

C. K. Müller<sup>1</sup>, S. Fröbisch<sup>1</sup>, J. Chen<sup>2</sup>, S. Schultze-Mosgau<sup>1</sup>

# Untersuchung des Einflusses präoperativer Faktoren auf die Weichgewebekonsolidierung im Bereich von Einzelzahnimplantaten in der ästhetischen Zone – Eine Pilotstudie

*Evaluation of the influence of preoperative factors on soft tissue consolidation around single tooth implants in the esthetic zone – A pilot study*

**Zielstellung:** Ziel der Studie war die Identifikation von patienten-, defekt- und therapiebezogenen Einflussfaktoren auf das ästhetische Behandlungsergebnis nach kaufunktioneller Rehabilitation mit implantatgetragenen Einzelzahnkronen.

**Material und Methode:** In einer Pilotstudie wurden 34 Patienten, die 49 Implantate zur kaufunktionellen Rehabilitation mit implantatgetragenen Einzelzahnkronen an der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie/Plastische Chirurgie des Universitätsklinikums Jena erhielten, involviert. Patienten-, defekt- und therapiebezogene Parameter wurden erhoben. Auf standardisierten intraoralen Fotos wurde mit Hilfe des „Pink Esthetic Scores“ (PES) die „rote Ästhetik“ im Bereich der Implantate evaluiert. Der Einfluss der patienten-, defekt- und therapiebezogenen Faktoren auf den PES-Wert wurde in einer multivariaten Analyse untersucht.

**Ergebnisse:** Als signifikante Variablen zur Beschreibung des PES und damit des ästhetischen Ergebnisses konnten die Defektgröße, die SAC-Klassifikation und der Zustand des periimplantären Hartgewebes herausgearbeitet werden.

**Schlussfolgerung:** Im Rahmen der Aussagemöglichkeiten einer Pilotstudie mit geringen Patientenzahlen konnte bestätigt werden, dass ein insuffizientes Hart- und Weichgewebelager die größte Herausforderung darstellt. Aktuelle Entwicklungen minimalinvasiver Techniken des Hart- und Weichgewebemanagements könnten künftig zu einer Verbesserung des ästhetischen Outcomes für dieses Patientengut beitragen.

**Schlüsselwörter:** „Rote Ästhetik“; Pink Esthetic Score; multivariate Analyse

**Aim:** The study aimed at identifying patient-, defect- and treatment-related factors that influence the esthetic outcome following oral rehabilitation using single tooth implant crowns.

**Materials and Methods:** 34 patients, who received a total of 49 dental implants at the Department of Oral and Maxillofacial Surgery/Plastic Surgery, Jena University Hospital, were analyzed in a pilot study. Patient-, defect- and treatment-related factors were documented. Employing the "Pink Esthetic Score" (PES), the "red esthetics" were judged on standardized intraoral photos. The influence of patient-, defect- and treatment-related factors on the PES score was analyzed in a multivariate statistical approach.

**Results:** Defect size, SAC class and the condition of peri-implant bone were found to be significant variables in the description of the PES.

**Conclusion:** Within the limitation of a pilot study employing a small sample size, it was confirmed that insufficient hard and soft tissue represents the greatest challenge for the implantologist. Current developments in minimally invasive implantology might have the potential to enhance the esthetic outcome in the future.

**Keywords:** "red esthetics"; pink esthetic score; multivariate analysis

<sup>1</sup> Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie/Plastische Chirurgie, Universitätsklinikum Jena

<sup>2</sup> Department of Dental Implantology, The Affiliated Stomatological Hospital of Fujian Medical University, Fuzhou, China

<sup>1</sup> Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie/Plastische Chirurgie, Universitätsklinikum Jena

<sup>2</sup> Department of Dental Implantology, The Affiliated Stomatological Hospital of Fujian Medical University, Fuzhou, China

## Einleitung

Periimplantäre und parodontale Gewebe unterscheiden sich in der Morphologie von Saumepithel und suprakrestalem Bindegewebe. Das periodontale Saumepithel ist dicker, reicher an Hemidesmosomen und inseriert weiter coronal als das periimplantäre Saumepithel. Im Vergleich zum periodontalen Bindegewebe ist das periimplantäre Bindegewebe durch eine relative Hypozellularität und Minderperfusion gekennzeichnet. Darüber hinaus verlaufen die kollagenen Fasern periimplantär zirkulär während sie im Bereich gesunder Zähne im Wurzelzement inserieren. Aus den morphologischen Differenzen zwischen periimplantärem und periodontalem Gewebe resultiert eine erhöhte Entzündungsneigung dentaler Implantate im Vergleich zu gesunden Zähnen [3, 26]. Die Ausformung einer möglichst stabilen Weichgewebemanschette im Bereich der Implantatdurchtrittsstelle ist folglich von entscheidender Bedeutung für den funktionellen sowie ästhetischen Langzeiterfolg einer Implantat-getragenen Restauration [25].

Für verschiedene systemische und lokale Faktoren wird ein Einfluss auf die Konsolidierung der Weichgewebe im Bereich der Implantatdurchtrittsstelle und damit auch direkt auf die Ästhetik diskutiert [18, 22]. Grunderkrankungen, wie Diabetes mellitus und Störungen des Kollagenstoffwechsels, aber auch bestimmte Dauermedikationen, wie Glukokortikoide, beeinflussen als systemische Faktoren die Qualität der regenerierten Weichgewebe negativ. Lokal gefährden insbesondere Nikotinabusus, anamnestisch bekannte Radiotherapie [19], Zustand nach Kieferrekonstruktion mit mikrovaskulär reanastomosiertem Transplantat [17] und mangelnde Mundhygiene die regelrechte Weichgewebekonsolidierung. Von herausragender Bedeutung für die Ausformung der Implantatdurchtrittsstelle und durch den Chirurgen direkt beeinflussbar scheint darüber hinaus die Technik des Weichgewebemanagements bei Augmentation, Implantatinsertion und Freilegung [1, 30].

Ziel vorliegender Arbeit war vor diesem Hintergrund die Identifikation von patienten-, defekt- und therapiebezogenen Einflussfaktoren auf das ästhetische Behandlungsergebnis nach kaufunktioneller Rehabilitation mit implantatgetragenen Einzelzahnkronen.

## Material und Methode

### Patientenkollektiv

Die Studie wurde von der Ethikkommission des Universitätsklinikums Jena genehmigt. Im Rahmen einer Pilotstudie wurden alle Patienten, die zwischen 04/2005 und 10/2007 an der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie/Plastische Chirurgie des Universitätsklinikums Jena Implantate zur kaufunktionellen Rehabilitation erhielten, erfasst.

Folgende Einschlusskriterien wurden für die Studie definiert: 1.) Implantate in OK und UK 1er bis 5er Position, 2.) prothetische Versorgung mittels Einzelzahnkrone und 3.) mindestens ein gesunder Referenzzahn (anteriore Region: korrespondierender Zahn auf der Gegenseite; Prämolarenregion: Nachbarzahn) im gleichen Kiefer. Patienten im Zustand nach Kieferrekonstruktion mittels mikrovaskulär reanastomosierten Transplantaten wurden aus der Studie ausgeschlossen.

## Introduction

The morphology of periimplant and periodontal tissue differs from that of marginal epithelium and supracrestal connective tissue. The periodontal marginal epithelium is thicker, has a greater amount of hemidesmosomes and is inserted further coronally than the periimplant marginal epithelium. Compared with the periodontal connective tissue, periimplant connective tissue is characterized by relative hypocellularity and poorer perfusion. Moreover, periimplant collagen fibers have a circular course, whereas around healthy teeth they insert into root cementum. The morphological differences between periimplant and periodontal tissue result in an increased tendency to inflammation of dental implants compared with healthy teeth [3, 26]. Contouring an optimally stable soft tissue sleeve at the implant emergence site is consequently of crucial importance for both the functional and the esthetic long-term success of an implant-borne restoration [25].

It is argued that different systemic and local factors influence soft tissue consolidation in the region of the implant emergence site and thus have a direct effect on esthetics [18, 22]. Underlying diseases such as diabetes mellitus and disorders of collagen metabolism and also certain long-term medications such as glucocorticoids are systemic factors that have a negative influence on the quality of the regenerated soft tissue. Local risk factors that interfere with normal soft tissue consolidation include smoking in particular, a history of radiotherapy [19], previous jaw reconstruction with microvascular anastomosis of the flap [17] and poor oral hygiene. Furthermore, the soft tissue management technique during augmentation, implant insertion and exposure appears to be extremely important for contouring the implant emergence site, and the surgeon can influence this directly [1, 30].

The aim of this study was to identify patient-, defect- and treatment-related factors that influence the esthetic outcome following oral rehabilitation using single tooth implant crowns.

## Material and Method

### Patients

The study was approved by the ethics committee of Jena University Hospital. All patients who received dental implants for oral rehabilitation at the Department of Oral and Maxillofacial Surgery/Plastic Surgery of Jena University Hospital between April 2005 and October 2007 were documented in a pilot study.

The following were the defined inclusion criteria: 1.) upper and lower implants in positions 1 to 5, 2.) prosthetic restoration by means of a single crown and 3.) at least one healthy reference tooth (anterior region: corresponding tooth on the opposite side; premolar region: neighboring tooth) in the same jaw. Patients who had previously had jaw reconstruction by means of a microvascular flap were excluded from the study.

## Datenerhebung

Alter, Geschlecht und Defektätiologie (kariöse/parodontale Läsionen vs. Aplasie vs. Trauma) wurden als patientenbezogene Faktoren erfasst.

Zur Beschreibung der prätherapeutischen Situation wurden die Implantatposition (OK vs. UK; Einzelzahnücke vs. Schaltlücke mit mehreren benachbarten Implantaten) sowie der Zustand der periimplantären Hart- (Implantation im ortständigen Knochen möglich vs. Knochenlageraugmentation mit Knochen- oder Knochentransplantaten von enoral vs. Knochenlageraugmentation mit Beckenkammtransplantaten) und Weichgewebe (transmukosale Einheilung möglich vs. krestale Inzisionsöffnung [Aufdehnung] vs. oro-vestibuläre Transpositionsplastik vs. Rolllappenplastik vs. Papillenrekonstruktionsplastik vs. partielle Vestibulumplastik/apikal positionierter Lappen mit freiem Schleimhauttransplantat vom harten Gaumen) dokumentiert. Die Einzelitems wurden darüber hinaus zur SAC-Klassifikation (simple vs. advanced vs. complicated) subsumiert.

Das Implantations- (Sofort- vs. Früh-, verzögerte Sofort- vs. Spät-, verzögerte Sofort- vs. Spätimplantation) und Belastungskonzept (Sofortbelastung vs. Versorgung mit ansteigender Belastung vs. Spätbelastung) wurden als therapiebezogene Variablen evaluiert.

## Fotoanalyse

Nach prothetischer Versorgung wurden standardisierte intraorale Fotoaufnahmen angefertigt. Alle Aufnahmen wurden mit einer Digitalkamera (Nikon D 80, Mikro Nikkor Objektiv mit 105 mm Brennweite, Ringblitz beziehungsweise Speedlight SB 800) angefertigt. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, musste der jeweilige Referenzzahn gut sichtbar sein. Jedes Bild wurde im Format 10x15, mit 300 dpi und einer Größe von 5,99 MegaByte gespeichert.

Die Fotos wurden von fünf Zahnmedizinstudenten beurteilt. Nach einem Zeitintervall von vier Wochen wurde die Evaluation von denselben Studenten ein zweites Mal durchgeführt. Die Bilder wurden jetzt in umgekehrter Reihenfolge präsentiert.

Der Pink Esthetic Score (PES) [11] wurde zur Beurteilung der periimplantären Weichgewebeästhetik genutzt. Dieser Score subsummiert sieben Variablen (Abb. 1). Für jede Variable kann eine Bewertung von 0 bis maximal 2 abgegeben werden, sodass ein PES von maximal 14 für ein optimales ästhetisches Ergebnis und ein Wert von 0 für das schlechteste Ergebnis vergeben wird. Bei der Beurteilung wurde ein gesunder Referenzzahn (im anterioren Bereich der kontralaterale Zahn, im Prämolarengebiet der Nachbarzahn) als für den Patienten individuell ästhetisch optimal (PES 14) gesetzt. Der PES für den Implantatzahn wurde dann bezogen auf den Referenzzahn vergeben.

## Statistik

Alle Berechnungen erfolgten mit SPSS 15.0 für Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Die patientenbezogenen Daten wurden als absolute und relative Häufigkeiten dargestellt. Der PES wurde als Mittelwert und Standardabweichung dargestellt. Der Einfluss patientenbezogener Faktoren auf das ästhetische Be-

## Data collection

Age, gender and defect etiology (caries/periodontal lesions vs. aplasia vs. trauma) were recorded as patient-related factors.

The following were documented to describe the pre-treatment situation: implant position (upper vs. lower; single-tooth gap vs. saddle area with several neighboring implants), the condition of the periimplant hard tissue (implantation possible in local bone vs. bone augmentation with intraoral bone grafts vs. bone augmentation with iliac crest bone grafts) and the condition of the soft tissue (transmucosal healing possible vs. crestal incision [stretching] vs. oro-vestibular transposition flap vs. palatal roll vs. partial vestibuloplasty/apically positioned flap with free mucosal graft from the hard palate). The individual items were also examined for SAC classification (simple vs. advanced vs. complicated).

The treatment-related variables evaluated were the implantation concept (immediate vs. early, delayed immediate vs. late implantation, delayed immediate vs. late implantation) and treatment concept (immediate loading vs. increasing loading vs. late loading).

## Photo analysis

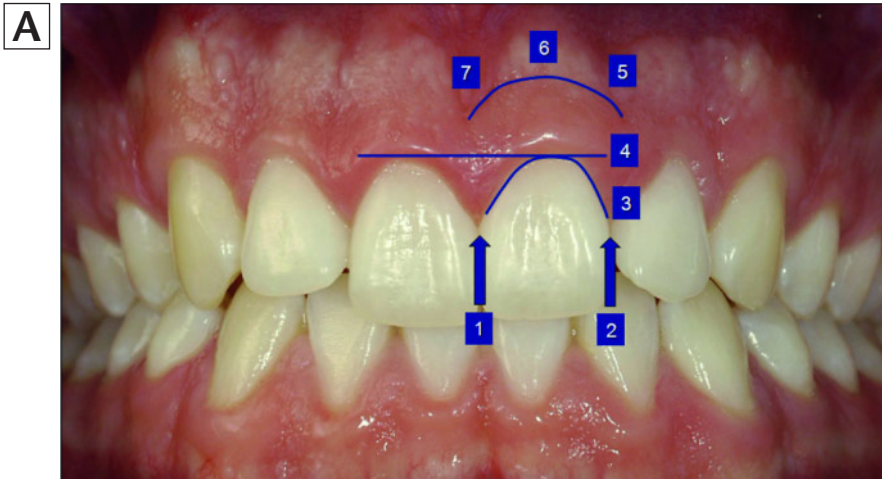
Following prosthetic restoration, standardized intraoral photos were taken. All photos were taken with a digital camera (Nikon D 80, Mikro Nikkor lens with a focal length of 105 mm, ring flash or Speedlight SB 800). To ensure comparability, the reference tooth had to be clearly visible. Each photo was stored in 10x15 format with 300 dpi and a size of 5.99 megabyte.

The photos were assessed by five dental students. After an interval of four weeks, the evaluation was performed a second time by the same students. The images were now presented in reversed order.

The Pink Esthetic Score (PES) [11] was employed to assess the periimplant soft tissue esthetics. This score includes seven variables (Fig. 1). Each variable can be given a score of 0 to 2 so that a maximum PES of 14 is assigned for an optimal esthetic outcome and a score of 0 for the worst outcome. A healthy reference tooth (the contralateral tooth in the anterior region and the neighboring tooth in the premolar region) is taken as esthetically optimal (PES 14) for the individual patient. The PES was then assigned to the implant tooth relative to the reference tooth.

## Statistics

All calculations were performed with SPSS 15.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). The patient-related data were presented as absolute and relative frequencies. The PES was represented as mean and standard deviation. The influence of patient-related factors on the esthetic outcome was first examin-



**Abbildung 1** Variablen des Pink Esthetic Score in der Intraoralaufnahme (A) und der tabellarischen Darstellung im Scoring (B): (1) mesiale Papille, (2) distale Papille, (3) Kontur des Weichgewebes, (4) Level des Weichgewebes, (5) Alveolarfortsatz, (6) Farbe des Weichgewebes, (7) Textur des Weichgewebes.

**Figure 1** Intraoral photo showing the determinants of the Pink Esthetic Score (A) and a tabular description of the scoring (B): (1) mesial papilla, (2) distal papilla, (3) soft tissue contours, (4) soft tissue level, (5) alveolar crest, (6) soft tissue color, (7) soft tissue texture.

Variablen <i>Variables</i>	Score		
	0	1	2
(1) mesiale Papille <i>(1) mesial papilla</i>	fehlt <i>missing</i>	unvollständig <i>incomplete</i>	vollständig <i>complete</i>
(2) distale Papille <i>(2) distal papilla</i>	fehlt <i>missing</i>	unvollständig <i>incomplete</i>	vollständig <i>complete</i>
(3) Weichgewebe-Kontur <i>(3) soft tissue contours</i>	unnatürlich <i>unnatural</i>	fast natürlich <i>virtually natural</i>	natürlich <i>natural</i>
(4) Weichgewebe-Level <i>(4) soft tissue level</i>	Diskrepanz > 2 mm <i>discrepancy &gt; 2 mm</i>	Diskrepanz 1–2mm <i>discrepancy 1–2mm</i>	Diskrepanz < 1 mm <i>discrepancy &lt; 1 mm</i>
(5) Alveolarfortsatz <i>(5) alveolar process</i>	deutlich vermindert <i>clearly resorbed</i>	leicht vermindert <i>slightly resorbed</i>	Kein Unterschied <i>no difference</i>
(6) Weichgewebe-Farbe <i>(6) soft tissue coloring</i>	deutlicher Unterschied <i>clear difference</i>	leichter Unterschied <i>slight difference</i>	kein Unterschied <i>no difference</i>
(7) Weichgewebe-Textur <i>(7) soft tissue texture</i>	deutlicher Unterschied <i>clear difference</i>	leichter Unterschied <i>slight difference</i>	kein Unterschied <i>no difference</i>

handlungsergebnis wurde zunächst univariat mit Hilfe des Mann-Whitney-Tests (U-Test) bei zwei und des Kruskal-Wallis-Tests bei mehreren unabhängigen Stichproben untersucht. Abschließend wurde mit Hilfe linearer Regressionsanalysen multivariat getestet. Zweiseitige p-Werte < 0,05 wurden als signifikant gewertet.

## Ergebnisse

### Patienten-, defekt- und therapiebezogene Variablen

Insgesamt wurden 34 Patienten (23 [67,6 %] männlich, 11 [32,4 %] weiblich) mit einem mittleren Alter von 37,8 Jahren (15–73 Jahre) für die Studie selektiert. Diese Patienten erhielten insgesamt 49 Implantate mit einer Länge von 10–15 mm und einem Durchmesser von 3,25–6,8 mm (BEGO Implant Systems, Bremen, Deutschland; Straumann Holding AG, Basel, Schweiz; Nobel Biocare Holding AG, Zürich, Schweiz). Be-

ed by univariate analysis using the Mann-Whitney test (U-test) for two samples and the Kruskal-Wallis test for several independent samples. Finally, multivariate testing was performed using linear regression analysis. Two-sided p values < 0.05 were regarded as significant.

## Results

### Patient-, defect- and treatment-related variables

34 patients in total (23 [67.6 %] male, 11 [32.4 %] female) with an average age of 37.8 years (15–73 years) were selected for the study. These patients received 49 implants with a length of 10–15 mm and a diameter of 3.25–6.8 mm (BEGO Implant Systems, Bremen, Germany; Straumann Holding AG, Basel, Switzerland; Nobel Biocare Holding AG, Zürich, Switzerland). As regards defect etiology, periodontal/carious lesions predomi-



**Abbildung 2** (A) Ausgangszustand: parodontal kompromittiertes Gebiss mit Verlust des Zahnes 12. (B) Implantation Regio 12. Nach einer gedeckten Einheilzeit von drei Monaten erfolgte die Freilegung mittels Rollappen sowie eine zusätzliche Weichgewebeaugmentation durch Einlagerung eines freien Bindegewebe-transplantates vom harten Gaumen. Das Orthopantomogramm (OPG) zeigt die Situation unmittelbar nach Implantatfreilegung (C). Die intraoralen Übersichts- (D) und Detailaufnahmen (E) zeigen das individuelle ästhetische Ergebnis nach prothetischer Versorgung.

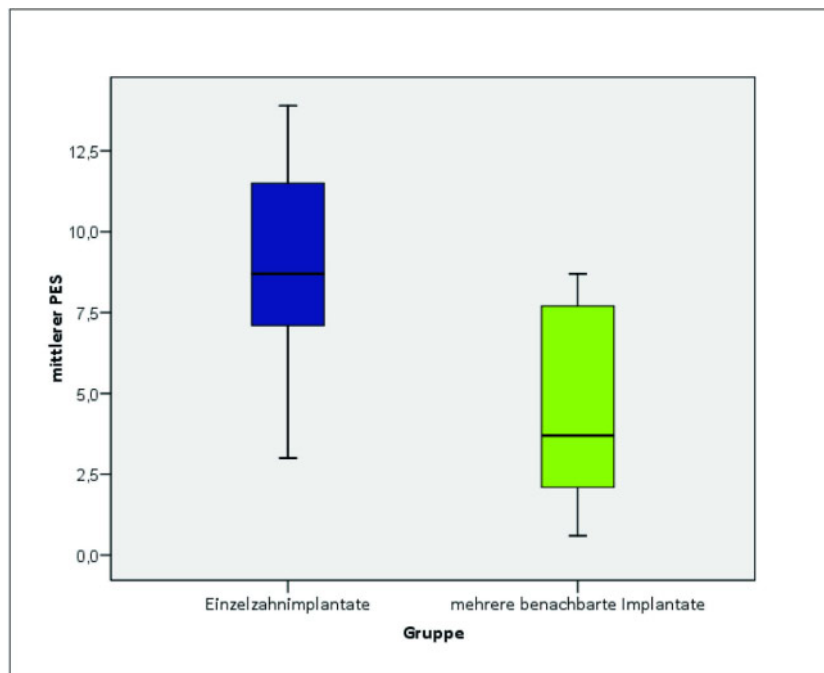
**Figure 2** (A) Periodontally comprised patient with loss of tooth 12. (B) Implant insertion 12. Following submerged healing for three months uncovering of the implant was performed by the palatal roll as well as inlay grafting of a free connective tissue graft from the hard palate. The orthopantomogramm shows the dental situation immediately following uncovering (C). The intraoral overview (D) as well as detail (E) photographs show the esthetic result following prosthodontic restoration.

züglich der Defektätiologie dominierte die parodontale/kariöse Läsion (21 Defekte; 42,9 %), gefolgt von der Aplasie (16 Defekte; 32,7 %) und dem dentalen Trauma (12 Defekte; 24,4 %).

Insgesamt wurden 41 Implantate (83,7 %) im Ober- und acht (16,3 %) im Unterkiefer inseriert. 25 (51,0 %) Implantate wurden in den Bereich von Einzelzahnlücken inseriert, während 24 (49,0 %) zur Versorgung von Schalllücken mit mehr

nated (21 defects; 42.9 %), followed by aplasia (16 defects; 32.7 %) and dental trauma (12 defects; 24.4 %).

41 implants (83.7 %) were inserted in the maxilla and eight (16.3 %) in the mandible. 25 (51.0 %) implants were inserted in single-tooth gaps, while 24 (49.0 %) were inserted to treat saddle gaps where more than one tooth was missing. In 25 (51.0 %) planned implant regions, radiographs showed adequate available vertical bone of 6–10 mm in the mandible and



**Abbildung 3** Box Plot zur Darstellung des Einflusses der Defektgröße auf den PES-Wert.

**Figure 3** Box plot showing the PES as a function of the defect size. Abbildungen: Müller

als einem fehlenden Zahn eingesetzt wurden. Die radiologische Diagnostik zeigte in 25 (51,0 %) geplanten Implantatregionen ein ausreichend dimensioniertes vertikales Knochenangebot von 6–10 mm im Unter- und von 10 mm im Oberkiefer sowie ein suffizientes transversales Angebot von 4–6 mm in beiden Kiefern. In 15 (30,6 %) Implantatregionen waren prä oder intra implantationem augmentative Maßnahmen in der Größenordnung eines unilateralen Sinuslifts oder einer Auf- bzw. Anlagerung in zwei bis drei Implantatregionen erforderlich. Die autologen Knochentransplantate wurden in diesen Fällen intraoral entnommen. In neun (18,4 %) Implantatregionen lagen ausgedehnte Knochendefekte vor. Diese mussten prä implantationem durch eine Auf-, An- oder Einlagerung von avaskulären Knochentransplantaten vom Beckenkamm aufgebaut werden. In elf (22,4 %) Implantatregionen bestand prä implantationem eine suffiziente Dicke periimplantärer Mukosa sowie eine ausreichende Breite der fixierten, keratinisierten Gingiva von 3–4 mm zirkulär periimplantär. Ein einzelntages Vorgehen mit transmukosaler Implantateinheilung konnte gewählt werden. In zwei (4,1 %) Implantatregionen wurde eine krestale Inzisionseröffnung/Aufdehnung mit zentraler Gewebevermehrung zur Implantatfreilegung genutzt. Zur Volumenvermehrung der periimplantären Weichgewebe erfolgte bei drei (6,1 %) Implantaten eine oro-vestibuläre Transpositionsplastik, bei 18 (36,7 %) Implantaten eine oro-vestibuläre Transpositionsplastik mit palatinaler entepithelisierter Extension (Rolllappen), (Abb. 2) und bei vier (8,2 %) Implantaten eine Papillenregenerationsplastik mit gezielt interdentaler Volumenvermehrung durch M-förmige Inzisionstechnik. Zur Verbreiterung der vestibulären, periimplantären Zone fixierter keratinisierter Gingiva erfolgte bei elf (22,4 %) Implantaten eine Vestibulumplastik/apikal positionierter Lappen mit freiem Schleimhauttransplantat vom harten Gaumen. Die Zusammenschau der diagnostischen Unterlagen zeigte vier (8 %) einfache, 19 (39 %) fort-

10 mm in the maxilla, together with sufficient transverse bone of 4–6 mm in both jaws. In 15 (30.6 %) implant regions, pre- or intra-implant augmentation procedures were necessary in the form of unilateral sinus lift or onlay graft in two to three implant regions. The autologous bone grafts were obtained in the mouth in these cases. There were extensive bone defects in nine (18.4 %) implant regions. These had to be augmented prior to implantation by onlay or inlay of avascular bone grafts from the iliac crest. In eleven (22.4 %) implant regions, the thickness of the periimplant mucosa and the width of the fixed circular periimplant keratinized gingiva of 3–4 mm were sufficient before implantation. A single-stage procedure with transmucosal implant healing was chosen. In two (4.1 %) implant regions, a crestal incision opening/stretching with central tissue increase was used for uncovering the implant. An oro-vestibular transposition graft was performed with three (6.1 %) implants to increase the volume of the periimplant soft tissue, an oro-vestibular transposition graft with palatal de-epithelialized extension (palatal roll) was performed with 18 (36.7 %) implants (Fig. 2), and papilla regeneration with targeted interdental volume increase by means of an M-shaped incision technique with four (8.2 %) implants. To widen the vestibular, periimplant area of fixed keratinized gingiva, vestibuloplasty/apically positioned flap with a free mucosal graft from the hard palate was performed with eleven (22.4 %) implants. Review of the diagnostic data showed four (8 %) simple, 19 (39 %) advanced and 26 (53 %) complex cases when the SAC classification was used.

Three (6.1 %) implants were inserted immediately after minimally invasive tooth extraction, preserving the vestibular socket wall (immediate implantation). Three more implants (6.1 %) were placed four to 16 weeks after tooth extraction when soft tissue healing was complete but bony consolidation of the socket was incomplete (early and late delayed immediate implantation). The majority of the implants (43; 87.8 %) were

geschrittene und 26 (53 %) komplexe Fälle bei Anwendung der SAC-Klassifikation.

Drei (6,1 %) Implantate wurden unmittelbar nach minimalinvasiver Zahnextraktion unter Erhalt der vestibulären Alveolenwand inseriert (Sofortimplantation). Weitere drei (6,1 %) Implantate wurden vier bis 16 Wochen nach Zahnextraktion bei abgeschlossener Weichgewebeheilung, jedoch unvollständiger knöcherner Konsolidierung der Alveole (früh und spät verzögerte Sofortimplantation) gesetzt. Der größte Teil der Implantate (43; 87,8 %) wurde im Rahmen eines Konzeptes der Spätimplantation in die knöchern konsolidierte Alveole inseriert. Vier (8,2 %) Implantate wurden bis zum zehnten p. op. Tag prothetisch versorgt (Sofortversorgung). Bei vier (8,2 %) Implantaten wurde der Zahnersatz zwischen drittem und viertem Monat post implantationem eingegliedert („ansteigende Belastung“). Die verbleibenden 41 (83,7 %) Implantate wurden vier bis sechs Monate nach Implantatinsertion belastet.

### Ästhetische Evaluation

Der mittlere PES der Implantate betrug  $6,55 \pm 3,76$  in der ersten Bewertungsrunde und  $6,55 \pm 3,74$  in der zweiten Bewertungsrunde.

### Univariate Analyse

Die patientenbezogenen Faktoren Alter und Geschlecht zeigten keinen signifikanten Einfluss auf die „rote Ästhetik“. Implantate, die bei Patienten mit Zahnverlust in Folge kariöser/parodontaler Läsionen gesetzt wurden, erzielten einen PES von 5,8 Pkt. ( $\pm 3,4$  Pkt.), Implantate bei Aplasie erreichten einen PES von 7,6 Pkt. ( $\pm 2,6$  Pkt.) und Implantate nach Zahntrauma erreichten einen PES von 4,2 Pkt. ( $\pm 3,7$  Pkt.). Mittels Kruskal-Wallis-Test wurden statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ermittelt ( $p = 0,029$ ). In Folge geringer Gruppengröße erfolgte jedoch keine weitere multivariate Auswertung.

Implantate im Oberkiefer wiesen einen PES von 6,0 Pkt. ( $\pm 3,6$  Pkt.) auf, während Unterkieferimplantate einen PES von 5,8 Pkt. ( $\pm 3,1$  Pkt.) zeigten. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant. Implantate im Bereich von Einzelzahnücken zeigten einen PES von 6,8 Pkt. ( $\pm 3,8$  Pkt.), während für Implantate im Bereich von Schaltücken mit mehr als einem fehlenden Zahn ein PES von 5,2 Pkt. ( $\pm 3,1$  Pkt.) ermittelt werden konnte. Mittels U-Test konnte ein hochsignifikanter Unterschied ( $p < 0,01$ ) ermittelt werden (Abb. 3). Implantate, die in ortsständigen Knochen inseriert wurden, zeigten einen PES von 7,8 Pkt. ( $\pm 3,1$  Pkt.), nach kleineren augmentativen Maßnahmen mittels enoralen Knochens konnte ein PES von 4,9 Pkt. ( $\pm 3,0$  Pkt.) erhoben werden und nach Knochenlagere Aufbau mit freien, avaskulären Transplantaten vom Beckenkamm wurde ein PES von 2,6 Pkt. ( $\pm 1,8$  Pkt.) festgestellt. Ein statistisch hoch signifikanter Unterschied ( $p = 0,02$ ) konnte zwischen den Gruppen festgestellt werden. Bei transgingivaler Einheilung wurde ein PES von 8,5 Pkt. ( $\pm 3,3$  Pkt.) erreicht, krestale Inzisionseröffnung (Aufdehnung) resultierte in einem PES von 4,7 Pkt. ( $\pm 1,9$  Pkt.), nach oro-vestibulärer Transposition konnte ein PES von 4,8 Pkt. ( $\pm 2,7$  Pkt.) erhoben werden, bei Freilegung mittels Rollappen wurde ein PES von 6,4 Pkt. ( $\pm 3,5$

	Koeffizient b	Signifikanz p
	Coefficient b	Significance p
Konstante $b_0$	10,93	< 0,01
Constant $b_0$	10.93	< 0.01
Augment. extraoral	-2,18	0,02
Augment. extraoral	-2.18	0.02
SAC <sub>1</sub>	2,63	0,04
SAC <sub>1</sub>	2.63	0.04
SAC <sub>2</sub>	3,04	< 0,01
SAC <sub>2</sub>	3.04	< 0.01
Gruppe	-3,57	< 0,01
Group	-3.57	< 0.01

**Table 1** Abschließendes Modell der Regressionsanalyse mit dem höchsten Bestimmtheitsmaß (R-Quadrat = 0,632); valide Einflussfaktoren mit prognostischem Wert sind die Gruppenzugehörigkeit (Einzelzahn- vs. benachbarte Implantate), die SAC-Klassifikation und die Notwendigkeit der Augmentation mit Beckenknochen.

**Table 1** Final model of regression analysis with the highest coefficient of determination (R square = 0.632); valide prognostic factors are group (single tooth implant vs. neighboring implants), SAC-classification and the need of augmentation employing iliac crest bone grafts.

inserted in sockets where bony consolidation had occurred, according to the late implantation concept. Four (8.2 %) implants were restored up to the tenth postoperative day (immediate restoration). With four (8.2 %) implants, the crowns were fitted between three and four months after implantation (“increasing loading”). The remaining 41 (83.7 %) implants were loaded four to six months after implant insertion.

### Esthetic evaluation

The mean implant PES was  $6.55 \pm 3.76$  at the first evaluation and  $6.55 \pm 3.74$  at the second evaluation.

### Univariate analysis

The patient-related factors of age and gender had no significant influence on the “red esthetics”. Implants placed in patients with tooth loss as a result of carious/periodontal lesions achieved a PES of 5.8 ( $\pm 3.4$ ), implants inserted because of aplasia achieved a PES of 7.6 ( $\pm 2.6$ ) and implants following dental trauma achieved a PES of 4.2 ( $\pm 3.7$ ). Statistically significant differences between the groups were found using the Kruskal-Wallis test ( $p = 0.029$ ). As a result of the small size of the group, however, no further multivariate analysis took place.

Implants in the maxilla had a PES of 6.0 ( $\pm 3.6$ ) while mandibular implants demonstrated a PES of 5.8 ( $\pm 3.1$ ). The difference was not statistically significant. Implants in single tooth gaps had a PES of 6.8 ( $\pm 3.8$ ) while the PES obtained for implants in saddle gaps where more than one tooth was missing

Pkt.) konstatiert, bei Nutzung der Papillenregenerationsplastik wurde ein PES von 7,8 Pkt. ( $\pm 2,1$  Pkt.) erreicht und die partielle Vestibulumplastik/apV mit freiem Schleimhauttransplantat resultierte in einem PES von 2,6 Pkt. ( $\pm 2,2$  Pkt.). Ein statistisch hoch signifikanter ( $p < 0,01$ ) Unterschied konnte zwischen den Gruppen festgestellt werden. Darüber hinaus zeigte die SAC-Klassifikation einen statistisch signifikanten ( $p < 0,01$ ) Einfluss auf den PES.

Keiner der therapiebezogenen Faktoren zeigte einen signifikanten Einfluss auf den PES.

### Multivariate Analyse

Zusammenfassend wurden durch lineare Regression die Beziehungen der einzelnen Einflussgrößen im komplexen Zusammenspiel ermittelt. Als valide Variablen zur Beschreibung des PES und damit des ästhetischen Ergebnisses konnten die Gruppenzugehörigkeit (Einzelzahnimplantat/benachbarte Implantate), die SAC-Klassifikation und die Notwendigkeit einer Augmentation mit extraoralem Knochen herausgearbeitet werden.

$H_0$ : mittlerer PES =  $b_0 + b_1 \times \text{Aug. ex.} + b_2 \times \text{SAC}_1 + b_3 \times \text{SAC}_2 + b_3 \times \text{Gruppe} = 0,5$  (Tab. 1)

Das korrigierte Bestimmtheitsmaß (R-Quadrat) für dieses endgültige Modell betrug 0,632. Die Tatsache, ob direkt in ortsständigen Knochen implantiert werden konnte oder bei kleinen lokalen Defekten mit enoralem Knochen augmentiert wurde, hatte keinen signifikanten Einfluss auf den PES ( $p = 0,47$ ). Die Ursache des Zahnverlustes war ebenso wie die gewählte Schnitfführung der Implantat-Freilegung für die Beschreibung des PES verzichtbar.

### Diskussion

Die eigenen Ergebnisse zeigen, dass unabhängig vom Untersucher statistisch hochsignifikante Unterschiede im PES von Einzelzahnimplantaten gegenüber Versorgungen benachbarter Implantate auftreten. Eine Erklärung hierfür könnte in der von *Tarnow* beschriebenen Knochenresorption zwischen benachbarten Implantaten und dem resultierenden Mangel an Hart- und Weichgewebe liegen [27, 28]. Die Resorption des interimplantären Knochens führt hierbei zu einer Verkürzung der Papille und schließlich zu einer Einschränkung der roten und weißen Ästhetik.

Auch die präoperative Defektgröße, beispielsweise bedingt durch Atrophie und Trauma, hatte einen entscheidenden Einfluss auf das ästhetische Endergebnis einer implantatgetragenen Rehabilitation. Ausgedehnte Hart- und Weichgewebedefekte erforderten umfangreiche rekonstruktive Maßnahmen vor der Implantation. In Analogie hierzu stellen sich entsprechende ästhetische Ergebnisse in Abhängigkeit der SAC-Klassifikation dar. Es konnte gezeigt werden, dass die nach SAC-Klassifikation als „einfache“ und „fortgeschrittene“ Behandlungskonzepte eingeteilten Fälle zu ansprecheren Ergebnissen führten, während „komplexe“ Behandlungsabfolgen teilweise mit niedrigeren PESs als Ausdruck eines ästhetisch unbefriedigenden Ergebnisses bewertet wurden.

was 5.2 (+ 3.1). A highly significant difference ( $p < 0.01$ ) was found using a U-test (Fig. 3). Implants inserted in local bone demonstrated a PES of 7.8 (+ 3.1); a PES of 4.9 (+ 3.0) was recorded after minor augmentation measures using intraoral bone, and a PES of 2.6 (+ 1.8) was found after bone augmentation with free avascular grafts from the iliac crest. A statistically highly significant difference ( $p = 0.02$ ) was found between the groups. A PES of 8.5 (+ 3.3) was achieved with transgingival healing, and crestal incision opening (stretching) resulted in a PES of 4.7 (+ 1.9). The PES was 4.8 (+ 2.7) after oro-vestibular transposition, a PES of 6.4 (+ 3.5) was obtained with exposure by means of a palatal roll, use of papilla regeneration achieved a PES of 7.8 (+ 2.1) and partial vestibuloplasty/apically positioned flap with free mucosal graft resulted in a PES of 2.6 (+ 2.2). A statistically highly significant difference ( $p < 0.01$ ) was found between the groups. Furthermore, the SAC classification demonstrated a statistically significant ( $p < 0.01$ ) influence on the PES.

None of the treatment-related factors had a significant influence on the PES.

### Multivariate analysis

In summary, the relationships between the individual parameters in the complex interplay were found by linear regression. It was established that the group (single tooth implant/ neighboring implants), the SAC classification and the need for augmentation with extraoral bone were valid variables for describing the PES and thus the esthetic outcome.

$H_0$ : mean PES =  $b_0 + b_1 \times \text{aug. ex.} + b_2 \times \text{SAC}_1 + b_3 \times \text{SAC}_2 + b_3 \times \text{group} = 0.5$  (Table 1)

The corrected coefficient of determination (R-squared) for this final model was 0.632. Whether the implant was placed directly in local bone or whether small local defects were augmented with intraoral bone had no significant influence on the PES ( $p = 0.47$ ). The cause of the tooth loss and also the incision chosen for uncovering the implant were not necessary for description of the PES.

### Discussion

Our results show that there are highly significant statistical differences in the PES of single tooth implants compared with restorations of neighboring implants. An explanation for this might be the bone resorption described by *Tarnow* between neighboring implants and the resulting deficiency of hard and soft tissue [27, 28]. Resorption of the interimplant bone leads to shortening of the papilla and ultimately to impairment of red and white esthetics.

The preoperative defect size, due, for instance, to atrophy and trauma, had a crucial influence on the final esthetic result of implant-borne rehabilitation. Extensive hard and soft tissue defects required extensive reconstructive measures prior to implantation. The esthetic outcomes depending on the SAC classification are analogous. It was shown that cases classified as “simple” and “advanced” SAC treatment concepts led to more



Ebenfalls im Zusammenhang mit ästhetisch erfolgreichen Implantatversorgungen wird der Einfluss verschiedener chirurgischer Protokolle [8, 10, 13, 23, 24] und prothetischer Belastungskonzepte diskutiert [4, 6, 8, 12, 13]. Hierbei wurden bisher jedoch kaum objektive ästhetische Parameter in die Betrachtungen einbezogen, sodass ein Vergleich der Ergebnisse untereinander nicht möglich war [12, 21]. In der eigenen Studie konnte mit Hilfe des Pink Esthetic Score gezeigt werden, dass weder das chirurgische Zeitmanagement noch das prothetische Belastungskonzept einen statistisch signifikanten Einfluss auf das ästhetische Endergebnis haben. Dies entspricht den Studien von *Jokstad* und *Carr*, die ebenfalls keinen ästhetisch signifikanten Unterschied zwischen sofort und konventionell belasteten Implantaten finden konnten [14].

Trotz zahlreicher Einzelfallberichte existieren bislang noch keine evidenzbasierten Daten zu Inzisionstechniken, Lappendesign und der Indikation zur Weichgewebeaugmentation [5, 9]. Mit der vorliegenden Arbeit konnten hochsignifikante Zusammenhänge zwischen Freilegungskonzept und PES in der univariaten Analyse nachgewiesen werden. In der multivariaten Analyse konnte jedoch kein signifikanter Einfluss, gegebenenfalls auf Grund geringer Fallzahlen, verifiziert werden. Chirurgische Verfahren wie die Papillenrekonstruktionsplastik und die Rolllappenplastik, durch welche das Volumen des Weichgewebes vergrößert werden kann, erzielten in der eigenen Untersuchung gute ästhetische Ergebnisse. Niedrigere Werte wurden für Implantate vergeben, die durch einfache krestale Schnittführung freigelegt wurden. Ursache hierfür waren dabei ein reduziertes Weichgewebelevel und unvollständige Papillen vor allem bei benachbarten Implantaten im Prämolarenbereich. Bei elf Patienten (22,4 %) erfolgte die Freilegung mittels apikal positioniertem Lappen und freiem Schleimhauttransplantat (FST) vom harten Gaumen. Ziel dieser Technik ist die Schaffung einer Mindestbreite fixierter, keratinisierter Gingiva von 2–3 mm zirkulär periimplantär [2]. Obwohl nach aktuellen Übersichtsarbeiten nur unzureichende Evidenz besteht [7], wird davon ausgegangen, dass durch die fixierte, keratinisierte Gingiva die Hygienefähigkeit verbessert und die Plaqueakkumulation reduziert wird [27]. Dadurch wird der ästhetische und funktionelle Langzeiterfolg sichergestellt. Im Rahmen einer systematischen Übersichtsarbeit von *Thoma* et al. konnte herausgearbeitet werden, dass durch eine Vestibulumplastik/einen apikal positionierten Lappen in Kombination mit einem freien Schleimhauttransplantat vom harten Gaumen im Mittel eine Verbreiterung der Zone fixierter, keratinisierter Gingiva um 4,49 mm im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle erreicht werden kann [29]. Um die Probleme der Spenderstellenmorbidity zu minimieren, wurden allogene und xenogene Ersatzmaterialien eingeführt und getestet [34]. Im Vergleich mit dem „Goldstandard“, dem autologen Schleimhauttransplantat, zeigte sich jedoch ein signifikant geringerer Gewinn an fixierter, keratinisierter Gingiva sowie eine deutlich stärkere Schrumpfung im Follow-up [15]. In eigenen Studien konnte unsere Arbeitsgruppe zeigen, dass diese Schrumpfung nach Applikation allogener Materialien auf eine erhöhte und prolongierte Rekrutierung von Makrophagen in frühen Heilungsphasen mit konsekutivem fibrokontraktilen Gewebeumbau zurückzuführen ist [16]. Aus ästhetischer Sicht liefert das FST in Folge „Color-Mismatch“ meist unbefriedigende Ergebnisse und sollte folglich nur im UK, OK-

attractive outcomes, while some “complex” cases achieved a lower PES, indicating an esthetically unsatisfactory outcome.

The influence of different surgical protocols [8, 10, 13, 23, 24] and prosthetic loading concepts [4, 6, 8, 12, 13] on esthetically successful implant restorations is also discussed. However, objective esthetic parameters have hardly been considered hitherto, so that comparison of the results was not possible [12, 21]. Using the Pink Esthetic Score, our study showed that neither the surgical time management nor the prosthetic loading concept have a statistically significant influence on the final esthetic outcome. This is in line with the studies of *Jokstad* and *Carr*, who also found no esthetically significant difference between immediately and conventionally loaded implants [14].

Despite numerous single case reports, there are so far no evidence-based data on incision techniques, flap design and indication for soft tissue augmentation [5, 9]. The present study found highly significant associations between the exposure concept and PES on univariate analysis. On multivariate analysis, however, a significant influence could not be confirmed, possibly because of the small number of cases. Surgical procedures such as papilla reconstruction and palatal roll, which can increase the volume of the soft tissue, achieved good esthetic outcomes in our study. Lower scores were assigned for implants that were uncovered by a simple crestal incision. The causes of this were a reduced soft tissue level and incomplete papillae, especially in the case of neighboring implants in the premolar area. In eleven patients (22.4 %), exposure was by means of an apically positioned flap and free mucosal graft (FMG) from the hard palate. The aim of this technique is to create a minimum circular periimplant width of fixed keratinized gingiva of 2–3 mm [2]. Although there is insufficient evidence according to recent review articles [7], it is assumed that oral hygiene is improved by the fixed keratinized gingiva and plaque accumulation is reduced [27]. This ensures the long-term esthetic and functional result. A systematic review article by *Thoma* et al. found that an average widening of the zone of fixed keratinized gingiva by 4.49 mm can be achieved by vestibuloplasty/apically positioned flap in combination with a free mucosal graft from the hard palate compared with untreated controls [29]. To minimize problems of donor site morbidity, allogeneic and xenogeneic substitute materials have been introduced and tested [34]. Compared with the “gold standard” of the autologous mucosal graft, however, there was a significantly lower gain of fixed keratinized gingiva and markedly greater shrinkage on follow-up [15]. Studies by our research group have shown that this shrinkage after use of allogeneic materials can be attributed to increased and prolonged recruitment of macrophages in the early healing periods with subsequent fibrocontractile tissue remodeling [16]. From the esthetic aspect, the FMG outcomes are usually unsatisfactory as a result of color mismatch and should, in consequence, be employed only in the mandible, posterior maxillary region or in wearers of overdentures [20].

## Conclusions

Within the limitations of a pilot study employing a small sample size, it was confirmed that insufficient hard and soft tis-

Seitenzahngebiet oder bei Deckprothesenträgern angewendet werden [20].

## Schlussfolgerungen

Im Rahmen der Aussagemöglichkeiten einer Pilotstudie mit geringen Patientenzahlen konnte bestätigt werden, dass insuffizientes Hart- und Weichgewebelager die größte Herausforderung darstellt. Aktuelle Entwicklungen minimalinvasiver Techniken des Hart- und Weichgewebemanagements könnten künftig zu einer Verbesserung des ästhetischen Outcomes für dieses Patientengut beitragen.

**Interessenskonflikte:** Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

sue represents the greatest challenge for the implantologist. Current developments in minimally invasive hard and soft tissue management techniques might help to enhance the esthetic outcomes for these patients in the future.

**Conflict of interests:** none stated

### Korrespondenzadresse

Cornelia K. Müller  
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie/  
Plastische Chirurgie  
Universitätsklinikum Jena  
Erlanger Allee 101, 07747 Jena  
Tel.: +49 (0) 3641 / 9 323666  
Fax: +49 (0) 3641 / 9 323630  
E-Mail: cornelia.mueller1@med.uni-jena.de

## Literatur

- Allegrini S, Jr, Allegrini MR, Yoshimoto M et al.: Soft tissue integration in the neck area of titanium implants – an animal trial. *J Physiol Pharmacol* 2008;59 Suppl 5:117–132
- Berglundh T, Lindhe J: Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. *J Clin Periodontol* 1996;23:971–973
- Davies JE: Understanding peri-implant endosseous healing. *J Dent Educ* 2003; 67:932–949
- Degidi M, Piatelli A: Comparative Analysis Study of 702 Dental Implants Subjected to Immediate Functional Loading and Immediate Nonfunctional Loading to Traditional Healing Periods with a Follow-up of up to 24 Months. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005; 20:99–107
- Esposito M, Grusovin M, Maghahre H, Coulthard P, Worthington H: Interventions for replacing missing teeth: management of soft tissues for dental implants. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007;CD006697
- Esposito M, Grusovin MG, Coulthard P, Thomsen P, Worthing H: A 5-year follow-up comparative analysis of the efficacy of various osseointegrated dental implant systems: a systematic review of randomized controlled clinical trials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005; 20:557–568
- Esposito M, Grusovin MG, Maghahre H, Coulthard P, Worthington HV: Interventions for replacing missing teeth: management of soft tissues for dental implants. *Cochrane Database Syst Rev* 2007;CD006697
- Esposito M, Grusovin MG, Willings M, Coulthard P, Worthington HV: The Effectiveness of Immediate, Early, and Conventional Loading of Dental Implants: A Cochrane Systematic Review of Randomized Controlled Clinical Trials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:893–904
- Esposito M, Murray-Curtis L, Grusovin MG, Coulthard P, Worthington HV: Interventions for replacing missing teeth: different types of dental implants. *Cochrane Database Syst Rev* 2007; CD003815
- Evans CDJ, Chen ST: Esthetic outcomes of immediate implant placements. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:73–80
- Fürhauser R, Florescu D, Benesch T, Haas R, Mailath G, Watzek G: Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: the pink esthetic score. *Clinical Oral Implants Res* 2005; 16:639–644
- Glauser R, Zembic A, Hammerle CHF: A systematic review of marginal soft tissue at implants subjected to immediate loading or immediate restoration. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:82–92
- Hämmerle c, Chen ST, Wilson T: Konsensuserklärung und empfohlene klinische Verfahren zum Einsetzen von Implantaten in Extraktionsalveolen. *Implantologie* 2006;14:335–338
- Jokstad A, Carr AB: What Is the Effect on Outcomes of Time-to-Loading of a Fixed or Removable Prosthesis Placed on Implant(s)? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:19–61
- Mohammadi M, Shokrgozar MA, Mofid R: Culture of human gingival fibroblasts on a biodegradable scaffold and evaluation of its effect on attached gingiva: a randomized, controlled pilot study. *J Periodontol* 2007;78: 1897–1903
- Mueller CK, Lee SY, Schultze-Mosgau S: Characterization of interfacial reactions between connective tissue and allogeneous implants used for subdermal soft tissue augmentation. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009;38:1194–1200
- Mueller CK, Schultze-Mosgau S: Radiation-induced microenvironments—the molecular basis for free flap complications in the pre-irradiated field? *Radiother Oncol* 2009;93:581–585
- Mueller CK, Thorwarth M, Schultze-Mosgau S: Influence of insertion protocol and implant shoulder design on inflammatory infiltration and gene expression in peri-implant soft tissue during nonsubmerged dental implant healing. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 109:e11–19
- Mueller CK, Thorwarth M, Schultze-Mosgau S: Late changes in cutaneous gene expression patterns after adjuvant treatment of oral squamous cell carcinoma (OSCC) by radiation therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 109:694–699
- Müller C, Mtsariashvili M, Schultze-Mosgau S: Einfluss verschiedener Konzepte des Weichgewebemanagements auf die Rate periimplantärer Entzündungen und den Implantaterfolg. *ZZI* 2010;26:34–48
- Quiryren M, Van Assche N, Botticelli D, Berglundh T: How Does the Timing of Implant Placement to Extraction Affect Outcome? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:203–226
- Rodel F, Franz S, Sheriff A et al.: The CFSE distribution assay is a powerful technique for the analysis of radiation-induced cell death and survival on a single-cell level. *Strahlenther Onkol* 2005;181:456–462
- Schliephake H: Sofortbelastung – Sofortversorgung Empfehlung der DGI 2004 2004;
- Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T: Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: A clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:313–323

25. Schultze-Mosgau S, Wehrhan F, Wichmann M, Schlegel KA, Holst S, Thorwarth M: Expression of interleukin 1-beta, transforming growth factor beta-1, and vascular endothelial growth factor in soft tissue over the implant before uncovering. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101:565–571
26. Sclar AG: Guidelines for flapless surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65: 20–32.
27. Tarnow DP, Cho S, Wallace S: The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest. *J Periodontol* 2000;71:546–549
28. Tarnow DP, Magner A, Fletcher P: The effect of the distance from the contactpoint to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. *J Periodontol* 1992;63: 995–996
29. Thoma DS, Benic GI, Zwahlen M, Hammerle CH, Jung RE: A systematic review assessing soft tissue augmentation techniques. *Clin Oral Implants Res* 2009;20 Suppl 4:146–165
30. Werner S, Huck O, Frisch B et al.: The effect of microstructured surfaces and laminin-derived peptide coatings on soft tissue interactions with titanium dental implants. *Biomaterials* 2009;30: 2291–2301

Neueste Innovation von SATELEC:

# whitefox

## Digitaler Volumentomograph



Neugierig?  
Rufen Sie uns an!  
0800 / 728 35 32  
Weitere Infos bei Ihrem Depot!

- Niedrige Strahlendosis
- Kurze Rekonstruktionszeit (30 Sek.)
- Messung der Knochendichte (Hounsfield)
- Virtuelle Endoskopie
- Implantatplanung
- Volumenberechnung bei Sinuslift
- Kiefergelenkanalysen
- Untersuchung der Atemwege

Wir bieten Spezialkurse in DVT an!

5 Volumen:

