



$L = 8, 10, 12, 14$



$L = 6, 8, 10, 12, 14$

Langzeitergebnisse mit ITI®-Vollschraubenimplantaten

10-Jahres-Erfolgsanalyse mit 468 Implantaten

André Rätzer Künzel, Harald J. Schiel
und J. Thomas Lambrecht

Klinik für zahnärztliche Chirurgie, Radiologie,
Mund- und Kieferheilkunde, Zentrum für Zahnmedizin
der Universität Basel

Schlüsselwörter: ITI®-Vollschraubenimplantate,
Erfolgsanalyse, Langzeitergebnisse, Überlebensraten

Korrespondenzadresse:
Prof. Dr. Dr. J. Th. Lambrecht
Klinik für zahnärztliche Chirurgie, Radiologie,
Mund- und Kieferheilkunde
Hebelstrasse 3
CH-4056 Basel/Schweiz
Tel. ++41-61-267 2606
Fax: ++41-61-267 2607
E-Mail: J-Thomas.Lambrecht@unibas.ch

(Texte français voir page 30)

Einleitung

In den vergangenen dreissig Jahren wurden Kriterien für die voraussagbare Integration von enossalen dentalen Implantaten vorgeschlagen, und experimentelle Studien (BRÄNEMARK et al. 1969, SCHROEDER et al. 1976, SCHROEDER et al. 1978, SCHROEDER et al. 1981) zeigten, dass Titan-Implantate bei einem direkten

468 sub- und transmukosal inserierte ITI®-Titan-Vollschraubenimplantate wurden bei 191 Patienten zur Ermittlung der 5- und 10-Jahreslangzeitprognose bei teil- und unbezahnten Patienten untersucht. Von den erfolgreich osseointegrierten Implantaten, (Einheilungsphase 4 bis 6 Monate, 9 Monate bei Sinusboden-Augmentation) wurden 228 festsitzend und 238 herausnehmbar versorgt. In der jeweiligen Nachkontrolle wurde der klinische Status der Implantate erhoben und jedes Implantat wurde gemäss bekannter Erfolgskriterien klassifiziert. Die Daten wurden in eine computerunterstützte Datenbank eingegeben. Die tatsächliche 5-Jahres-Überlebens- und -Erfolgsrate konnte für 225 Implantate bestimmt werden. Zwei Implantate gingen während der Einheilphase und 1 Implantat 3 Jahre nach Versorgung verloren (0,64%). Bei 7 Implantaten war ein progressiver Knochenverlust über den Beobachtungszeitraum von 1 bis 3 Gewindegängen festzustellen. Diese Implantate wurden gemäss den Erfolgskriterien als Misserfolge eingestuft (1,5%). Unter Berücksichtigung der 68 drop-out-Implantate (14,4%) genügten ITI®-Vollschraubenimplantate den Anforderungen von ALBREKTSSON et al. (1986) (Überlebensrate von mindestens 85% nach 5 Jahren und 80% nach 10 Jahren), mit einer Erfolgswahrscheinlichkeit von 96,4%.

Kontakt zwischen Knochen und Implantatoberfläche einheilen. Die direkte bindegewebsfreie strukturelle und funktionelle Verbindung zwischen dem Knochen und der Oberfläche eines belasteten Implantates wurde als Osseointegration (BRÄNEMARK et al. 1969) beziehungsweise funktionelle Ankylose (SCHROEDER et al. 1976) definiert.

In klinischen Studien konnte in den letzten Jahren gezeigt werden, dass die Osseointegration und die Funktionsfähigkeit eines Implantates, sowohl im Seiten- wie im Frontzahnbereich,

ITI®-Vollschraubenimplantate
Implants ITI® de type vis pleine

langfristig möglich war (ADELL et al. 1990, MERICSKE-STERN et al. 1994, JEMT & LEKHOLM 1995, KREKELER et al. 1996, BUSER et al. 1997, LEVINE et al. 1997). Die angewendeten Implantate in diesen Studien waren in Form, Grösse Implantatoberfläche, Insertion und Versorgung unterschiedlich. Unter Beachtung gewisser Grundregeln (u.a. Kongruenz von Implantat und Implantatbett, Primärstabilität, unbelastete Einheilungsphase von 3 bis 6 Monaten) konnte mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Osseointegration oder Ankylose bei sub- oder transgingival inserierten Implantaten erreicht werden (GOTFREDSEN et al. 1991, ERICSSON et al. 1994). Die Kriterien für den Erfolg eines Implantates waren: Keine Implantatbeweglichkeit, keine rezidivierende periimplantäre Infektion mit Suppuration, keine persistierenden subjektiven Beschwerden, keine zirkuläre Radioluszenz am Implantat (ALBREKTSSON et al. 1986, SMITH & ZARB 1989, BUSER et al. 1990). Eine voraussagbare erfolgreiche Osseointegration konnte bei zwei- sowie einzeitig inserierten Implantaten klinisch (ERICSSON et al. 1996, BUSER et al. 1997, GOMEZ-ROMAN et al. 1997) und experimentell (GOTFREDSEN et al. 1991, WEBER et al. 1996) beobachtet und dokumentiert werden. Das Ziel der vorliegenden Studie war, die Überlebens- und Erfolgswahrscheinlichkeit für 468, über einen Zeitraum von 10 Jahren konsekutiv inserierte ITI®-Vollschraubenimplantate unter Anwendung einer Life-Table-Analyse (CUTLER & EDERER 1958) zu bestimmen.

Material und Methoden

Patienten und Implantate

In der Zeit vom 8. 3. 1989 bis 30. 6. 1998 wurden von 17 Operateuren in der Klinik für zahnärztliche Chirurgie, Radiologie, Mund- und Kieferheilkunde, Zentrum für Zahnmedizin der Universität Basel, 468 ITI®-Vollschraubenimplantate bei 191 Patienten (67 Männer, 124 Frauen) eingesetzt (Abb. 1).

Das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Implantation lag zwischen 18 und 84 Jahren mit einem Durchschnittsalter von 55,7 Jahren.

Bei verschiedenen Indikationen (Tab. I) erhielten 66 Patienten 201 Implantate zur Versorgung des zahnlosen Unterkiefers, 37 Patienten bei Freiendsituationen im Unterkiefer (93 Implantate). 30 Patienten mit Einzelzahnlücken im Oberkiefer erhielten 30 Implantate. 8 Patienten wurden mit 26 Implantaten im

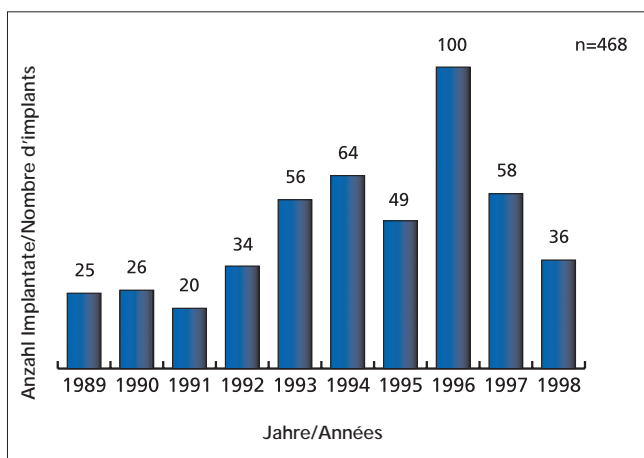


Abb. 1 Anzahl pro Jahr gesetzter ITI®-Vollschraubenimplantate zwischen März 1989 und Juni 1998.

Fig. 1 Nombre d'implants-vis pleins ITI® posés dans la période de mars 1989 à juin 1998.

Tab. I Patienten und unterschiedliche Indikationen.

Indikationen	Patienten* (n=191)	Implantate (n=468)
Zahnloser Unterkiefer	66	201
Freiendsituation	37	93
Einzelzahnlücke im Unterkiefer	26	30
Schaltlücke im Unterkiefer	7	16
Zahnloser Oberkiefer	8	26
Freiendsituation im Oberkiefer	21	59
Einzelzahnlücke im Oberkiefer	30	30
Schaltlücke im Oberkiefer	7	13

* bei 11 Patienten waren mehr als eine Indikation vorhanden.

zahnlosen Oberkiefer versorgt. 340 (72,6%) Implantate wurden im Unterkiefer und 128 (27,4%) im Oberkiefer inseriert.

Die Einheilung verlief bei 342 Implantaten subgingival (geschlossen), bei 126 Implantaten transgingival (offen).

Patienten, bei denen die Implantate gleichzeitig mit einer Sinusboden-Augmentation inseriert wurden, hatten Freiendsituationen oder Schaltlücken im Oberkiefer. 36 Implantate wurden bei 14 Patienten mit simultaner Sinusbodenelevation inseriert (16 Sinusbodenelevationen einseitig, bei 2 Patienten beidseits).

Einheilphase und prothetische Versorgung

Nach einer Einheilphase von 4 (für den Unterkiefer) bis 6 Monaten (für den Oberkiefer, 9 Monate bei Sinusbodenelevation) erfolgte bei geschlossener Einheilung die Freilegung und 2 bis 3 Wochen später die prothetische Versorgung. 74 zahnlose (227 Implantate) und 5 teilbezahnte Patienten (Unterkiefer- und Oberkiefer-Freiendsituation mit 11 Implantaten) erhielten abnehmbare Hybridprothesen.

Diese wurden zu 24% durch Teleskope (Konus), 15% Stege, 10% Kugelanker und 2% Magnetelemente auf 238 Implantaten verankert. Für den Einzelzahnersatz konnten 149 Implantate (32%) inseriert werden. 79 Implantate (17%) wurden für Brückenkonstruktionen eingesetzt (davon waren 2 gemischt getragen). Von den 70 Einzelzahnversorgungen im Oberkiefer waren 18 im Frontzahnbereich. Keines der in der Unterkieferfront gesetzten Implantate diente der Einzelzahnversorgung.

Nachkontrolle

Die jährliche Implantatnachkontrolle beinhaltete als klinische Parameter den Plaque-Index (MOMBELLI et al. 1987) und Gingival-Index (LÖE & SILNESS 1963, LÖE 1967) zur Beurteilung der periimplantären Gewebesituation sowie Röntgenbefund und Periotestwert (D'HOEDT et al. 1985, D'HOEDT & SCHRAMM-SCHERER 1988, SCHULTE et al. 1992). Jedes Implantat wurde jährlich gemäss den Erfolgskriterien (BUSER et al. 1990) klassifiziert (Tab. II).

Anhand von Panoramaschichtaufnahmen bei mehreren Implantaten wie im zahnlosen Kiefer oder mit Zahnfilmen bei Einzelzahnimplantaten wurde jedes Implantat arbiträr nach

Tab. II Angewendete Kriterien für den Implantaterfolg (nach BUSER et al. 1990).

1. Keine persistierenden subjektiven Beschwerden (Schmerzen, Fremdkörpergefühl und/oder Dysästhesien)
2. Keine rezidivierende periimplantäre Infektion mit Suppuration
3. Keine Implantatbeweglichkeit
4. Keine zirkuläre Radioluszenz am Implantat

Anzeichen von Knochenabbau oder periimplantärer Radioluzenz (JACOBS & STEENBERGHE 1998) im Vergleich zu den Ausgangsaufnahmen untersucht.

Falls ein Patient nicht nachkontrolliert werden konnte (kein Interesse, weggezogen usw.) wurden die Implantate als drop-out bewertet.

Überlebens- sowie Erfolgsanalyse (CUTLER & EDERER 1958)

Stichtag der Auswertung war der 31. 10. 1999. Alle untersuchten Implantate waren zum Zeitpunkt der Auswertung mindestens ein Jahr prothetisch versorgt, also unter funktioneller Belastung. Die 5-Jahresanalyse wurde für 225 Implantate durchgeführt, welche bis 31.10.1994 inseriert wurden. Das Einschlusskriterium war eine Beobachtungszeit von mindestens 5 Jahren (60 Monate). Somit konnten die tatsächlichen 5-Jahresraten mit den kumulierten 5-Jahres-Überlebens- und -Erfolgsraten verglichen werden (BUSER et al. 1997).

Ergebnisse

Implantatverluste

Während des gesamten Untersuchungszeitraums mussten drei Implantate entfernt werden (Tab. III). Von 468 Implantaten konnten nach der Einheilungsphase 466 prothetisch versorgt werden. Zwei Implantate gingen in der Einheilphase verloren, das dritte ging 3 Jahre nach Versorgung verloren. Im ersten Fall wurde ein Implantat 2 Wochen nach Implantation auf Grund einer Sensibilitätsstörung im Bereich des N. mentalis entfernt. Es wurde kein neues Implantat eingesetzt. Die Sensibilitätsstörung war nach Explantation rückläufig. Im zweiten Fall ging ein Implantat 1 Monat nach Implantation auf Grund eines Weichgewebsinfektes verloren. Ein drittes Implantat (Spätmissersfolg) ging 3 Jahre nach Implantation, bei periimplantärem Infekt mit Knochenverlust verloren. Es wurde bei einem Patienten inseriert, der sich zuvor einer Radiotherapie unterziehen musste, bei der der Unterkiefer im Strahlenfeld lag. Zur Implantation war eine Augmentation mit Beckenkammtransplantat nötig. Die Frühmissersfolgsrate (2 Implantate) entsprach 0,43%, die Spätmissersfolgsrate 0,22% (1 Implantat).

Implantatnachkontrolle

Implantate

Der häufigste angewendete Durchmesser der Vollschraubenimplantate war 4,1 mm (394 Implantate), gefolgt von durchmesserreduzierten 3,3 mm (73 Implantate) und ein Implantat mit

4,8 mm Durchmesser. 340 Implantate wurden im Unterkiefer und 128 im Oberkiefer inseriert.

Implantatlänge

Bezüglich den Implantatlängen wurde das 12 mm-Implantat am häufigsten (212) inseriert, gefolgt von 10 mm- (109), 14 mm- (64), 16 mm- (28), 11 mm- (15), 8 mm- (36), 6 mm-Implantaten (4). Es konnte keine Aussage über den Einfluss der Implantatlänge in der Erfolgsprognose gemacht werden.

Plaque-Index

In der letzten Nachkontrolle waren 56% der Flächen der 397 im Recall untersuchten Implantate plaquefrei (Plaque-Index von 0), 25% zeigten Plaque auf Sondierung (Plaque-Index 1), bei 15% war eine mässige Plaqueansammlung (Plaque-Index 2) und bei 4% eine massive Plaqueansammlung sichtbar (Plaque-Index 3) (Abb. 2).

Gingival-Index

Die periimplantäre Mucosa war zum Zeitpunkt der letzten Nachkontrolle (Oktober 1999) zu 76% reizlos (Index 0). Ein Index 1 bzw. 2 war in 20% bzw. 3% periimplantär vorhanden (Abb. 3). Nur 1% hatte einen Index von 3 (LÖE & SILLNESS, 1963, LÖE 1967).

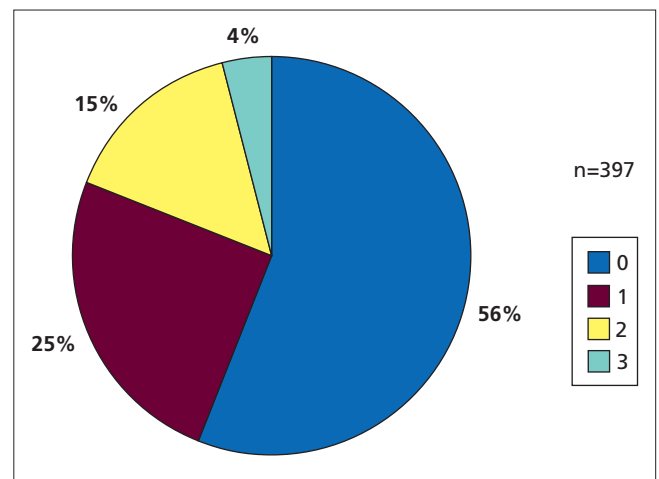


Abb. 2 Plaque-Index zum Zeitpunkt der letzten Kontrolle.

Fig. 2 Indice de plaque au moment du dernier contrôle.

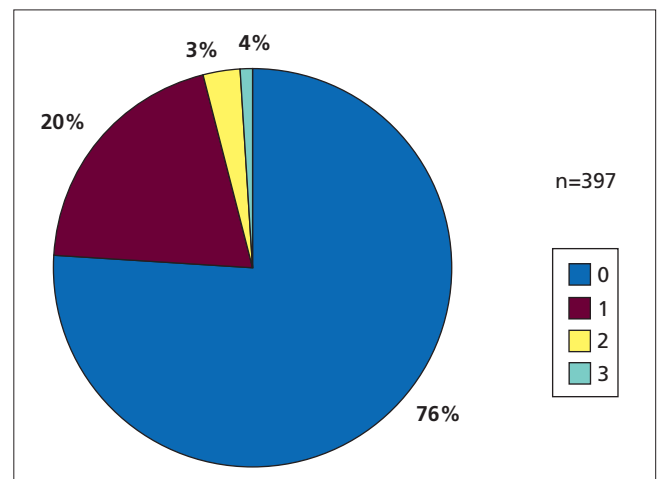


Abb. 3 Gingival-Index zum Zeitpunkt der letzten Kontrolle.

Fig. 3 Indice gingival au moment du dernier contrôle.

Tab. III Klinische und röntgenologische Klassifikation der Implantate bei den Jahreskontrollen.

Intervall (Jahre)	Implantatverluste	Misserfolge (zirkuläre Radioluzenz)	Misserfolge und Verluste
0-1	2	1	3
1-2	0	0	0
2-3	1	2	3
3-4	0	1	1
4-5	0	3	3
5-6	0	0	0
6-7	0	0	0
7-8	0	0	0
8-9	0	0	0
9-10	0	0	0
Total	3	7	10

Röntgenbefund

Von den 397 Patienten, die bis zum letzten Recall im Oktober 1999 kamen, hatten 7 Implantate (bei 7 Patienten) Anzeichen für eine periimplantäre Radioluzenz (Abb. 4). Davon befand sich eins im Oberkiefer.

Ein progressiver Knochenabbau konnte nur in den ersten 5 Jahren festgestellt werden, er blieb stabil in den nachfolgenden Kontrollen (Tab. III).

Die verbliebenen 390 Implantate zeigten radiologisch Knochenabbau bis zur rau/glatt-Grenze der Implantate (Abb. 5 und 6).

Periotestwert

Die Periotestwerte lagen für 86% der Implantate im Bereich -8 bis -1. Der kleinste gemessene Wert war -8, der grösste +6 (Abb. 7), bei einem Mittelwert für alle Implantate von -3,3. Die Periotestwerte erreichten die niedrigsten Werte im interforami-



Abb. 4 Beispiel eines schüsselförmigen periimplantären Defektes.

Fig. 4 Exemple d'une lyse osseuse péri-implantaire «en cuvette».

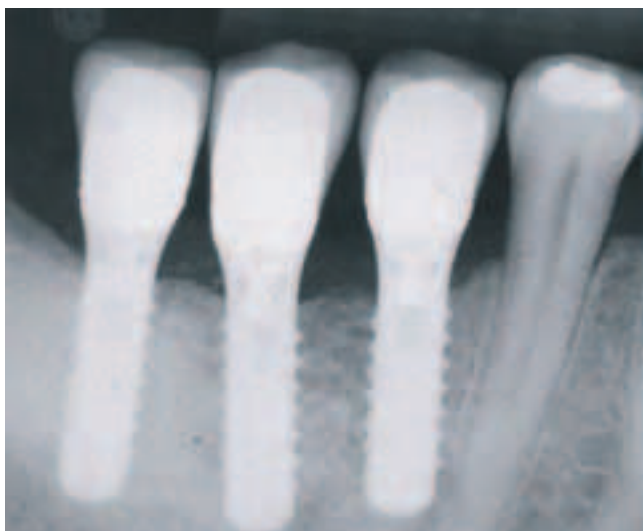


Abb. 5 Beispiel für eine stabile Knochensituation an der rau/glatt-Grenze nach 5 Jahren.

Fig. 5 Exemple d'une situation osseuse stable après 5 ans; niveau de la crête à la hauteur de la limite zone lisse/zone rugueuse de l'implant.

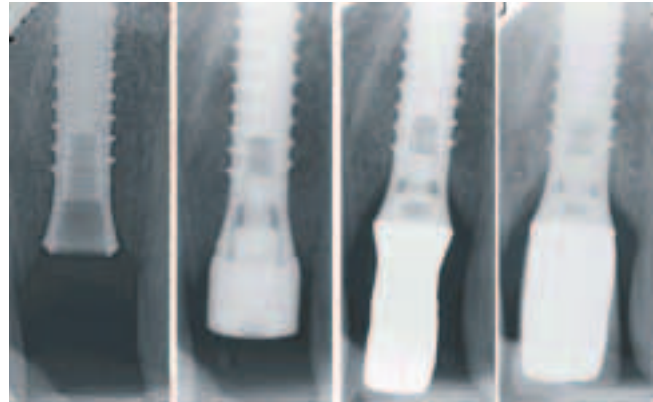


Abb. 6 Beispiel einer stabilen Knochensituation im Bereich der rau/glatt-Grenze des Implantates bei einer Einzelzahnversorgung (von rechts nach links: Implantation, Freilegung, provisorische Versorgung und definitive Versorgung).

Fig. 6 Exemple d'une situation osseuse stable à la hauteur de la limite zone lisse/zone rugueuse d'un implant pilier d'une couronne unitaire (de gauche à droite: à l'implantation, lors de l'exposition/connexion, sous reconstruction provisoire, après reconstruction définitive).

nalen Unterkiefer, die höchsten Werte wurden im Bereich der Molarenregion des Oberkiefers gemessen. Alle Implantate waren zum Zeitpunkt der letzten Kontrolle klinisch stabil.

Implantatposition

Es konnte kein statistischer Unterschied zwischen Erfolgsprognose im Ober- und Unterkiefer gefunden werden. Von den 128 Implantaten, die in der Maxilla inseriert wurden, ging keines verloren, ein Implantat wurde als Misserfolg bezeichnet. Von den 340 Implantaten, die im Unterkiefer eingesetzt wurden, gingen 3 verloren, 6 wurden als Misserfolg bezeichnet.

Erfolgsanalyse

Auf Grund des Ausscheidens von 37 Patienten (20%) wurden 68 Implantate (14,4%) nicht bis zum Ende der Studie kontrolliert.

Der biologische Misserfolg entsprach 7 Implantaten, die eines der zuvor festgelegten Erfolgskriterien nicht erfüllten. Diese Implantate zeigten im Verlauf einen progressiven Knochenabbau mit einer periimplantären Radioluzenz (Abb. 4 und Tab. III). Keines der anderen Kriterien wurde verletzt. Während des gesamten Untersuchungszeitraums mussten drei Implantate entfernt werden.

Die 7 biologischen Misserfolge und die 3 totalen Implantat-Verluste bedeuteten für die Erfolgsanalyse insgesamt 10 Misser-

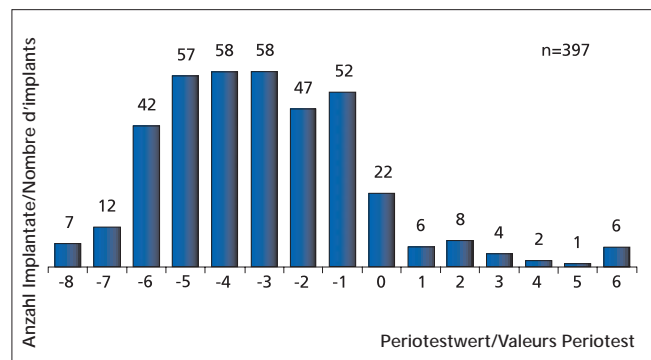


Abb. 7 Periotestwerte bei der letzten Nachkontrolle.

Fig. 7 Valeurs Periotest au moment du dernier contrôle.

folge. In den Nachkontrollen wurde jedes der Implantate auf Grund der zuvor festgelegten Erfolgskriterien als Erfolg oder Misserfolg bewertet, was die Berechnung der 10-Jahres-Überlebens- (Tab. IV) und -Erfolgswahrscheinlichkeit (Tab. V) für 468 Implantate erlaubte. Die tatsächliche 5-Jahres-Überlebens- und -Erfolgsrate (Tab. VI) konnte für 225 Implantate berechnet werden. Zwei Implantate gingen während der Einheilungsphase verloren (0,43%), ein weiteres als Spätverlust unter Belastung. 7 Implantate wurden auf Grund des progressiven Knochenverlustes, der von 1 bis 4 Gewindegänge reichte, als Misserfolge gemäss den Erfolgskriterien während der Nachkontrollen bewertet (1,7%).

Die nach der Methode von CUTLER & EDERER (1958) berechnete 10-Jahres-Überlebens- und -Erfolgswahrscheinlichkeit betrug respektiv 99,2% und 96,4%. Die tatsächliche 5-Jahres-Überlebens- und -Erfolgsrate erreichte 98,9% und 96,6%.

Diskussion

Das ITI-System ist das am weitesten verbreitete und angewendete Implantatsystem der Schweiz (LAMBRECHT et al. 1999).

In der vorliegenden retrospektiven Studie konnten 342 geschlossen und 126 offen eingehheilte ITI®-Vollschraubenimplantate evaluiert werden. Diese wurden unter Beachtung der in der Literatur festgelegten Anforderungen zur Standardisierung von Langzeitstudien über enossale Implantate kontrolliert, um bessere Vergleichsmöglichkeiten zu gewinnen (SHULMAN et al. 1986, BABBUSH & SHIMURA 1993, BUSER et al. 1997, LEVINE et al. 1997). ALBREKTSSON & ZARB (1993) erstellten weitere Anforderun-

Tab. VI Tatsächliche 5-Jahreserfolgs- und -Überlebensrate für 225 Implantate (Insertion zwischen März 1989 und November 1994).

Inserierte Implantate	225
«Drop-outs»	51
Implantate unter Risiko	174
Verluste	2
Misserfolge bei der 5-Jahreskontrolle	4
Verluste und Misserfolge	6
Tatsächlicher 5-Jahreserfolg (174/168)	96,6%
Tatsächliche 5-Jahresüberlebensrate (174/172)	98,9%

gerungen an Implantatstudien, die prospektiv mit einer Mindestanzahl von 50 Patienten erfolgen sollten und mindestens an 2 Zentren mit klar definierten Erfolgskriterien kontrolliert werden. Der Unterschied zwischen Implantatüberlebensdauer und -erfolg (BUSER et al. 1990, ALBREKTSSON & SENNERBY 1991) muss definiert werden. Die Implantatüberlebensdauer bezog sich auf die Implantate, die sich noch in situ befanden. Für den Implantaterfolg waren noch andere Kriterien wie Knochenabbau, Implantatbeweglichkeit etc. in Betracht zu ziehen (SCHNITMAN & SCHULMANN 1980, ALBREKTSSON et al. 1986). In dieser Arbeit wurden die Erfolgskriterien nach BUSER et al. (1990) herangezogen, d.h., besonders beachtet wurden Implantate, die zwar in Funktion waren, aber auf Grund vorgegebener Kriterien als Misserfolg bezeichnet werden mussten.

Diese Studie fand ausschliesslich an einem Zentrum, in dem die enossale Implantologie als Teil der dentoalveolären Chirurgie

Tab. IV Überlebenswahrscheinlichkeit der 468 Implantate (nach CUTLER & EDERER 1958).

Intervall (Jahre)	Implantate zu Beginn der Intervalle	Drop-out-Implantate	Misserfolge im Intervall	Erfolge im Intervall	Implantate unter Risiko	Erfolgswahrscheinlichkeit innerhalb des Intervalls	Kumulierte Überlebenswahrscheinlichkeit
0-1	468	12	2	1	461,5	0,995	99,5%
1-2	453	25	0	50	415,5	1	99,5%
2-3	378	6	1	77	336,5	0,997	99,2%
3-4	294	4	0	83	250,5	1	99,2%
4-5	207	17	0	48	174,5	1	99,2%
5-6	142	1	0	47	118	1	99,2%
6-7	94	3	0	35	75	1	99,2%
7-8	56	0	0	9	55,5	1	99,2%
8-9	47	0	0	18	38	1	99,2%
9-10	29	0	0	29	14,5	1	99,2%

Tab. V Erfolgswahrscheinlichkeit der 468 Implantate (CUTLER & EDERER 1958).

Intervall (Jahre)	Implantate zu Beginn der Intervalle	Drop-out-Implantate	Misserfolge im Intervall*	Erfolge im Intervall	Implantate unter Risiko	Erfolgswahrscheinlichkeit innerhalb des Intervalls	Kumulierte Erfolgswahrscheinlichkeit
0-1	468	12	3	0	462	0,994	99,4%
1-2	453	25	0	50	415,5	1	99,4%
2-3	378	6	3	75	337,5	0,991	98,5%
3-4	294	4	1	82	251	0,996	98,1%
4-5	207	17	3	45	176	0,983	96,4%
5-6	142	1	0	47	118	1	96,4%
6-7	94	3	0	35	75	1	96,4%
7-8	56	0	0	9	51,5	1	96,4%
8-9	47	0	0	18	38	1	96,4%
9-10	29	0	0	29	14,5	1	96,4%

* Verlust und Misserfolge gemäss Erfolgskriterien.

integriert ist, statt (LAMBRECHT 2000). Die 468 untersuchten Implantate wurden von 17 verschiedenen Operateuren in 10 Jahren inseriert, wobei die Ergebnisse unabhängig vom Operateur reproduzierbar waren.

Die vorliegende Arbeit ist als retrospektiv anzusehen, da die Patienten erst seit April 1994 regelmässig nach den oben genannten Kriterien untersucht und die Erfolgskriterien erst nach Beginn der Studie aufgestellt wurden bzw. werden konnten.

Die «drop-out-Rate» lag in der vorliegenden Arbeit bei 20% (37 drop-out-Patienten mit 68 Implantaten). Andere Autoren berichteten von geringeren Raten mit 9,1% (BEHNEKE et al. 1997), 6,3% (BUSER et al. 1997) und 17% (LEKHOLM et al. 1994), respektiv für 3-, 5- und 8-Jahresergebnisse. Die «drop-out-Rate» war also auf Grund der längeren Laufzeit akzeptabel.

In der Literatur wurde diskutiert, welche Parameter für die Nachkontrolle erforderlich waren. Vorgeschlagen wurden parodontale Indizes (Plaque-Index und Gingival-Index), Messungen des Knochenabbaus, Implantatfestigkeit (Periotestwert), und die Taschentiefe (BECKER et al. 1990, TETSCH et al. 1990, KLINGE 1991).

Erhöhte Indizes für Plaque, marginale Entzündung und Sondierungstiefe wurden in Tierversuchen mit der Entwicklung periimplantärer Läsionen in Zusammenhang gebracht (KLINGE 1991, LINDHE et al. 1992, LANG et al. 1993, SCHOU et al. 1993). Als klinische für implantologische Belange modifizierte Parameter wurden in der vorliegenden Studie der Plaque- (MOMBELLI et al. 1987) und der Gingival-Index (LÖE & SILLNESS 1963, LÖE 1967) angewendet. Wie die Ergebnisse zeigten, waren im Recall die Werte für die Plaque und den Entzündungsgrad der periimplantären Gewebe sehr niedrig. In der Gruppe, die zur letzten Nachkontrolle einen Plaque-Index 3 in dieser Studie erreichte, handelte es sich vorwiegend um Patienten, die altersbedingt aus motorischen Gründen keine optimale Reinigung mehr durchführen konnten und deshalb in kürzerem Abstand nachkontrolliert wurden. Es waren Patienten im Alter zwischen 78 und 88 Jahren. Ergebnisse mit Index 0–1 bei 80% der Kontrollen fanden auch andere Autoren (BUSER et al. 1990, ARVIDSON 1992, GOTTFREDSSEN et al. 1993, SPIEKERMANN et al. 1995, GOMEZ et al. 1997, BEHNEKE et al. 1997, ARVIDSON et al. 1998).

In der vorliegenden Studie korrelierten die Implantate mit einer periimplantären Radioluszenz nach JACOBS & STEENBERGHE (1998) nicht mit einer grösseren Plaqueansammlung wie u.a. von ENGQUIST et al. (1988), LEKHOLM et al. (1994) und LINDQUIST et al. (1996) postuliert. Nach RÜDIGER & FLEMMIG (1995) war der Plaque-Index von geringem Wert für die Früherkennung von periimplantären Knochenverlusten und die Plaqueansammlung spielte eine sekundäre Rolle beim Misserfolg. Die Plaque trat erst auf, wenn eine Implantatbeweglichkeit oder Radioluszenz vorhanden war und Schmerzen zu schlechterer Mundhygiene führten (BECKER et al. 1990).

Da nicht ausgeschlossen werden konnte, dass das Risiko einer infektionsbedingten Periimplantitis durch Plaque erhöht war, wurde auf die Mundhygiene der Patienten geachtet. Die Zusammenhänge von Plaqueanlagerung und Entzündungsgrad der periimplantären Mukosa bestätigten den Gingival-Index als sinnvoller Parameter (FLEMMING & HÖLTJE 1988, ERICSSON & LINDHE 1993, VAN STEENBERGHE et al. 1993).

In dieser Studie zeigten 75% einen Inflammationsgrad bzw. Gingival-Index von 0 zum Zeitpunkt der letzten Nachkontrolle. Obwohl zeitweise eine grössere Plaqueansammlung vorhanden war, zeigte die Gingiva geringe oder keine Anzeichen von Entzündung. Dies wurde auch von anderen Autoren berichtet (BUSER et al. 1990, LEKHOLM et al. 1994, SPIEKERMANN et al. 1995,

ARVIDSON et al. 1998). Sowohl Plaque-Index, als auch Gingival-Index dienten nicht zur Bestimmung des Implantaterfolges, sie wurden lediglich modifiziert zur Kontrolle des Hygienezustandes durchgeführt.

Exakte Messungen des Knochenverlustes waren in der vorliegenden retrospektiven Studie nicht durchführbar, da standardisierte Röntgenaufnahmen aller Implantate Voraussetzung sind (FRIEDLAND 1987, SEWERIN 1990, BENN 1992). Erst ab 1994 wurden bei Einzelzahnimplantaten standardisierte Zahnfilme mit Silikonschlüssel (Coltoflax®), Röntgenhalter (Rinn®) und der digitalen Röntgentechnik (Digora®) angefertigt (ASAL et al. 1999). Auf Grund dieser Fakten haben wir ebenso wie SALONEN et al. (1993), JANSEN et al. (1993) und KELLER (1995) auf reproduzierbar exakte radiologische digitale Auswertungen verzichtet und die arbiträre Methode verwendet.

Von 397 Implantaten, die in der vorliegenden Studie bis zur letzten Kontrolle untersucht wurden, konnte bei 390 Implantaten kein Knochenabbau erkannt werden, der über die rau/glatt-Grenze der Implantate reichte. Mit der Zunahme der Belastungszeit zeigte sich im Verlauf der vorliegenden Untersuchung keine Zunahme des Knochenabbaus wie von anderen Autoren (NAERT et al. 1992, ALBREKTSSON & ZARB 1993, LEKHOLM et al. 1994, MEISSNER et al. 1994, LINDQUIST et al. 1996, BUSER et al. 1997) festgestellt.

Die Implantatstabilität im Knochen wurde in der vorliegenden Arbeit durch das Periotestverfahren untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass die Periotestwerte aller Implantate im Bereich zwischen –8 und +6 lagen. Keines der Implantate hatte eine erhöhte klinische Beweglichkeit. Die niedrigsten Werte wurden im interforaminalen Teil des Unterkiefers erhoben. Dies wurde ebenfalls bereits in anderen Studien beschrieben (D'HOEDT et al. 1988, BUSER et al. 1990, TRICIO et al. 1995).

In-vitro-Untersuchungen haben demonstriert, dass die Periotestwerte erst nach mehreren Millimetern simulierter marginaler Knochenverluste anstiegen (HAAS et al. 1995, SPIEKERMANN et al. 1995). Das Verfahren erschien auf Grund der Reproduzierbarkeit für die Verlaufskontrolle von Implantaten als relevant (CHIAPASCO et al. 1997).

Eine Korrelation zwischen den Periotestwerten und periimplantären Knochenverlusten wurde gefunden (SCHULTE et al. 1992), schien aber für die klinische Diagnostik mit $r < 0,2$ nicht signifikant (TEERLINCK et al. 1991, RICHTER et al. 1992). Diese unterschiedlichen Wertungen des Periotestwertverfahrens relativierten die klinische Relevanz. Das Periotestverfahren ist aber als adjuvante Diagnostik etabliert.

Die grösste Anzahl der frühzeitig inserierten Implantate dieser Studie wurden zur Versorgung des zahnlosen und atrophischen Ober- und Unterkiefers inseriert. Die Versorgungen wurden einfach aber auch mit Augmentationstechniken (Bone splitting, Sinus graft etc.) vorgenommen (LAMBRECHT & KREUSCH 1996, LAMBRECHT & SCHIEL 1999). Im zeitlichen Verlauf zeigte sich ebenso die Tendenz, dass zunehmend teilbezahnte Patienten mit implantatgetragenen Einzelkronen und Brücken versorgt wurden wie bei MEISSNER et al. (1994), SCHIEL (1996) und BUSER et al. (1997).

Die Analyse nach CUTLER & EDERER (1958) wurde angewendet zur Berechnung der Überlebens- und Erfolgswahrscheinlichkeit von allen Implantaten unter Risiko in Bezug zur Zeit.

Alle Implantate, die nicht nachkontrolliert werden konnten (drop-out's), wurden in der Analyse berücksichtigt. Die kumulierte 10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit erreichte 99,2% und die Erfolgswahrscheinlichkeit 96,4%. Die berechnete kumulierte 5-Jahres-Überlebens- und -Erfolgswahrscheinlichkeit betrug 99,2%, bzw. 96,4%. Der Vergleich zeigte, dass die

tatsächlichen 5-Jahresraten den 5-Jahres-Überlebens- und Erfolgsraten entsprach. Dies wurde bereits von anderen Autoren beschrieben (BUSER et al. 1997).

Die Analyse nach KAPLAN & MEIER (1958) konnte mit so wenigen Verlustereignissen nicht vorgenommen werden. Diese sind aber auf eine sehr hohe Verweildauerwahrscheinlichkeit hin zu interpretieren (RÄTZER KÜNZEL 2000).

7 Implantate wurden als Misserfolg auf Grund einer periimplantären Radioluszenz bezeichnet. Der Knochenabbau hatte sich in diesen Fällen stabilisiert und lag jeweils im Bereich des ersten bis dritten Gewindeganges. Keines der anderen Erfolgskriterien wurde verletzt. 3 Implantate gingen im Studienverlauf verloren. Im ersten Fall wurde ein Implantat 2 Wochen nach Implantation auf Grund einer Sensibilitätsstörung im Bereich des N. mentalis entfernt. Im zweiten Fall ging ein Implantat 1 Monat nach Implantation bei einem Weichgewebsinfekt verloren. Ein drittes Implantat ging 3 Jahre nach Implantation, bei periimplantärem Infekt mit Knochenverlust verloren. Der Patient musste sich zuvor einer Radiotherapie unterziehen, in der der Unterkiefer im Strahlenfeld lag. Aus der Literatur war das erhöhte Risiko zumindest für diese Implantate bekannt (WERKMEISTER et al. 1999).

Für die ITI-Vollschraubenimplantate liegen bisher wenige Langzeitergebnisse vor. BEHNEKE et al. (1997) berichteten bei einer Laufzeit von 3 Jahren über Überlebensraten von 98,1% und Erfolgsraten, die bei 97,1% lagen. Hier waren von 320 untersuchten ITI®-Vollschraubenimplantaten 302 zur Versorgung des zahnlosen Unterkiefers eingesetzt, wo hohe Erfolgsraten zu erwarten waren (ADELL et al. 1981, ADELL et al. 1990, BABBUSCH & SHIMURA 1993, LILL et al. 1993, LEKHOLM et al. 1994, BUSER et al. 1997, DEPORTER et al. 1999).

Statistisch konnte in der vorliegenden Studie bezüglich der Erfolgsrate in der Maxilla und Mandibula, Implantatlänge oder Durchmesser kein Unterschied auf Grund der geringen Verluste gefunden werden.

Von BUSER et al. (1997) wurden in einer prospektiven Multizenterstudie die diversen ITI®-Implantate bis zu 8 Jahren nachuntersucht.

Unter den gesamten 2359 Implantaten waren 1141 Vollschrauben, die bis 7 Jahre beobachtet wurden, separat nach der statistischen Methode von CUTLER & EDERER (1958) ausgewertet. Die berechnete 10-Jahres-Erfolgswahrscheinlichkeit lag, unter Anwendung gleicher Erfolgskriterien und statistischer Methoden wie von BUSER et al. (1997), bei 96,4%.

Literaturverzeichnis

- ADELL R, LEKHOLM U, ROCKLER B, BRÄNEMARK P I: A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 10: 387–416 (1981)
- ADELL R, ERIKSSON B, LEKHOLM U, BRÄNEMARK P I, JEMT T: A long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Impl* 5: 347–359 (1990)
- ALBREKTSSON T, SENNERBY L: State of the art in oral implants. *J Clin Periodontol* 18: 474–481 (1991)
- ALBREKTSSON T, ZARB G A, WORTHINGTON P, ERIKSSON A R: The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Impl* 1: 11–25 (1986)
- ALBREKTSSON T, ZARB G A: Current interpretations of the osseointegrated response: clinical significance. *Int J Prosthodont* 6: 95–105 (1993)
- ARVIDSON K: A 3 year clinical study of Astra dental implants in the treatment of edentulous mandibles. *Int J Oral Maxillofac Impl* 7: 321–329 (1992)
- ARVIDSON K, BYSTEDT H, FRYKHOLM A, VON KONOW L, LOTHIGIUS E: Astra Tech dental implant system in the treatment of edentulous mandibles. *Clin Oral Impl Res* 9: 225–234 (1998)
- ASAL M, SCHIEL H, LAMBRECHT J T H: Digital imaging in dental implants follow-ups. In: LEMKE H U, VANNIER M W, INAMURA K, FARMAN A G (ed.): *Computer Assisted Radiology*, Elsevier Verlag, Amsterdam 894–899 (1999)
- BABBUSH C A, SHIMURA M: Five-year statistical and clinical observations with the IMZ two-stage osseointegrated implant system. *Int J Maxillofac Impl* 8: 245–253 (1993)
- BECKER W, BECKER B E, NEWMAN M G, NYMAN S: Clinical and microbiological findings that may contribute to dental implant failure. *J Oral Maxillofac Impl* 5: 31–38 (1990)
- BEHNEKE A, BEHNEKE N, D'HOEDT B, WAGNER W: Hard and soft tissue reactions to ITI screw implants: 3 year longitudinal results of a prospective study. *J Oral Maxillofacial Impl* 12: 749–757 (1997)
- BENN D K: Estimating the validity of radiographic measurements of marginal bone height changes around osseointegrated implants. *Implant Dent* 1: 79–83 (1992)
- BRÄNEMARK P I, BREINE U, ADELL R, HANSSON B O, LINDSTRÖM J, OHLSSON Å: Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 3: 81–100 (1969)
- BUSER D, WEBER H P, LANG N P: Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. *Clin Oral Impl Res* 1: 33–40 (1990)
- BUSER D, MERICSKE-STERN R, BERNARD J P, BEHNEKE A, BEHNEKE N, HIRT H P, BELSER U C, LANG N P: Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multicenter study with 2359 implants. *Clin Oral Impl Res* 8: 161–172 (1997)
- CHIAPASCO M, GATTI C, ROSSI E, HAEFLIGER W, MARKWALDER T H: Implant retained mandibular overdentures with immediate loading: A retrospective multicenter study on 226 consecutive cases. *Clin Oral Impl Res* 8: 48–57 (1997)
- CUTLER S J, EDERER F: Maximum utilization of the life table method in analyzing survival. *J Chronic Disease* 6: 699–712 (1958)
- D'HOEDT B, LUKAS D, MUEHLBRANDT L, SCHOLZ F, SCHULTE W, QUANTE F: Das Periotestverfahren. Entwicklung und klinische Prüfung. *Dtsch Zahnärztl Z* 40: 113–125 (1985)
- D'HOEDT B, SCHRAMM-SCHERER B: Der Periotestwert bei enosalen Implantaten. *Z Zahnärztl Implantol* 4: 89–100 (1988)
- DEPORTER D, WATSON, PHAROAH M, LEVY D, TODESCAN R: five-to six-year results of a prospective clinical trial using the ENDO-PORE dental implant and a mandibular overdenture. *Clin Oral Implants Res* 10: 95–102 (1999)
- ENGQUIST G, BERGENDAL T, KALLUS T, LINDEN U: A retrospective multicenter evaluation of osseointegrated implant-supported overdentures. *Int J Oral Maxillofac Impl* 2: 129–134 (1988)
- ERICSSON I, LINDHE J: Probing depth at implants and teeth. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 20: 623–627 (1993)
- ERICSSON I, RANDOW K, GLANTZ P-O, LINDHE J, NILNER K: Clinical and radiographical features of submerged and non-submerged titanium implants. *Clin Oral Impl Res* 5: 185–189 (1994)
- ERICSSON I, NILNER K, KLINGE B, GLANTZ P-O: Radiographical and histological characteristics of submerged and non-sub-

- merged titanium implants. An experimental study in the labrador dog. *Clin Oral Impl Res* 7: 20–26 (1996)
- FLEMMIG T F, HÖLTJE W J: Perimplantäre Mukosa und Knochen bei Titan-Implantaten. Die Rolle von Plaque, Zahnstein, befestigter Gingiva und Suprakonstruktion. *Z Zahnärztl Implantol* 4: 153–157 (1988)
- FRIEDLAND B: The clinical evaluation of dental implants: A review of the literature, with emphasis on the radiographic aspects. *Oral Implantol* 13: 101–111 (1987)
- GOMEZ-ROMAN G, SCHULTE W, D'HOEDT B, AXMAN-KROMAR D: The Frialit-2 implant system. Five-Year clinical experience in single-tooth and immediately postextraction applications. *Int J Oral Maxillofac Impl* 12: 299–309 (1997)
- GOTFREDSEN K, ROSTRUP E, HJORTING-HANSEN E, STOLTZE K, BUDTZ-JORGENSEN E: Histological and histomorphometrical evaluation of tissue reactions adjacent to endosteal implants in monkeys. *Clin Oral Impl Res* 2: 30–37 (1991)
- GOTFREDSEN K, HOLM B, SEWERIN I, HARDER F, HJORTING-HANSEN E, PEDERSEN C S, CHRISTENSEN K: Marginal tissue response adjacent to Astra dental implants supporting overdentures in mandible. A 2 year follow up study. *Clin Oral Impl Res* 4: 83–89 (1993)
- HAAS R, MENSENDORFF N, MAILATH G, WATZEK G: Experimental study on the value of the Periotest device in evaluating implant integration. *J Dent Res* 74: 406 (1995)
- JACOBS R, VAN STEENBERGHE, D: Radiographic Planning and Assessment of Endosseous Oral Implants. Springer Verlag Berlin Heidelberg 1998
- JANSEN V K, AUGTHUN M, RICHTER E J, SPIEKERMANN H: Zur Genauigkeit des Orthopantomogramms bei der Bestimmung des Knochenabbaus an IMZ-Implantaten. *Z Zahnärztl Implantol* 9: 200–204 (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 Impl* 10: 303–311 (1995)
- KAPLAN E L, MEIER P: Nonparametric estimation from incomplete observations. *J Am Stat Assoc* 47: 457–462 (1958)
- KELLER U: Die Darstellung des periimplantären Knochenabbaus im Röntgenbild. *Z. Zahnärztl. Implantol* 11: 88–91 (1995)
- KLINGE B: Implants in relation to natural teeth. *J Clin Periodontol* 18: 482–487 (1991)
- KREKELER G, MÖBUS I, KEMPER H: Das zweiteilige ITI-Dentalimplantat. Eine repräsentative Studie. *Stomatologie* 93: 35–39 (1996)
- LAMBRECHT J T H, KREUSCH T: Chirurgische Operationstechniken für enossale orale Implantate. *Implantologie*: 61–64 (1996)
- LAMBRECHT J T H, BESIMO C H E, GUINDY J S: Standortbestimmung der zahnärztlichen Implantologie in der Schweiz. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 109: 19–24 (1999)
- LAMBRECHT J T H, SCHIEL H J: Die Kieferhöhlenbodenosteoplastik (Sinus graft). *Acta Med Dent Helv* 4: 49–54 (1999)
- LAMBRECHT J T H: Dentoalveoläre Chirurgie. *Mund Kiefer Gesichtschir* 4: 265–269 (2000)
- LANG N P, BRÄGGER U, WALTHER B, KORNMANN K S: Ligature-induced peri-implant infection in cynomolgus monkeys. I. Clinical and radiographic findings. *Clin Oral Impl Res* 4: 2–11 (1993)
- LEKHOLM U, VAN STEENBERGHE D, HERRMANN I, BOLENDER C, FOLMER T, GUNNE J, HENRY P, HIGUCHI K, LANG N, LINDÉN U: Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous jaws. A prospective 5-year multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Impl* 9: 627–635 (1994)
- LEVINE R A, CLEM D S, WILSON JR T G, HIGGINBOTTOM F, SAUNDERS S L: A multicenter retrospective analysis of ITI implant system used for single-tooth replacements: Preliminary results at 6 or more month of loading. *Int J Oral Maxillofac Impl* 12: 237–242 (1997)
- LILL W, THORNTON B, REICHSTHALER J, SCHNEIDER B: Statistical analyses on the success potential of osseointegrated implants: A retrospective single-dimension statistical analysis. *J Prosthet Dent* 69: 176–185 (1993)
- LINDHE J, BERGLUNDH T, ERICSSON I, LILJENBERG B, MARINELLO C: Experimental breakdown of peri-implant and periodontal tissues. *Clin Oral Impl Res* 3: 9–16 (1992)
- LINDQUIST L W, CARLSSON G E, JEMT T: A prospective follow up study of mandibular fixed prosthesis supported by osseointegrated implants. Clinical results and marginal bone loss. *Clin Oral Impl Res* 7: 329–336 (1996)
- LÖE H, SILNESS J: Periodontal disease in pregnancy. Prevalence and severity. *Acta odont scand* 21: 532–551 (1963)
- LÖE H: The Gingival Index, the Plaque Index and the Retention Index system. *J Periodontol* 38: 610–616 (1967)
- MEISSNER T, BECKER J, NITSCHKE I: Ergebnisse mit dem Ha-Ti-Implantat. *Z Zahnärztl Implantol* 10: 186–190 (1994)
- MERICKE-STERN R, STEINLIN SCHAFFNER T, MARTI P, GEERING A H: Peri-implant mucosal aspects of ITI implants supporting overdentures. A five-year longitudinal study. *Clin Oral Impl Res* 5: 9–18 (1994)
- MOMBELLI A, VAN OSTEN M A C, SCHÜRCH E, LANG N: The microbiota associated with successful or failing osseointegrated titanium implants. *Oral Microbiol Immunol* 2: 145–151 (1987)
- NAERT I, QUIRYNEN M, VAN STEENBERGHE D: A six year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism. *J Prosthet Dent* 67: 236–245 (1999)
- RÄTZER KÜNZEL A: Med. Diss. Basel (2000)
- RICHTER E J, JANSEN V, JOVANOVIĆ S A: Langzeitergebnisse von IMZ- und TPS-Implantaten im interforaminalen Bereich des zahnlosen Unterkiefers. *Dtsch Zahnärztl Z* 47: 449–454 (1992)
- RÜDIGER S, FLEMMIG T F: Perimplantäre Diagnostik. *Implantol* 4: 301–313 (1995)
- SALONEN M A, OIKARINEN K, VIRTANEN K, PERNU H: Failures in the Osseointegration of Endosseous Implants. *Int J Oral Maxillofac Impl* 8: 92–96 (1993)
- SCHIEL H J: Retrospektive Multicenterstudie zur Osseointegration enossaler Einzelzahnimplantationen mit dem Ha-Ti-System. Dr. h. c. Robert Mathys-Seminar: 11–20 (1996)
- SCHOU S, HOLMSTRUP P, STOLZE K, HJORTING-HANSEN E, KORNMANN K S: Ligature induced marginal inflammation around osseointegrated implants and ankylosed teeth. *Clin Oral Impl Res* 4: 12–22 (1993)
- SCHROEDER A, POHLER O, SUTTER F: Gewebsreaktion auf ein Titan-Hohlzylinderimplantat mit Titan-Spritzschichtoberfläche. *Schweiz Mschr Zahnheilk* 86: 713–727 (1976)
- SCHROEDER A, STICH H, STRAUMANN F, SUTTER F: Über die Anlagerung von Osteozement an einen belasteten Implantatkörper. *Schweiz Mschr Zahnheilk* 88: 1051–1058 (1978)
- SCHROEDER A, VAN DER ZYPEN E, STICH H, SUTTER F: The reactions of bone, connective tissue, and epithelium to endosteal implants with titanium-sprayed surfaces. *J Maxillofac Surg* 9: 15–25 (1981)
- SCHULTE W, D'HOEDT B, LUKAS D, MAUNZ M, STEPELER M: Periotest for measuring periodontal characteristics-Correlation with periodontal bone loss. *J Periodont Res* 27: 184–190 (1992)
- SEWERIN I P: Errors in radiographic assessment of marginal bone height around osseointegrated implants. *Scand J Dent Res* 98: 428–433 (1990)

- SHULMAN L B, ROGOFF G S, SABVITTR E D, KENT R L: Evaluation in reconstructive implantology. *Dent Clin North Am* 30: 327–349 (1986)
- SCHNITMAN P A, SHULMAN L B: Dental implants: Benefit and Risk. Proceedings of an NIH-Harvard Consensus Conference (1978). US Department of Health and Human Services. NIH publication 11: 81–1531 (1980)
- SMITH D E, ZARB G A: Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *J Prosth Dent* 62: 567–572 (1989)
- TEERLINCK J, QUIRYNEN M, DARIUS P, VAN STEENBERGHE D: Periotest – An objective clinical diagnosis of bone apposition toward implants. *Int J Oral Maxillofac Impl* 6: 55–61 (1991)
- TETSCH P, ACKERMANN K L, BEHNEKE N, GALANDI M, GEIS-GERTORFER J, KERSCHBAUM T, KRÄMER A, KREKELER G, NENTWIG G H, RICHTER E J, SCHULTE W, SPIEKERMANN H, STRUNZ V, WAGNER W, WATZEK G, WEBER H: Proceedings of a Consensus Conference on Implantology October 18, 1989, Mainz, West Germany. *Int J Oral Maxillofac Impl* 5: 182–187 (1990)
- TRICIO J, LAOPHAPAND P, VAN STEENBERGHE D, QUIRYNEN M, NAERT I: Mechanical State Assessment of the Implant-Bone Continuum: A Better Understanding of the Periotest Method. *Int J Oral Maxillofac Impl* 10: 43–49 (1995)
- VAN STEENBERGHE D, KLINGE B, LINDEN U, QUIRYNEN M, HERRMANN I, GRAPLAND C: Periodontal indices around natural and titanium abutments. A longitudinal multicenter study. *J Periodontol* 64: 538–541 (1993)
- WEBER H P, BUSER D, DONATH K, FIOELLINI J P, DOPPOLAPUDI V, PAQUETTE D W, WILLIAMS R C: Comparison of healed tissues adjacent to submerged and non-submerged unloaded titanium dental implants. A histometric study in beagle dogs. *Clin Oral Impl Res* 7: 11–19 (1996)
- WERKMEISTER R, SZULCZEWSKI D, WALTEROS-BENZ P, JOOS U: Rehabilitation with dental implants of oral cancer patients. *J Craniomaxillofac Surg* 27: 38–41 (1999)