgam fillings. *Stat Med* 14: 1819–1829 (1995)
- PARAIN A M, ECKERT S E, WOLLAN P C, KELLER E E: Implant reconstruction in the posterior mandible: a long-term retrospective study. *J Prosthet Dent* 78: 34–42 (1997)

- PYLANT T, TRIPLETT R G, KEY M C, BRUNSVOLD M A: A retrospective evaluation of endosseous titanium implants in partially edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 7: 195–202 (1992)
- RENOUARD F, ARNOUX J P, SARMENT D P: Five-mm-diameter implants without a smooth surface collar; report on 98 consecutive placements. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14: 101–107 (1999)
- ROOS J, SENNERBY L, LEKHOLM U, JEMT T, GRÖNDAHL , ALBREKTSSON T: A qualitative and quantitative method for evaluating implant success: a 5-year retrospective analysis of the Brånemark implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* 12: 504–514 (1997)
- SENNERBY L, LEKHOLM U, JEMT T, GRONDAHL K, ALBREKTSSON T: Qualitative and quantitative method for evaluating implant success: a 5-year retrospective analysis of the Branemark implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* 12: 504–514 (1997)
- SKALAK R: Biomechanical considerations in osseointegrated prostheses. *J Prosthet Dent* 49: 843–848 (1983)
- SMITH D E, ZARB G A: Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *J Prosthet Dent* 62: 567–572 (1989)
- SPIEKERMANN H: Implantatprothetik. In: Voss R., Meiners H. (Hrsg.): Fortschritte der zahnärztlichen Prothetik und Werkstoffkunde. Bd. 4. Hanser, München (1989)
- STRUB J R, TÜRP J C, WITKOWSKI S, HÜRZELER M B, KERN M: Curriculum Prothetik. Quintessenz, Berlin (1994)
- VAN STEENBERGHE D, LEKHOLM U, BOLENDER C, FOLMER T, HENRY P, HERRMAN I, HIGUCHI K, LANEY W, LINDEN U, ASTRAND P: Applicability of osseointegrated oral implants in the rehabilitation of partial edentulism: a prospective multicenter study on 558 fixtures. *Int J Oral Maxillofac Surg* 5: 272–281 (1990)
- ZARB G A, SCHMITT A: The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants: The Toronto study. Part I: surgical results. *J Prosthet Dent* 63: 451–457 (1990).