

P. Gehrke¹, A. Strohecker², G. Dhom¹

Einfluss der interdentalen Papillenlänge und Lage des Interapproximalkontakts auf die Empfindung von Ästhetik in symmetrischen und asymmetrischen Situationen

Influence of interdental papilla length and interproximal contact point on the perception of esthetics in symmetric and asymmetric situations

Einleitung: Die verlässliche Weichgewebsregeneration um Implantate stellt eine komplexe chirurgische und prothetische Herausforderung dar. Aufgrund klinischer Limitationen erscheint die individuelle Fähigkeit zur Wahrnehmung gradueller Weichgewebsabweichungen vom Idealzustand, in Abhängigkeit von der Spezialisierung des Betrachters, von besonderem Interesse.

Ziel: Das Ziel der vorliegenden Studie war es, den Einfluss von Papillenlänge und Lage des Interapproximalkontaktes in symmetrischen und asymmetrischen Situationen zu untersuchen und dabei das ästhetische Empfinden von Zahnärzten und Laien zu vergleichen. Ferner wurde untersucht, welche Faktoren die Bewertung bei Abweichungen vom Behandlungsoptimum in der Frontzahnregion beeinflussen.

Material und Methode: Ausgehend von einem nach idealen Gesichtspunkten digital optimierten Referenzbild einer Frontzahnsituation, wurden durch weitere Bildbearbeitung Veränderungen hinsichtlich der Papillenlänge und Position des Kronenkontaktpunktes durchgeführt. Die digital veränderten Frontzahnfotos wurden von 105 Zahnärzten und 106 Laien anhand eines Fragebogens beurteilt und diese anschließend ausgewertet. Bei der statistischen Analyse wurden neben einer deskriptiven Beschreibung rangskalierte Parameter mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests, Kruskal-Wallis-Tests und Chi-Quadrat-Tests ermittelt. Ein möglicher Einfluss des Alters und des Geschlechts beider Gruppen sowie Beruf und Schulabschluss der Laien und der Spezialisierungsgrad der Zahnärzte wurden dabei berücksichtigt.

Ergebnisse: Das Phänomen eines Papillenverlustes mit einhergehendem „schwarzen Dreieck“ in der Medianen wird von Laien und Zahnärzten gleichermaßen früh erkannt; hin-

Introduction: Reliable peri-implant soft tissue regeneration represents a complex surgical and prosthetic challenge. Due to clinical limitations, group-specific perceptions of gradual soft tissue alterations versus ideal situations seem to be of special interest especially if the viewer's profession is taken into account.

Aim: The aim of the study was to assess the influence of papilla length and position of the interproximal contact space in symmetric and asymmetric situations by comparing the esthetic perception of dental professionals and laymen. Furthermore, it was determined which factors have affected the evaluation in case of deviations from the optimal standard in the anterior region.

Material and Methods: Based on an ideal, digitally optimized reference picture of an anterior region, sequential alterations of papillary length and position of crown-contact point were performed by digital imagery. The digitally altered pictures were rated and assessed based on a questionnaire by 105 dentists and 106 laymen. Statistical analysis included description and assessment of scaling parameters according to the Mann-Whitney U test, the Kruskal-Wallis test and the Chi quadrant test. A possible influence of age and gender in both groups as well as the professional and educational background of laymen and the professional degree of dental specialists were considered.

Results: The phenomenon of papillary loss with a resulting "black triangle" in the midline was detected at an early stage both by laymen and dental specialists. However, they were evaluated differently with respect to esthetic consequences. Laymen tolerated the gradual loss of papilla as long as the remaining interproximal space was filled completely with

¹ Zahnarztpraxis für Oralchirurgie, Ludwigshafen

² Zahnarztpraxis, Offenbach

DOI 10.3238/ZZI.2010.0230

sichtlich der ästhetischen Konsequenz jedoch unterschiedlich beurteilt. Laien tolerieren den graduellen Verlust einer Papille, solange der verbleibende Interapproximalraum durch Verlängerung des Kontaktpunktes vollständig mit Mukosa ausgefüllt ist und ein „schwarzes Dreieck“ vermieden werden kann. Asymmetrische Veränderungen der Kontaktpunkt- bzw. Papillenlänge in der Lateralen des Zahnbogens werden von Klinikern signifikant kritischer beurteilt.

Schlüsselwörter: Interapproximale Papillenlänge; Symmetrisch; Asymmetrisch; Wahrnehmung von Implantatästhetik

1 Einleitung

Die Vorhersagbarkeit der knöchernen Einheilung ist in der dentalen Implantologie mit Langzeitergebnissen von über 95 % dokumentiert [13]. Die ursprünglich rein funktionelle Therapie zahnloser Patienten wurde in den letzten Jahren durch den ästhetischen Ersatz von Einzelzähnen im Frontzahnbereich erweitert. Implantatgetragene Rekonstruktionen zum Ersatz von oberen Schneidezähnen und die sie umgebenden Weichgewebe bilden einen wichtigen ästhetischen Bestandteil des Lächelns. Maßgeblich für das Gelingen oder Scheitern einer ästhetischen, anterioren Implantatrekonstruktion sind neben Form und Größe der Kronen auch die Qualität und Quantität der peri-implantären Mukosa. Heute kann routinemäßig von der Osseointegration von Implantaten ausgegangen werden. Die ästhetische Weichgewebsintegration um implantatgestützten Zahnersatz stellt hingegen häufig eine Herausforderung dar.

Die Morphologie der natürlichen oberen Frontzähne unterliegt einer erheblichen Schwankungsbreite. Jedoch lassen sich für den Frontzahnbereich einige Grundmerkmale definieren, die das ästhetische Erscheinungsbild positiv beeinflussen. Bei den oberen mittleren Schneidezähnen ist zwischen drei grundsätzlichen Formtypen zu unterscheiden, die von Mensch zu Mensch unterschiedlich ausgeprägt sind: dreieckig, oval oder quadratisch. In natürlichen Gebissen bewegt sich die Breite der oberen mittleren Schneidezähne zwischen 8,3 und 9,3 mm. Die Länge beträgt normalerweise 10,4 bis 11,2 mm [28, 34, 48]. Das Verhältnis zwischen Länge und Breite der mittleren Schneidezähne beträgt ca. 80 % [4, 9, 42, 52]. Andere Autoren haben den optimalen Quotienten zwischen 75–80 % limitiert. Diese Größenverhältnisse sind unabhängig von der absoluten Zahngröße anzutreffen und verleihen den oberen mittleren Schneidezähnen ihr unverwechselbares Erscheinungsbild. Dennoch lässt sich dieses ideale Zusammenspiel der Größenverhältnisse („goldene Proportionen“) der oberen sechs Frontzähne nur in 17 % aller natürlichen Gebisse nachweisen [38]. Auch bei Oberkiefer-Implantatversorgungen sollten die seitlichen Schneidezähne um den Faktor 0,618 kleiner aussehen als die Eckzähne. Die mittleren Schneidezähne sollten wiederum um den Faktor 1,618 größer sein als die seitlichen Schneidezähne [25]. Die Anwendung dieser Regel beschränkt sich jedoch auf die Betrachtungsweise aus der Frontperspektive. Die ästhetischen Maßnahmen einer Rekonstruktion müssen deshalb individuell für jeden Patienten ausgesucht werden. Die Beachtung von subjektiven Vorlieben, sowie die normale

mucosa due to prolongation of the contact point and if a “black triangle” could be avoided. Asymmetric alterations of the contact point or papillary length in the lateral arch were assessed significantly more critically by clinicians.

Keywords: Interproximal papilla length; symmetric; asymmetric; perception of implant esthetics

1 Introduction

Predictability of osseointegration in implant dentistry with documented long-term results of more than 95 % resulted in extending the solely functional treatment spectrum of edentulous patients to esthetic single-tooth restorations in the anterior region [13]. Since, besides the eyes, the mouth influences the impression on facial balance the most, implant-supported restorations replacing upper incisors and their peri-implant soft tissue are an important esthetic aspect of the smile. The shape, the absolute and relative crown size, the quality and quantity of the peri-implant mucosa as well as the interproximal papillae are relevant for the success or failure of an esthetic implant-supported restoration in the anterior region. While today peri-implant integration of hard tissues is a matter of routine, the esthetic integration of implant-supported restorations and surrounding tissues are still a challenge.

The anterior maxilla of the natural dentition displays a significant range of variation. Nevertheless, a number of basic parameters positively influencing the esthetics of the anterior region can be defined. Three basic shapes of upper middle incisors can be distinguished with differing emergence profiles from human to human: triangular, oval or square. The width of natural upper incisors ranges between 8.3 and 9.3 mm, while the length usually ranges between 10.4 to 11.2 mm [28, 34, 48]. The length-to-width ratio of middle incisors is around 80 % [4, 42, 52]. Other authors have limited the optimal quotient between 75–80 % [9]. These scales are independent of the absolute tooth size and convey the distinctive look to upper incisors. Unfortunately, this ideal scale matching (“golden proportions“) of the six upper anterior teeth can be found only in 17 % of all natural dentitions [38]. Analogous, the lateral incisors of maxillary implant-supported restorations should look smaller by the factor 0.618 as compared to the canines. On the other hand, the middle incisors should be 1.618 larger than the lateral ones [25]. Application of this rule is however restricted to front viewing. Therefore, restoring esthetics has to be customized for each patient. Subjective preferences and the variations of natural dentitions have to be considered [41].

In addition, a smile becomes even more esthetic if the number of interdental contact points between the middle incisors and the canines is high. An imaginary line runs along the interdental contact points parallel to the emergence of the incisal plane and the lower lip line [27, 31, 40]. The incisal

Varianz natürlicher Gebissformen sollten berücksichtigt werden [41].

Weiterhin wird der Ausdruck eines ästhetischen Lächelns durch das Ansteigen der interdentalen Kontaktpunkte, ausgehend von den mittleren Schneidezähnen zu den Eckzähnen, betont. Dabei verläuft eine imaginäre Linie entlang der interdentalen Kontaktpunkte parallel zur Wölbung des Schneidekantenverlaufs und zur Unterlippe [27, 31, 40]. Die Umrissform der Schneidezähne wird zervikal von der marginalen Gingiva bzw. bei Implantaten von dem Verlauf der peri-implantären Mukosa bestimmt. Einen entscheidenden Faktor für die Vorhersagbarkeit und Langzeitprognose einer Weichgewebskonditionierung im ästhetischen Bereich stellt der parodontale Biotyp dar. Nach *Kois* werden zwei Erscheinungsbilder unterschieden, wobei auch Mischformen vorliegen [4]. Bei einem dünnen parodontalen Biotyp (gewebeschwacher Biotyp) liegt ein girlandenförmiges Parodontium mit einem geringen Anteil an befestigter Gingiva vor. Die klinischen Kronen haben dabei eher dreieckige Formen mit schmalen interdentalen Kontaktflächen. Auf chirurgische oder prothetische Interventionen reagiert dieser Biotyp häufig mit Weichteilrezessionen. Bei einem dicken parodontalen Biotyp (gewebestarker Biotyp) liegt dagegen eine gleichförmige Weichgewebe- und Knochenarchitektur vor. Es bestehen nur geringe Unterschiede zwischen bukkalen, marginalen und approximalen Weichgewebe- und Knochenhöhen. Das Weichgewebe hat einen fibrösen Charakter mit Neigung zur Narbenbildung, aber geringerer Tendenz zur Rezession. Damit hat der gingivale Biotyp der Implantatzielregion einen entscheidenden Einfluss auf die Kontur, Textur und Transparenz (Farbe) des Weichgewebes. Diese Parameter werden in der Literatur mehrheitlich als maßgeblich für die Differenzierung zwischen ästhetischem Erfolg und Misserfolg angesehen [2, 8, 21]. Prinzipiell besteht die Möglichkeit der chirurgischen Umwandlung von einem dünnen in einen dicken parodontalen Biotyp („Biotypswitching“). Durch Bindegewebestransplantation kann eine Verdickung des Weichgewebes erreicht und somit der Rezessionsneigung eines dünnen parodontalen Biotyps unmittelbar nach Exzision entgegen gewirkt werden.

Bei Implantatversorgungen im ästhetisch relevanten Frontzahnbereich wird in der Regel der Versuch unternommen, peri-implantäre Mukosa wie Gingiva um Zähne aussehen zu lassen. Bei natürlich wirkenden Implantatrehabilitationen passt sich die Form der Interapproximalkontaktpapille der Lage und Größe des approximalen Kronenkontakts an [10, 49]. Die Lage des approximalen Kronenkontaktpunktes hat dabei einen Einfluss auf das Vorhandensein einer Papille und sollte bei Einzelimplantaten den Abstand von 3–5 mm zum krestalen Knochen des Nachbarzahnes nicht überschreiten [11, 32, 33, 50, 51]. Die Papille wird dabei nicht durch den Knochen am Implantat, sondern durch den approximalen Knochen am Nachbarzahn gestützt. Ein gewebestarker Biotyp kann für Einzelkronen im Frontzahnbereich von klinischem Vorteil sein, da er in der Regel rezessionsbeständiger ist. Dieser Biotyp ist durch einen breiten befestigten Gewebestreifen gekennzeichnet. Bei einem gewebeschwachen Biotyp begünstigt das dünne, fragile Weichgewebe zwar die Bildung von approximalen Papillen, dennoch ist es rezessionsanfällig. Dadurch erhöht sich das ästhetische Risiko erheblich [19, 20].

Untersuchungen an Zähnen zeigen, dass Zahnärzte und Laien geringe Proportions- und Konturabweichungen des um-

profile ist determiniert cervikal durch die marginale Gingiva und durch die peri-implantäre Mukosa für Implantate. According to *Kois*, two distinctive periodontal patterns of soft tissue are present in the oral cavity: the thin scalloped biotype and the thick flat biotype [4]. Each type has distinctive morphological characteristics. The thick flat biotype is characterized by adequate amounts of masticatory mucosa. It is dense and fibrous in nature with minimal height difference between the highest and lowest points on the proximal and facial aspects of the marginal gingiva; therefore, it is called flat. Larger-sized teeth that are most likely square characterize this type of periodontium. The typical reaction of this tissue type to trauma is inflammation and apical migration of the junctional epithelium. The thin scalloped biotype of periodontium exhibits its own distinctive features. These include thin, friable gingiva with a narrow band of attached masticatory mucosa, and a thin facial bone that usually exhibits deficiencies. The tooth crown shape generally exhibits a triangular form, and the contact points are smaller and located in a further incisal location. The gingival biotype of the implant site decisively influences contour, texture and transparency (colour) of the soft tissue for risk analysis. These parameters have been reported in the literature as relevant for differentiating between esthetic success and failure [2, 8, 21]. A typically scalloped peri-implant mucosa is achieved if papillae are present in the interproximal space and their tips lie more coronally between the canine and the middle incisors. In naturally-looking implant-supported rehabilitations the shape of the interproximal papilla adjusts to the position and size of the interproximal crown contact point [10, 49]. In case of single tooth implants, its position decisively influences the presence of papillae and should not exceed 3–5 mm to the crestal bone of the adjacent tooth [11, 32, 33, 50, 51]. In fact, the papilla will be supported by the approximal bone of the tooth, not by the surrounding bone of the implant. A biotype with thick tissue can be of clinical advantage for single tooth crowns in the anterior region since, as a rule, it is more resistant to recession. This biotype is characterized by a strongly attached tissue stripe. In case of a weak biotype, the thin, fragile soft tissue favors the formation of approximal papillae, but is more prone to recession which significantly increases the esthetic risk [19, 20].

Restorative implant therapy generally attempts to copy the surrounding soft tissue around teeth in terms of shape, morphology and colour. Studies about teeth and surrounding gingiva have shown that dental professionals and laymen rate and assess slight alterations of proportion and contour differently [22, 23]. It can be assumed that similar subjective evaluation criteria are to be expected for implant-supported restorations [24]. To date, there have been no reports with regard to the influence of an asymmetric papilla length on the viewer's esthetic perception, neither for natural tooth reconstructions nor for implants. From a clinical point of view, the question arises whether there are any differences in the dentist's and patient's sense of esthetics, especially related to the quantity and quality of peri-implant mucosa. The purpose of the present study was therefore to assess possible differences in the subjective perception of dentists and laymen regarding the papillary length and the contact point of symmetric and asymmetric situation in the anterior maxilla.

gebenden Weichgewebes in unterschiedlicher Ausprägung wahrnehmen und bewerten [12, 15, 16, 22, 23, 29]. Es bleibt zu vermuten, dass ähnlich subjektive Bewertungsunterschiede auch bei Implantatversorgungen bestehen [24]. Ergebnisse zum Einfluss einer asymmetrischen Papillenlänge auf die Ästhetikempfindung des Betrachters liegen bisher nicht vor. Das Ziel der vorliegenden Studie war daher, den Einfluss von Papillenlänge und Lage des Interapproximalkontaktes in symmetrischen und asymmetrischen Situationen zu untersuchen. Dabei wurden das ästhetische Empfinden von Zahnärzten und Laien verglichen und Faktoren, die die Ästhetikbewertungen beeinflussen, ermittelt.

2 Material und Methode

2.1 Aufbau der Studie

Zur Datenerhebung der Studie standen die digital bearbeiteten intraoralen Fotos einer jungen Frau zur Verfügung. Der Fokus der Untersuchung lag auf den Oberkieferfrontzähnen und deren umgebendem Weichgewebe. Zahnärzte mit unterschiedlichem Spezialisierungsgrad und Laien unterschiedlichen Berufsgruppen und Ausbildungsstandes beurteilten die Bilder auf Erkennungsfähigkeit und Ästhetik hinsichtlich vorgenommener Veränderung an den Interdentalpapillen und der Gestaltung des Approximalkontaktes. Für die geführte Befragung der Probanden wurde ein zweistufiges, standardisiertes Befragungsprotokoll entwickelt. Im ersten Teil der Befragung wurden zunächst allgemeine Fragen zur Person, zum Alter, zum Geschlecht, zum Schulabschluss, zum Beruf der Laien bzw. zum Spezialisierungsgrad der Zahnärzte gestellt. Im darauf folgenden zweiten Teil wurde den Probanden ein idealisiertes, computerbearbeitetes Ausgangsbild einer nahezu idealen Frontzahnsituation mit Lippen gezeigt. Es folgten nacheinander drei weitere Bilder desselben klinischen Falles mit digitaler Veränderung der Papillenlänge bzw. Verbreiterung des approximalen Kronenkontaktpunktes. Die Veränderung der Papillensituation bzw. Kontaktpunktsituation wurde schrittweise (pro Bild 1 mm) vorgenommen. Die Probanden wurden anschließend nach der subjektiven Ästhetikbewertung und dem Bild befragt, an dem Sie eine Veränderung wahrgenommen haben.

Information an die Probanden :

- Sie bewerten Bilder einer Studie über ästhetisches Empfinden bei Zähnen und Zahnfleisch/Gingiva.
- Zuerst sehen Sie ein idealisiertes Ausgangsbild mit einem Lächeln von guter Ästhetik.
- Der Bildausschnitt zeigt einen Mund von vorne mit Front- und Seitenzähnen.
- Danach sehen Sie drei Folgebilder, an denen Veränderungen vorgenommen wurden.
- Bitte achten Sie nur auf den Oberkiefer und die Form, den Verlauf der Gingiva und die Zähne im Bereich von Eckzahn zu Eckzahn.
- Der Stellung der Zähne sowie der Farbwiedergabe und der Helligkeit des Bildes brauchen Sie keine Beachtung zu schenken.
- Bitte geben Sie an, ob und welche Veränderung Sie auf dem jeweils folgenden Bild sehen.

2 Material and Methods

2.1 Structure of the study

Digitally altered intraoral images of a young woman were used for data assessment of the present study, focussing on the anterior maxilla and its surrounding soft tissue. Dental professionals of various specializations and laymen of different occupational and educational groups evaluated the pictures with regard to esthetic identification of alterations of interdental papillae and shaping of the interproximal space. Based on a reference image digitally optimized according to ideal criteria, participants were presented a modified picture for assessment. The papillary or contact point situation was altered incrementally by 1 mm, 2 mm and 3 mm for evaluating esthetics and the degree of perception. The participants' threshold level of recognizing the deviation and the "still esthetic"-level were registered. All questionnaires were evaluated by one and the same examiner in order to avoid different interpretations of the participants' rating and to ensure a consistent study procedure. Subsequently, statistical analysis of the degree of perception and esthetic assessments were finalized in the test groups.

Test person briefing:

- You are going to analyze clinical pictures on the esthetic perception of teeth and gums/ gingiva.
- First you will see an optimized reference picture with an esthetically pleasing smile.
- The section of interest displays a front view of a smile with anterior and posterior teeth.
- Afterwards you will see three following pictures with slight alterations compared to the reference picture at the beginning.
- Please focus on the maxilla from right to left canine. Evaluate the form, characteristics of the gums /gingiva and teeth.
- Ignore any possible malposition of teeth. Slight changes in colour rendering and brightness of the picture can be disregarded.
- Please indicate changes you might recognize on each clinical picture.

2.1.1 Creation of the reference image

The initial digital image was based on the front view of a smile. The section displayed the mouth, the lips as well as the upper and lower teeth with focus on the anterior maxilla from canine to canine. A picture was selected according to "ideal" parameters, taking into consideration the natural tooth and surrounding gingival (*Rufenacht 2000*). Shades, light reflection as well as brightness and colour rendering were optimized. Staining on the tooth surface, spots and air bubbles were eliminated. The photo was counter-reflected in the midline to avoid natural discrepancies of the right and left facial harmony and to balance asymmetries (fig. 1). Alterations were done with a digital imaging program (Adobe Photoshop 8.0, Adobe Systems Incorporated).

The proportions of the gingival-dental esthetics were modified to meet the generally accepted esthetic parameters. This required intraoral measurement to alter the photo true to scale. An 80 % width-to-length tooth ratio was achieved (fig. 2).



Abbildung 1 Seitengespiegeltes digital bearbeitetes Bild als „ideales Ausgangsbild“, ohne Berücksichtigung des Länge-Breite-Verhältnisses der Zähne.

Figure 1 Counter-reflected digitally altered image of the „ideal initial situation“, without considering the length-width ratio of the teeth.



Abbildung 2 Computer-simuliertes Ausgangsbild mit idealen Proportionen.

Figure 2 Computer-simulated initial situation with ideal proportions.
Alle Abbildungen: Gehrke

Es wurde festgehalten, ab welchem Veränderungsgrad die Probanden eine Veränderung erkannt haben und welchen Veränderungsgrad sie noch als „ästhetisch“ einstufen. Da die Bilder einzeln und nacheinander gezeigt wurden, war eine direkte Gegenüberstellung der Fotos für die Probanden nicht möglich. Um Unterschiede bei der Interpretation der Antworten der Probanden auszuschließen und um einen vergleichbaren Ablauf der Studie zu gewährleisten, wurden alle Befragungen von einem Untersucher durchgeführt. Anschließend erfolgte eine statistische Auswertung der Erkennungsfähigkeit und der Ästhetikbewertungen innerhalb der Probandengruppen.

2.1.1 Erstellung eines Ausgangsbildes

Grundlage des digitalen Ausgangsbildes war die Frontalaufnahme eines Lächelns. Der Bildausschnitt zeigt Mund, Lippen und Zähne des Ober- und Unterkiefers. Dabei standen die Oberkieferfrontzähne von Eckzahn zu Eckzahn im Mittelpunkt der Untersuchung. Unter Berücksichtigung der Zahn- und umgebenden Gingivastrukturen wurde ein Foto nach „idealen“ Gesichtspunkten (Rufenacht 2000) ausgewählt. Schattierungen und Lichtreflexe sowie Helligkeit und Farbwiedergabe wurden optimiert. Verfärbungen auf den Zahnoberflächen, Flecken und Luftbläschen wurden eliminiert. Zur Vermeidung von natürlichen Diskrepanzen der rechten und linken Gesichtshälfte und um Asymmetrien auszugleichen, wurde das Foto in der Mediane seitenkongruent gespiegelt (Abb. 1). Hierdurch sollten zusätzliche Ablenkungen durch störende Bildpunkte bzw. Fehlinterpretationen durch die Bezugnahme zu ungleichen Referenzpunkten oder -flächen minimiert werden. Die Veränderungen erfolgten mit einem Computer-Bildbearbeitungsprogramm (Adobe Photoshop 8.0, Adobe Systems Incorporated, San Jose, CA, USA).

Um den allgemein anerkannten ästhetischen Gesichtspunkten der Vollständigkeit, Symmetrie und Proportion zu genügen, wurden die Proportionen der gingiva-dentalen Ästhetik verändert [4, 9, 42, 52]. Dafür wurden die Originalzähne im Mund vermessen, um maßstabsgetreu die Veränderungen auf dem Foto vornehmen zu können. Ein Quotient Zahnbreite zu Zahnlänge von 80 % wurde erreicht (Abb. 2).

2.2 Digital imaging and alteration of the initial situation

2.2.1 Alteration of interproximal contact point of teeth 11 and 21, case 1: symmetric

The interproximal contact point of teeth 11 and 21 was minimized in 1-mm-increments toward incisal by simultaneously enlarging the interproximal space. Consequently, the interproximal space increased with progressive reduction of the contact point, resulting in visible “black triangles” (figures 3–5; symmetric case).

2.2.2 Papillae alteration of teeth 11 and 12, case 2: asymmetric

The interproximal papilla of teeth 11 and 12 was shortened sequentially by millimetre-increments. The resulting “black triangle” was closed by enlarging the teeth in this section and thereby lengthening the contact point toward apical (figs. 6–8, asymmetric case).

2.3 Questionnaire

2.3.1 Test groups

A group of 105 dentists and 106 laymen participated in this study. All dentist were recruited from the postgraduate program of Master of Science in Implantology, Steinbeis University Berlin. The laypersons were patients of the co-author in private practice, Offenbach. The ratings were performed between October 2007 and May 2008 taking into account a possible influence of age and gender in both groups as well as the professional and educational background of the general dentists and of the laymen. To avoid any connection to the issues studied, the laymen were selected on condition that their profession was not linked to the dental field.

2.3.2 Standardized surveillance procedure

Each individual test person was questioned following a standardized protocol. They were all tested by one and the same in-



Abbildung 3 Kürzung der approximalen Kontaktfläche der Zähne 11/21 um 1 mm nach inzisal.

Figure 3 Minimizing the interproximal contact point of teeth 11/21 by 1 mm toward incisal.



Abbildung 4 Kürzung der approximalen Kontaktfläche der Zähne 11/21 um 2 mm nach inzisal.

Figure 4 Minimizing the interproximal contact point of teeth 11/21 by 2 mm toward incisal.



Abbildung 5 Kürzung der approximalen Kontaktfläche der Zähne 11/21 um 3 mm nach inzisal.

Figure 5 Minimizing the interproximal contact point of teeth 11/21 by 3 mm toward incisal.



Abbildung 6 Kürzung der approximalen Papille der Zähne 11/12 um 1 mm nach zervikal.

Figure 6 Shortening of the interproximal papilla of teeth 11/12 by 1 mm toward cervical.



Abbildung 7 Kürzung der approximalen Papille der Zähne 11/12 um 2 mm nach zervikal.

Figure 7 Shortening of the interproximal papilla of teeth 11/12 by 2 mm toward cervical.



Abbildung 8 Kürzung der approximalen Papille der Zähne 11/12 um 3 mm nach zervikal.

Figure 8 Shortening of the interproximal papilla of teeth 11/12 by 3 mm toward cervical.

2.2 Digitale Bearbeitung und Veränderung des Ausgangsbildes

2.2.1 Kontaktpunktveränderung im Bereich der Zähne 11 und 21, Fall 1 symmetrisch

Die approximale Kontaktfläche der Zähne 11 und 21 wurde in 1-mm-Schritten nach inzisal verkleinert, bei gleichzeitiger Vergrößerung des Interapproximalraumes. Der Interapproximalraum vergrößerte sich daher mit zunehmender Verkleinerung des Kontaktpunktes der Zähne und führte zu sichtbaren „schwarzen Dreiecken“ (Abb. 3–5; symmetrischer Fall).

2.2.2 Papillenveränderung im Bereich der Zähne 11 und 12, Fall 2 asymmetrisch

Die approximale Papille der Zähne 12 und 11 wurde in Millimeterschritten gekürzt. Das dadurch entstehende „schwarze Dreieck“ wurde durch Verbreitern der Zähne in diesem Bereich geschlossen und somit die Kontaktfläche nach apikal verlängert (Abb. 6–8; asymmetrischer Fall).

2.3 Befragung

2.3.1 Probandengruppen

Die befragten Probanden teilten sich in je eine Gruppe Zahnärzte und eine Gruppe Laien. Es wurden insgesamt 211 Probanden befragt, davon 105 Zahnärzte im post-gradualen Studien-

interviewer. Optimal illumination was provided in the room where the interviews took place. The distance between viewer and picture was 50 cm. Prior to viewing, the respondent was extensively informed about the interviewing procedure.

2.4 Statistical Methods

Statistical evaluation was conducted with STATISTICA software (StatSoft, Inc., Tulsa, USA). Consistent variables (e. g. age) were defined by assessing the mean value and standard deviations. A statistical significance level of $p < 0.05$ has been assumed. Frequency distributions were calculated for discrete parameters (e.g. gender). In case of rank-scaled parameters, the Mann-Whitney U test was used to compare two groups of individual parameters. The Kruskal-Wallis test was applied in case of more than two groups. Corresponding comparisons of nominally-scaled parameters were performed by Chi-quadrant test or, respectively, by Fisher test in case of think cross tables.

gang zum Master of Science in Oral Implantology, Steinbeis Transfer Institut, Berlin, und 106 nach dem Zufallsprinzip ausgesuchte Patienten aus der Privatpraxis des Zweitautors in Offenbach. Die Befragung fand im Zeitraum Oktober 2007 bis Mai 2008 statt. Ein möglicher Einfluss des Alters und des Geschlechts beider Gruppen, Beruf und Schulabschluss der Laien und der Spezialisierungsgrad der Zahnärzte sollten dabei berücksichtigt werden. Die Auswahl der Laien erfolgte unter der Vorgabe, dass sie nicht mit Berufen des unmittelbaren zahnmedizinischen Umfelds verbunden waren, damit eine Vorbelastung mit dem Sachverhalt ausgeschlossen werden konnte.

2.3.2 Standardisiertes Vorgehen bei der Befragung

Die Befragung jedes einzelnen Probanden wurde nach einem zuvor festgelegten Protokoll vorgenommen. Der Proband wurde zunächst gebeten, an einem Tisch Platz zu nehmen. Alle Probanden wurden von einem einzigen Untersucher befragt, der während der Befragung neben dem Probanden saß. Während der Untersuchung wurde darauf geachtet, dass die Beleuchtung im Raum eine gute Betrachtung der Bilder ermöglicht. Der Abstand vom Betrachter zum Bild betrug 50 cm. Vor der Betrachtung der Bilder wurde der Betrachter über die Vorgehensweise der Befragung ausführlich aufgeklärt. Bei Fragen konnte der Proband jederzeit die Hilfe des Untersuchers in Anspruch nehmen. Im ersten Teil der Befragung wurden zunächst allgemeine Fragen zur Person, zum Alter, zum Geschlecht, zum Schulabschluss, zum Beruf der Laien bzw. zum Spezialisierungsgrad der Zahnärzte gestellt. Die Angaben wurden streng vertraulich behandelt und blieben anonym. Nach der Beantwortung der allgemeinen Fragen zur Person wurde dem Probanden das erste computerbearbeitete Ausgangsbild einer nahezu idealen Frontzahnsituation mit Lippen vorgelegt. Es folgten nacheinander drei weitere Bilder, in vorgeschriebener Reihenfolge, desselben klinischen Falles mit digitaler Veränderung der Papillenlänge bzw. Verbreiterung des approximalen Kronenkontaktpunktes. Die Veränderung der Papillensituation bzw. Kontaktpunktsituation wurde schrittweise (pro Bild 1 mm) vorgenommen. Die Probanden wurden anschließend nach der subjektiven Ästhetikbewertung und dem Bild gefragt, an dem sie eine Veränderung wahrgenommen hatten. Für die Betrachtung der Bilder wurde keine Zeitbegrenzung vorgegeben. Es wurde festgehalten, ab welchem Veränderungsgrad die Probanden eine Veränderung erkannt hatten und welchen Veränderungsgrad sie noch als „ästhetisch“ einstufen. Da die Bilder einzeln und nacheinander gezeigt wurden, war eine direkte Gegenüberstellung der Fotos für die Probanden nicht möglich. Um Unterschiede bei der Interpretation der Antworten der Probanden auszuschließen und um einen vergleichbaren Ablauf der Studie zu gewährleisten, wurden alle Befragungen von einem Untersucher durchgeführt. Anschließend erfolgte eine statistische Auswertung der Erkennungsfähigkeit und der Ästhetikbewertungen innerhalb der Probandengruppen.

2.4 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programmpaket STATISTICA (StatSoft, Inc., Tulsa, USA). Stetige Variablen (z. B. Alter) wurden durch die Berechnung von Mittelwert und Standardabweichung charakterisiert. Das statistische Signifikanzniveau wurde mit $p \leq 0,05$ angenommen. Für diskrete Parame-

Fachrichtung Specialization	Anzahl Number	Anteil (%) Percentage (%)
Parodontologie Periodontists	13 13	46,4 46.4
Oralchirurgie Oral surgeons	8 8	28,6 28.6
Implantologie Implant specialists	3 3	10,7 10.7
MKG-Chirurgie Oral & maxillofacial surgeons	2 2	7,1 7.1
Kieferorthopädie Orthodontists	1 1	3,6 3.6
Arzt und Zahnarzt General practitioners & dentists	1 1	3,6 3.6
Summe Total	28 28	100,0 100.0

Tabelle 1 Zusatzbezeichnungen bzw. Tätigkeitsschwerpunkt von 28 Zahnärzten mit Angaben zu einer Spezialisierung.

Table 1 Type of specialization of 28 dentists.

Höchster Schulabschluss School Graduation	Anzahl Number	Anteil (%) Percentage (%)
Hauptschule Junior High School	17 17	16,0 16.0
Mittlere Reife Secondary School Level	37 37	34,9 34.9
Abitur German university entrance examination (Abitur)	19 19	17,9 17.9
Hochschule University	33 33	31,1 31.1
Summe Total	106 106	100,0 100.0

Tabelle 2 Höchster Schulabschluss der 106 befragten Laien.

Table 2 Highest school graduation level of the 106 laymen questioned.

3 Results

3.1 Personal data of general dentists and laymen questioned

3.1.1 Dentists

Data assessment consisted of 211 ratings (105 dentists/106 lay persons). 105 dentists between 27 and 56 years (mean value \pm standard deviation: 40.5 ± 6.9 years) participated in the study, of which 23 women (21.9 %) and 82 men (78.1 %). 28 clinicians (26.7 %) provided information about their specialization (table 1). The most frequent one was periodontics (13 dentists), followed by oral surgery (8 colleagues). All other specializations occurred only sporadically.

ter (z. B. Geschlecht) wurden Häufigkeitsverteilungen berechnet. Der Vergleich zweier Gruppen unabhängiger Parameter erfolgte für den Fall rangskalierter Parameter mithilfe des Mann-Whitney-U-Tests. Bei mehr als zwei Gruppen wurde der Kruskal-Wallis-Test verwendet. Für entsprechende Vergleiche nominalskalierter Parameter wurde der Chi-Quadrat-Test bzw. beim Vorliegen von Vierfeldertafeln der exakte Fisher-Test benutzt.

3 Ergebnisse

3.1 Persönliche Daten der befragten Zahnärzte und Laien

3.1.1 Zahnärzte

Zur Datenauswertung kamen insgesamt 211 Bewertungen (Zahnärzte: 105/Laien: 106). Es beteiligten sich 105 Zahnärzte im Alter zwischen 27 und 56 Jahren (Mittelwert ± Standardabweichung: 40,5 ± 6,9 Jahre) an der Studie. Darunter waren 23 Frauen (21,9 %) und 82 Männer (78,1 %). 28 Zahnärzte (26,7 %) gaben eine Spezialisierung an (Tab. 1). Häufigste Nennung war in diesem Zusammenhang die Zusatzqualifikation Parodontologie (13 Zahnärzte), gefolgt von Oralchirurgie (8 Kollegen). Alle anderen Angaben waren nur vereinzelt vertreten.

3.1.2 Laien

Die Stichprobe der Laien umfasste 106 Personen. Sie waren zwischen 18 und 80 Jahre alt (Mittelwert: 49,7 ± 15,9 Jahre). Das Verhältnis der Geschlechter war nahezu ausgeglichen (54 Frauen, entspricht 50,9 %; 52 Männer, entspricht 49,1 %).

Die Probanden wurden nach ihrem höchsten Schulabschluss und ihrer beruflichen Qualifikation befragt. Jeweils etwa ein Drittel der Probanden gaben eine mittlere Reife bzw. einen Hochschulabschluss an (Tab. 2).

Die Frage nach der beruflichen Qualifikation erbrachte 77 verschiedene Tätigkeiten. Ausgehend von der Überlegung, dass solche Probanden, die beruflich häufig Kunden- bzw. Klientenkontakt haben, ein ausgeprägteres Gefühl für ästhetische Veränderungen aufweisen, wurden Probanden mit entsprechenden Dienstleistungsberufen (z. B. Bankkauffrau, Polizeibeamter, Buchhändler, Lehrerin) zu einer Gruppe von „Dienstleistungsberufen mit Kundenkontakt“ zu-

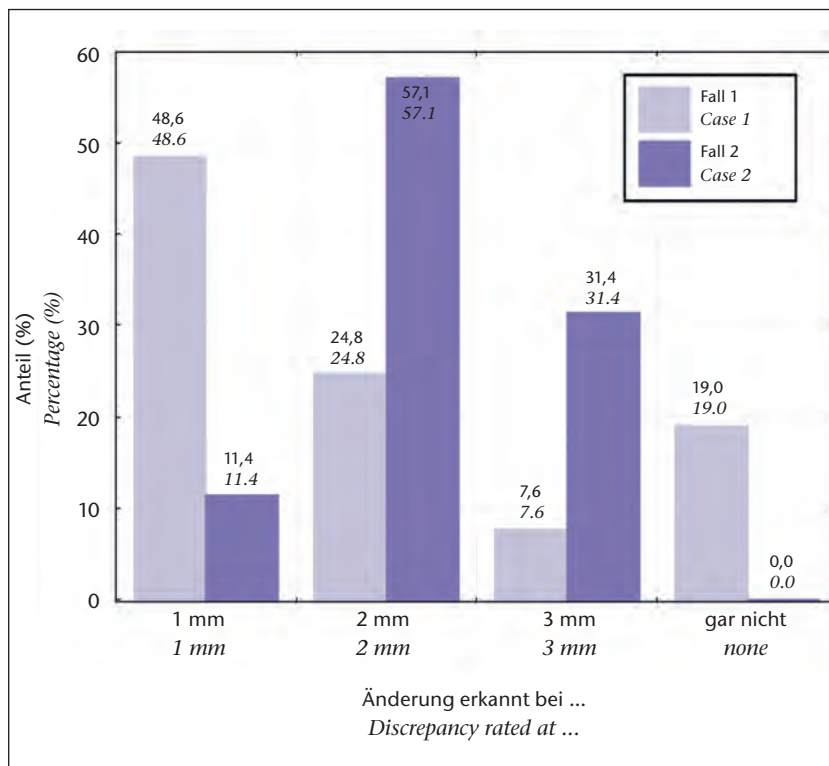


Abbildung 9 Häufigkeitsverteilung der erkannten digitalen Bildveränderung durch die Zahnärzte in Abhängigkeit von deren Ausmaß.

Figure 9 Distribution frequency of digital image modifications according to size, distinguished by dentists group.

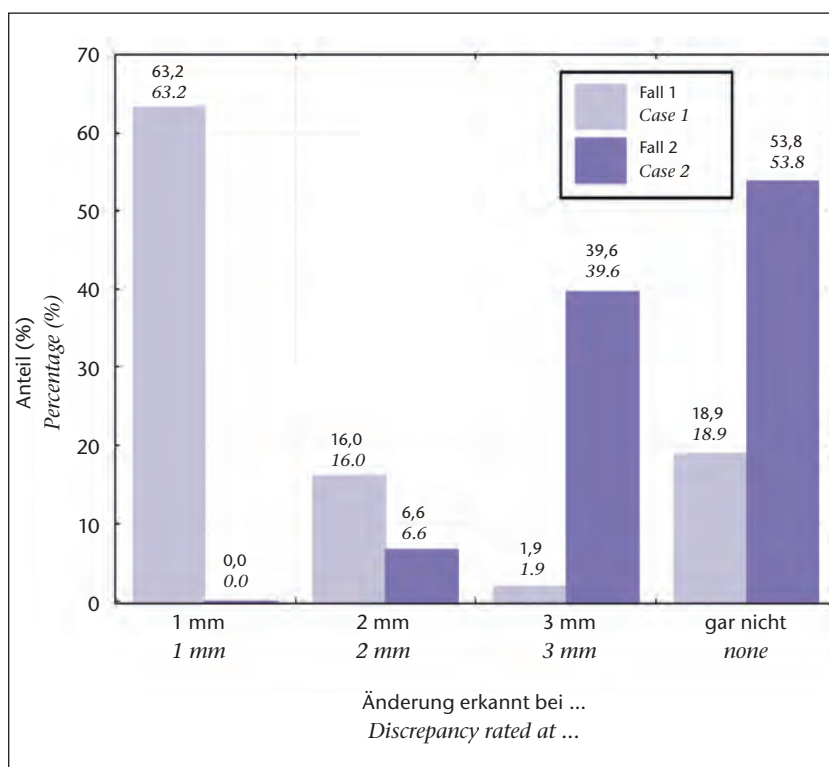


Abbildung 10 Häufigkeitsverteilung der erkannten digitalen Bildveränderung durch die Laien in Abhängigkeit von deren Ausmaß.

Figure 10 Distribution frequency of digital image modifications according to size, distinguished by the laymen group.

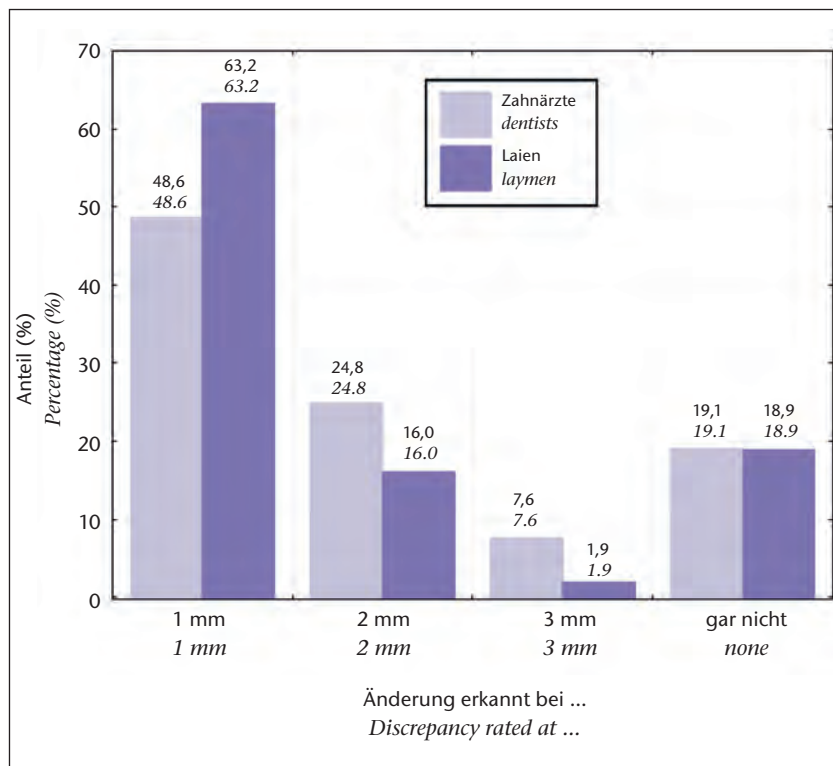


Abbildung 11 Vergleich von Zahnärzten und Laien in Bezug auf das Erkennen von Änderungen in Abhängigkeit von deren Ausmaß (Fall 1, symmetrisch).

Figure 11 Comparison of general dentists and laymen regarding the identification of alterations according to their size (case 1, symmetric).

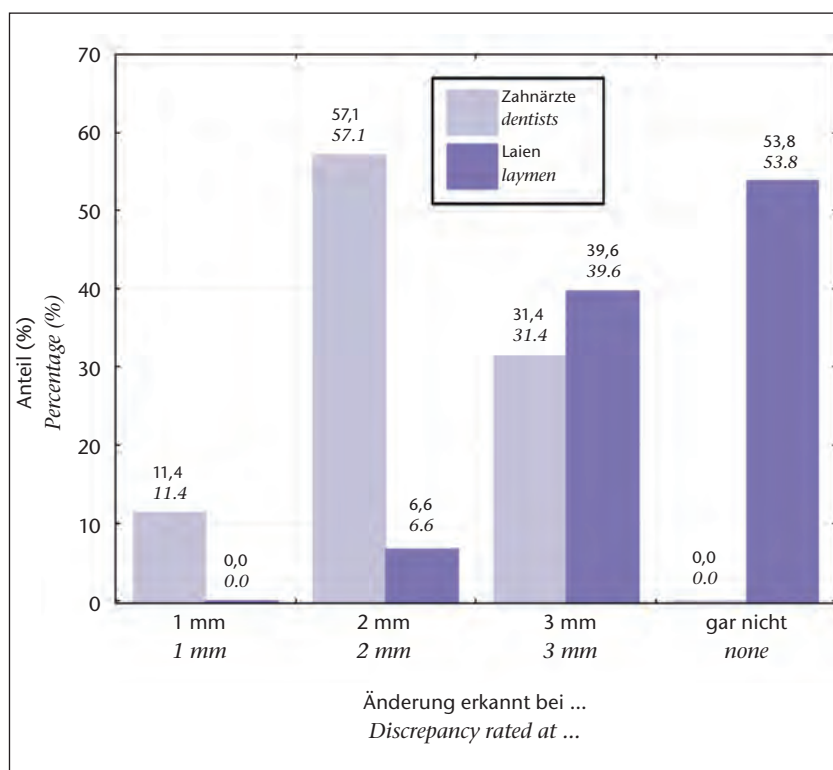


Abbildung 12 Vergleich von Zahnärzten und Laien in Bezug auf das Erkennen von Änderungen in Abhängigkeit von deren Ausmaß (Fall 2, asymmetrisch).

Figure 12 Comparison of general dentists and laymen regarding the identification of alterations according to their size (case 2, asymmetric).

3.1.2 Laymen

The random selection of the laymen included 106 test persons aged between 18 and 80 years (mean value: 49.7 ± 15.9 years). The male-to-female ratio was almost even (54 women corresponding to 50.9 %; 52 men corresponding to 49.1 %).

They were interviewed with regard to their highest school and professional qualification. Approximately one third of the test persons indicated a secondary school level or, respectively, university entrance examination (German “Abitur”) (table 2).

Answers related to the professional qualification revealed 77 different occupations. Considering the fact that these persons are frequently involved in customer-to-client relationships and therefore exhibit a stronger feeling for esthetic changes, test persons with respective service jobs (e.g. bank, policemen, bookseller, teachers) were all included in the test group “service occupations with customer contact”. Their results were compared to the other raters. Based on their occupation, 27 of the 106 test persons were included in this group (25.5 %).

3.2 Distinguishing the alterations on the photos

Following, the attempts to distinguish the reduction of the interproximal contact point of teeth 11 and 21 will be described as case 1 (symmetric) and those identifying the unilateral modifications of the interproximal papilla of teeth 12 and 11 as case 2 (asymmetric).

3.2.1 Dentists

Case 1 was identified by 85 of the 105 dentists (81.0 %). Figure 9 displays this percentage according to the size of the discrepancy. About half of the dentists recognized alterations already at the 1 mm level (51 dentists corresponding to 48.6 %). 26 test persons (24.8 %) of this group distinguished the discrepancy at 2 mm and 8 dentists at the 3 mm level (7.6 %). After all, 20 colleagues could not identify any reduction of the contact surface on any of the photos presented (19.6 %).

All of the 105 colleagues interviewed recognized the alteration in case 2: 12 (11.4 %) recognized the papilla modification if shortened by 1 mm, 60 (57.1 %) at

Zahnärzte	Fall 1 (n = 105) Case 1 (n = 105)		Fall 2 (n = 105) Case 2 (n = 105)	
	Anzahl Number	Anteil (%) Percentage (%)	Anzahl Number	Anteil (%) Percentage (%)
Veränderung noch ästhetisch bei ... <i>Discrepancy still esthetic ...</i>				
0 mm Änderung ... at 0 mm alteration	105	100 %	105	100 %
1 mm Änderung ... at 1 mm alteration	70	66.7 %	105	100 %
2 mm Änderung ... at 2 mm alteration	57	53.8 %	52	49.5 %
3 mm Änderung ... at 3 mm alteration	39	37.1 %	5	4.8 %

Tabelle 3 Anteil der als „noch ästhetisch“ empfundenen Veränderungen in Abhängigkeit von deren Größe für die Fälle 1 und 2 (Zahnärzte).

Table 3 Number of „still esthetic“ alterations according to their size in cases 1 and 2 (dentists).

Laien	Fall 1 (n = 106) Case 1 (n = 106)		Fall 2 (n = 106) Case 2 (n = 106)	
	Anzahl Number	Anteil (%) Percentage (%)	Anteil (%) Percentage (%)	Anteil kumuliert (%) Cumulated percentage (%)
Veränderung noch ästhetisch <i>Discrepancy still esthetic...</i>				
... bei 0 mm Änderung ... at 0 mm alteration	106	100 %	106	100 %
... bei 1 mm Änderung ... at 1 mm alteration	90	84.9 %	106	100 %
... bei 2 mm Änderung ... at 2 mm alteration	77	72.6 %	99	93.4 %
... bei 3 mm Änderung ... at 3 mm alteration	67	63.2 %	56	52.8 %

Tabelle 4 Anteil der als „noch ästhetisch“ empfundenen Veränderungen in Abhängigkeit von deren Größe für die Fälle 1 und 2 (Laien).

Table 4 Number of „still esthetic“ alterations according to their size in cases 1 and 2 (laymen).

sammengefasst und die Ergebnisse dieser Gruppe denen der übrigen Probanden gegenübergestellt. In die Dienstleistungsgruppe wurden anhand der Berufsbezeichnungen 27 der 106 Probanden eingestuft (25,5 %).

3.2 Erkennen der vorgenommenen Veränderungen an den Fotos

Im Folgenden wird der Versuch zur Erkennung der Verkleinerung der approximalen Kontaktfläche der Zähne 11 und 21 als „Fall 1“ (symmetrisch) und derjenige zur Erkennung der einseitigen Veränderung der approximalen Papille der Zähne 12 und 11 als „Fall 2“ (asymmetrisch) bezeichnet.

3.2.1 Zahnärzte

Der Fall 1 wurde von 85 der 105 Zahnärzte erkannt (81,0 %). In der Abbildung 9 ist dieser Anteil in Abhängigkeit von der Grö-

ße der 2 mm Ebene und die verbleibenden 33 (31,4 %) bei der 3 mm Ebene.

3.2.2 Laymen

Von den 106 Laymen erkannten 86 die Veränderung auf dem Initialfoto in Fall 1 (81,1 %). Fast zwei Drittel der Testpersonen (67 entsprechend 63,2 %) erkannten bereits 1 mm Abweichungen (Abb. 10), weitere 17 Rater erkannten 2 mm und zwei (1,9 %) sahen 3 mm Veränderungen.

Andererseits, in Fall 2, erkannten weniger als die Hälfte der Testpersonen eine Veränderung (49 entsprechend 46,2 %). Niemand erkannte eine Verkürzung der Papille um 1 mm, aber sieben Personen sahen die 2 mm Abweichung und 42 (39,6 %) die 3 mm Verkürzung.

Zwei der Vergleiche (Geschlecht und Bildung in Fall 2) zeigten nur geringfügig statistisch nicht signifikante Ergebnisse ($p < 0,10$): 30 von 54 Frauen (55,6 %) erkannten die Veränderungen in

ße der Veränderung angegeben. Knapp die Hälfte der Zahnärzte nahm die Veränderung bereits bei einer Verkleinerung der Kontaktfläche von 1 mm wahr (51 Zahnärzte, entspricht 48,6 %). Weitere 26 Probanden (24,8 %) wurden bei einer Veränderung von 2 mm darauf aufmerksam und acht Zahnärzte bei einer solchen von 3 mm (7,6 %). Immerhin 20 Kollegen sahen die Verkleinerung der Kontaktfläche auf keinem der präsentierten Fotos (19,6 %).

Die Veränderungen im Fall 2 erkannten alle 105 befragten Kollegen. Zwölf von ihnen (11,4 %) sahen die Papillenveränderung bei einer Kürzung von 1 mm, 60 (57,1 %) bei 2 mm und die übrigen 33 (31,4%) bei 3 mm.

3.2.2 Laien

Von den 106 Laien erkannten 86 die Veränderung des Ausgangsfotos im Fall 1 (81,1 %). Fast zwei Drittel der Probanden (67, entspricht 63,2 %) gelang dies bereits bei einer Veränderung von 1 mm (Abb. 10), weiteren 17 Probanden bei 2 mm und zwei (1,9%) bei 3 mm.

Im Fall 2 wurde die Veränderung dagegen von weniger als der Hälfte der Probanden erkannt (49, entspricht 46,2 %). Keinem Probanden gelang dies bei einer Kürzung der Papille um 1 mm. Immerhin sieben Personen sahen die Veränderung von 2 mm und 42 (39,6 %) bei 3 mm Papillenkürzung.

30 der 54 Frauen (55,6 %) erkannten die Veränderung im Fall 2 gegenüber lediglich 36,5 % der Männer (19 von 52). Von den 17 Probanden mit Hauptschulabschluss gelang nur drei (17,7 %) das Erkennen, in den anderen Schulabschlusskategorien waren dagegen zwischen 47,4 % (Abitur) und 56,8 % (Mittlere Reife) erfolgreich.

3.2.3 Vergleich Zahnärzte – Laien

Der Anteil erkannter Veränderungen im Fall 1 war für beide Studiengruppen mit rund 81 % annähernd gleich, ein statistisch signifikanter Unterschied war hier nicht festzustellen (exakter Fisher-Test, $p = 1,00$). In Bezug auf die für das Erkennen erforderliche Größe der Veränderung waren die Laien der Gruppe der Zahnärzte überlegen. Von den Laien erkannten rund zwei Drittel die Veränderung bereits bei 1 mm, von den Zahnärzten dagegen weniger als die Hälfte (Abb. 11). Dieser Unterschied war nur knapp nicht statistisch signifikant (Mann-Whitney-U-Test, $p = 0,077$).

Deutlich anders sah der Vergleich im Fall 2 aus. Hier hatten alle 105 Zahnärzte die Papillenkürzung erkannt, jedoch nur 46,2 % der Laien. Dieser Unterschied war statistisch signifikant (exakter Fisher-Test, $p < 0,001$). Auch der Vergleich des für das Erkennen erforderlichen Ausmaßes der Veränderung ergab einen statistisch signifikanten Unterschied (Mann-Whitney-U-Test, $p < 0,001$). Die Abbildung 12 zeigt, dass der größte Teil der Laien die Veränderung gar nicht oder erst bei einer vergleichsweise großen Veränderung erkannte.

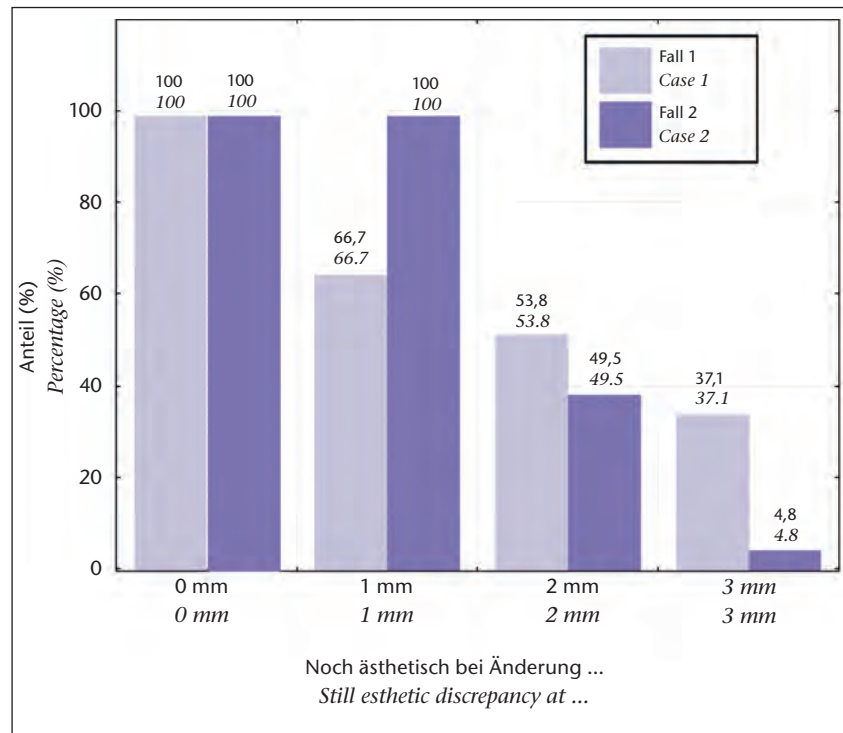


Abbildung 13 Häufigkeit der Ästhetik-Beurteilungen für Fall 1 und Fall 2.

Figure 13 Frequency of esthetic assessments for case 1 and case 2.

case 2 versus only 36.5 % of the men (19 of 52). Of the 17 persons with a junior high school certificate, only three (17.7 %) were able to recognize any changes, while the persons belonging to the other educational categories were successful in 47.4 % ("Abitur") and 56.8 % (secondary school), respectively.

3.2.3 Comparison of general dentists and laymen

With 81 %, the amount of discrepancies identified in case 1 was approximately equal for both study groups showing no statistically significant difference (precise Fisher test, $p = 1,00$). Regarding the identification of the required size of the alteration, the laymen were superior to the group of dentists. Two thirds of the laymen distinguished already 1 mm alterations compared to less than half of the general dentists (fig. 11). This difference was only slightly statistically significant (Mann-Whitney U test, $p = 0,077$).

The comparison in case 2 looked significantly different. All 105 dentists had identified the shortening of the papilla versus only 46.2 % of the laymen. This difference was statistically significant (precise Fisher test, $p < 0,001$). The comparison of the required size for recognizing the alteration resulted in a statistically significant difference (Mann-Whitney U test, $p < 0,001$). Figure 12 shows that most of the laymen did not distinguish the alteration either at all or only in case of a large modification.

3.3 Assessment of changes regarding esthetic perception

3.3.1 Dentists

In total, 100 % of the dentists rated an alteration of 0 mm as an esthetic result (embrasure fully filled with papilla). 73.5 %

	Fall 2 noch ästhetisch bei ... Case 2 still esthetic at ...			Summe Total
	1 mm 1 mm	2 mm 2 mm	3 mm 3 mm	
bis 35 Jahre up to 35 years	4 (18,2 %) 4 (18.2 %)	12 (54,5 %) 12 (54.5 %)	6 (27,3 %) 6 (27.3 %)	22 (100 %) 22 (100 %)
36 bis 40 Jahre 36 to 40 years	2 (11,8 %) 2 (11.8 %)	7 (41,2 %) 7 (41.2 %)	8 (47,1 %) 8 (47.1 %)	17 (100 %) 17 (100 %)
41 bis 45 Jahre 41 to 45 years	0 (0,0 %) 0 (0.0 %)	2 (16,7 %) 2 (16.7 %)	10 (83,3 %) 10 (83.3 %)	12 (100 %) 12 (100 %)
über 45 Jahre over 45 years	1 (1,8 %) 1 (1.8 %)	22 (40,0 %) 22 (40.0 %)	32 (58,2 %) 32 (58.2 %)	55 (100 %) 55 (100 %)
alle all	7	43	56	106

Tabelle 5 Anteil der als noch ästhetisch empfundenen Änderungen des Idealzustandes des Falls 2 in Abhängigkeit vom Alter der Laien.

Table 5 Numbers of still esthetic discrepancies of the ideal situation in case 2 according to laymen's age.

3.3 Beurteilung der Veränderungen hinsichtlich des Ästhetikempfindens

3.3.1 Zahnärzte

Zu Beginn der Befragung wurde den Probanden zunächst das idealisierte Ausgangsbild gezeigt. Es folgten nacheinander drei weitere Bilder desselben klinischen Falles mit digitaler Veränderung der Papillenlänge bzw. Verbreiterung des approximalen Kronenkontaktpunktes. Die Veränderung der Papillensituation bzw. Kontaktpunktsituation wurde schrittweise (pro Bild 1 mm) vorgenommen. Die Probanden wurden anschließend nach der subjektiven Ästhetikbewertung und dem Bild gefragt, an dem Sie eine Veränderung wahrgenommen haben. Es wurde festgehalten, ab welchem Veränderungsgrad die Probanden eine Veränderung erkannt haben und welchen Veränderungsgrad sie noch als „ästhetisch“ einstufen. Da die Bilder einzeln und nacheinander gezeigt wurden, war eine direkte Gegenüberstellung der Fotos für die Probanden nicht möglich. Insgesamt empfanden 100 % der befragten Zahnärzte eine 0-mm-Änderung als ästhetisch (Approximalraum vollständig mit Papille ausgefüllt), bei 1 mm Änderung waren dies nur noch 73,5 %, bei 2 mm noch 59,8 % und bei 3 mm noch 40,9 %. Deutlich anders sah diese Abstufung für den Fall 2 aus. Hier wurde von keinem Probanden ein vollständig symmetrisches Erscheinungsbild als Voraussetzung für ein „ästhetisches“ Aussehen verlangt. 100 % der befragten Zahnärzte beurteilten im Fall 2 sowohl eine 0-mm- als auch 1-mm-Änderung als noch ästhetisch, bei 2-mm-Änderung waren dies noch 54,6 %, bei 3 mm nur noch 5,25 % (Tab 3).

Die Abbildung 14 zeigt, dass insbesondere in den Altersgruppe 36 bis 40 Jahre der Anteil derjenigen Zahnärzte, die keine Änderung des Idealzustandes akzeptierten (0 mm), mit 60,9 % deutlich höher war als in allen anderen untersuchten Altersgruppen.

Für den Fall 1 war damit ein statistisch signifikanter Einfluss des Alters auf die Ästhetik-Beurteilung gegeben (Kruskal-Wallis-Test, $p = 0,049$). Für den Fall 2 war ein statistisch signifikanter Einfluss des Alters auf die Ästhetik-Beurteilungen dagegen nicht nachzuweisen (Kruskal-Wallis-Test, $p = 0,82$).

rated an alteration of 1 mm, and 59.8 % rated an alteration of 2 mm as an esthetic outcome. Another 40.9 % of the clinicians accepted an alteration of 3 mm.

This discrepancy looked significantly different for case 2, where none of the raters claimed a completely symmetric look as a pre-requisite for an “esthetic” look. For case 2, 100 % of the dentists rated an alteration of 0 mm and 1 mm as an esthetic result. 54.6 % of the dentists rated an alteration of 2 mm, and 5.25 % rated an alteration of 2 mm as an esthetic outcome.

Figure 13 compares the numbers of both cases. It shows a higher percentage for the extreme values (0 and 3 mm) of case 1. This means that a significantly different perception of esthetics could be found within the group of dentists. Case 2 shows an accumulation of assessments in the middle categories (1 to 2 mm), which means that esthetic perception of most of these clinicians was similar. However, no statistically significant difference between the two ratings could be noted in the overall tendency (Wilcoxon test for pair differences, $p = 0.74$).

Figure 14 shows that, especially in the age group between 36 to 40 years (60.9 %), the number of those practitioners that accepted no modifications of the ideal situation (0 mm) was significantly higher than in all other groups.

3.3.2 Laymen

The laymen perceived comparably large alterations related to papilla length (table 4). For the first case 100 % of the laypersons rated an alteration of 0 mm as an esthetic result (embasement fully filled with papilla). 84.9 % rated an alteration of 1 mm, and 72.6 % rated an alteration of 2 mm as an esthetic outcome. Another 63.2 % of the clinicians accepted an alteration of 3 mm. For case 2, 100 % of the laymen rated an alteration of 0 mm and 1 mm as an esthetic result. 93.4 % of the dentists rated an alteration of 2 mm, and 52.8 % rated an alteration of 2 mm as an esthetic outcome.

Case 2 showed a statistically significant influence of age on the assessments (table 5, Kruskal-Wallis test, $p = 0.0043$). With increasing age, patients become more tolerant with regard to the evaluation of an asymmetric papillary shape.

3.3.3 Comparison of dentists and laymen

Statistically significant differences between the two study groups were found in case 1 (figure 16; Mann-Whitney U test, $p = 0.0002$) as well as in case 2 (figure 17; $p < 0.0001$). In both cases, the dentists were significantly more critical in their esthetic evaluation than laymen.

4 Discussion

The success of implant treatment in the esthetically relevant region is not limited only to the osseointegration of the implant body but equally considers the preservation or rehabili-

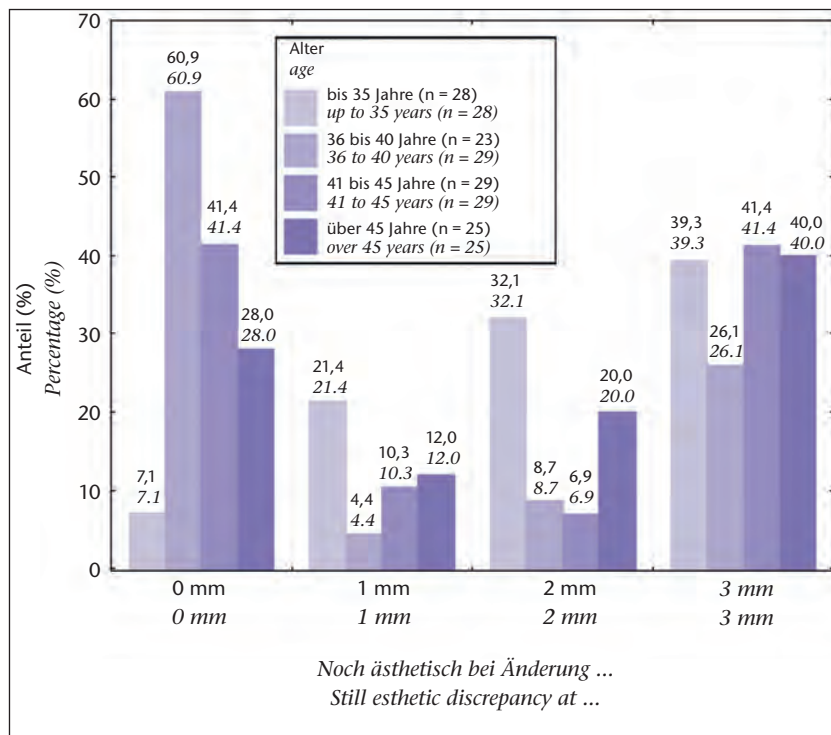


Abbildung 14 Häufigkeitsverteilung der Ästhetik-Beurteilungen für Fall 1 in Abhängigkeit vom Alter der Zahnärzte.

Figure 14 Frequency distribution of esthetic assessment of case 1 according to age of dentists.

3.3.2 Laien

Von den Laien wurden vergleichsweise große Abweichungen in Bezug auf die Papillenlänge als ästhetisch empfunden (Tab. 4). Im ersten Fall empfanden 100 % der befragten Laien eine 0-mm-Änderung als ästhetisch (Approximalraum vollständig mit Papille ausgefüllt), bei 1 mm Änderung waren dies noch 84,9 %, bei 2 mm noch 72,6 % und bei 3 mm nur noch 63,2 %. Bei der Beurteilung von Fall 2 empfanden 100 % der Laien sowohl 0 mm als auch 1 mm Änderung als noch ästhetisch, bei 2 mm Änderung waren dies noch 93,4 %, bei 3 mm nur noch 52,8 %.

In Abbildung 15 sind die Anteile der verschiedenen Einschätzungen einander gegenübergestellt. Aus der Abbildung wird deutlich, dass für den Fall 2 im Mittel höhere Abweichungen als noch ästhetisch akzeptiert wurden. Dieser Unterschied konnte als statistisch signifikant nachgewiesen werden (Wilcoxon-Test für Paardifferenzen, $p = 0,036$).

Für den Fall 2 war ein statistisch deutlich signifikanter Einfluss des Alters auf die Beurteilungen gegeben (Tab. 5; Kruskal-Wallis-Test, $p = 0,0043$). Mit zunehmendem Alter stieg der Anteil derjenigen kontinuierlich an, die auch größere Änderungen noch als ästhetisch akzeptierten. Mit zunehmendem Alter werden Patienten also im Hinblick auf die Beurteilung einer asymmetrischen Papillenform toleranter.

3.3.3 Vergleich Zahnärzte – Laien

Sowohl für Fall 1 (Abb. 16; Mann-Whitney-U-Test, $p = 0,0002$) als auch für Fall 2 (Abb. 17; $p < 0,0001$) ergaben sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden untersuchten

tation of a healthy peri-implant mucosa with intact interproximal papillae, in harmony with the adjacent teeth. Presence, contour, morphology and colour of the soft tissue are decisive in the differentiation of esthetic success or failure. Restorative implant therapy generally attempts to copy the surrounding soft tissue around teeth in terms of shape, morphology and colour. Numerous surgical and prosthetic techniques have been discussed with regard to the preservation and reconstruction of peri-implant interproximal papillae [1, 3, 11, 14, 18, 33, 50, 53]. Studies about teeth and surrounding gingiva have shown that dental professionals and laymen rate and assess slight alterations of proportion and contour differently [22, 23]. It can be assumed that similar subjective evaluation criteria are to be expected for implant-supported restorations [24]. To date, there have been no reports with regard to the influence of an asymmetric papilla length on the viewer's esthetic perception, neither for natural tooth reconstructions nor for implants. The purpose of the present study was therefore to

assess possible differences in the subjective perception of dentists and laymen regarding the papillary length and the contact point of symmetric and asymmetric situation in the anterior maxilla.

Results of the present study have supported the hypothesis that there are differences between dentists and patients related to the identification of peri-implant mucosa alterations and resulting assessment of esthetics. In case of changing papillary presence in the midline of the dental arch (region 11, 21/symmetry) it was noticeable that they were distinguished by 81 % of the dentists and laymen, whereas the number of lay people that had already registered a shortening of the contact point of 1 mm, was clearly but not statistically significantly higher with 63 % (dentists 49 %). The specialization of the dentists interviewed as well as the education or profession of the laymen has shown no verifiable influence on the recognition of these alterations. At assessing papillary or contact point discrepancies in the lateral arch (region 11, 12/asymmetry), clinicians were clearly and statistically verifiable more critical than laymen. They were all able to name the alterations made, while more than half of the laymen (54 %) were not able to do so.

The image of an oral region considered to be perfect was selected as initial reference for this study. The nose and chin regions were excluded on purpose to avoid distraction of the viewer by other distinctive facial characteristics. This corresponded to the method used by Kokich et al. [22]. While in their study the photos showed the natural size of teeth, a magnification factor of 3.5 has been chosen in the present study. In addition, the procedure of altering the interproximal space was different. In the first case, an opening, i.e. a "black triangle"

Gruppen. In beiden Fällen waren die Zahnärzte deutlich kritischer bei der Ästhetikbeurteilung.

4 Diskussion

Der Erfolg einer Implantattherapie beschränkt sich nicht allein auf die Osseointegration des Implantatkörpers, sondern berücksichtigt ebenso den Erhalt oder die Wiederherstellung gesunder peri-implantärer Mukosa mit intakten Interapproximalpapillen. Dabei entscheiden Präsenz, Kontur, Morphologie und Farbe des Weichgewebes maßgeblich über die Differenzierung zwischen ästhetischem Erfolg und Misserfolg. Bei Implantatversorgungen im ästhetisch relevanten Frontzahnbereich wird in der Regel der Versuch unternommen, das Weichgewebe um Zähne in Verlauf, Morphologie und Farbe zu kopieren. Bei natürlich wirkenden Implantatrehabilitationen passt sich die Form der Interapproximalpapille der Lage und Größe des approximalen Kronenkontaktes an [10, 49]. Untersuchungen an Zähnen zeigen, dass Zahnärzte und Laien geringe Proportions- und Konturabweichungen des umgebenden Weichgewebes in unterschiedlicher Ausprägung wahrnehmen und bewerten [12, 15, 16, 22, 23, 29]. Es bleibt zu vermuten, dass ähnlich subjektive Bewertungsunterschiede auch bei Implantatversorgungen bestehen [24]. Ergebnisse zur Ästhetikbeurteilung von Papillenverlusten in symmetrischen Situationen liegen für das naturgesunde Gebiss vor [5, 8, 10]. Untersuchungen zum Einfluss asymmetrischer Papillenlängen auf die Ästhetikempfindung fehlen sowohl für Zähne als auch für Implantatversorgungen. Das Ziel der vorliegenden Studie war es, den Einfluss von graduellen Papillenverlusten in symmetrischen und asymmetrischen Situationen an Zähnen zu untersuchen. Dabei wurden das ästhetische Empfinden von Zahnärzten und Laien verglichen und Faktoren, die die Ästhetikbewertungen beeinflussen, ermittelt.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigen, dass Zahnärzte und Laien graduelle Papillenverluste hinsichtlich der ästhetischen Konsequenz unterschiedlich beurteilen. Bei Veränderungen der Papillenpräsenz in der Medianen des Zahnbogens (regio 11, 21/Symmetrie) war auffällig, dass diese jeweils von 81 % der Zahnärzte und Laien erkannt wurden. Bei der Beurteilung von Papillen- bzw. Kontaktpunktveränderungen in der Lateralen des Zahnbogens (regio 11, 12/Asymmetrie) waren Zahnärzte im Vergleich zu Laien deutlich und statistisch nachweisbar kritischer. Alle konnten die durchgeführten Veränderungen benennen, während mehr als die Hälfte der Laien (54 %) dazu nicht in der Lage war.

Als Grundlage für diese Studie wurde ein möglichst perfektes Gebiss einer Mundregion ausgesucht. Auf dem Bildausschnitt wurden Nase und Kinn vorsätzlich ausgespart, um den Betrachter nicht durch andere markante Gesichtsmerkmale ab-

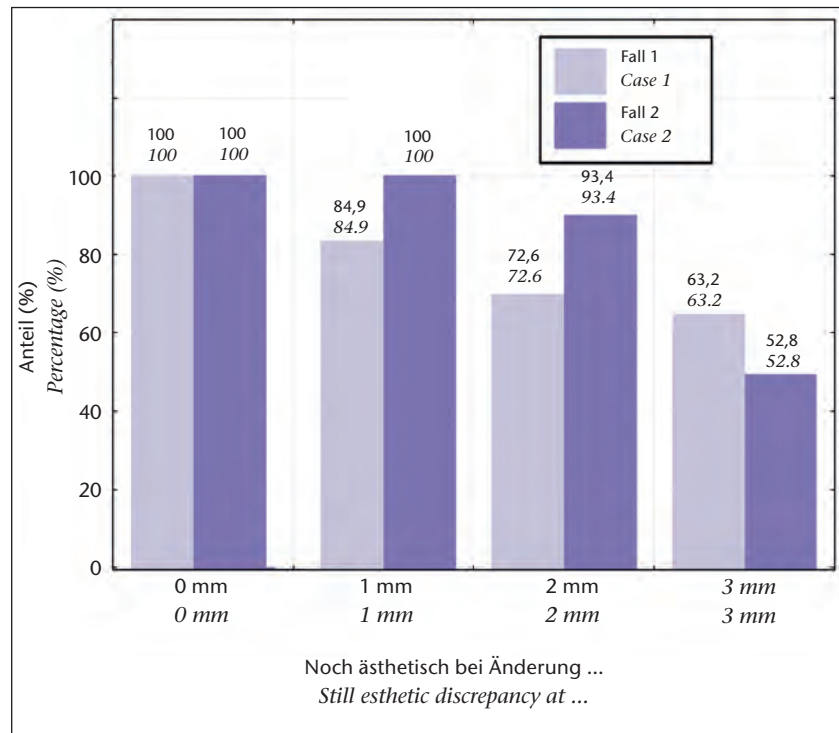


Abbildung 15 Einschätzung der Änderung als noch ästhetisch in Abhängigkeit vom Ausmaß der Änderung bei Fall 1 und Fall 2 bei Laien.

Figure 15 Laymen's evaluation of discrepancy as still esthetic according to alterations in cases 1 and 2.

was created by moving the contact point toward incisal. In the second case, the interdental papilla was shortened thereby closing the resulting "black triangle" by enlarging the contact point of the crowns in this region. Consequently, both cases are to be approached differently with regard to the degree of perception. As compared to the second case, identification of the first case was more favourable due to the median position and the presence of the more obvious "black triangles". The discrepancy was asymmetric, i.e. away from the facial midline, and less distinct due to the displacement of the interproximal contact point, since no "black triangles" occurred in this case. In both cases, there were differences in the way the dentists distinguished the shape of the papilla. Obviously, the localization of the deviation in the dental arch played a significant role in this respect. A shortening of the papilla in the midline resulting in the occurrence of a "black triangle" between the middle, upper incisors, was more easily detected than a shortening between the middle and lateral upper incisor. Remarkably, the shortening of the papilla in the midline was nonetheless not recognized by 19 % of the dentists, while the lateral/asymmetric situation was identified by all of them. Consequently, the hypothesis that the loss of papilla between the middle upper incisors is better distinguished by dentists and laymen than in asymmetric situation can be supported only conditionally. This is contrary to the study results of Kokich et al. who have demonstrated a stronger esthetic perception of asymmetric situations [23]. On the other hand, Martin et al. have proven that orthodontists hardly differ in assessing asymmetrically al-

zulenken. Dies entsprach der Methode von Kokich et al. [22]. Während in der genannten Untersuchung die Zahngröße der Zähne auf den Fotos der natürlichen Dimension entsprach, wurde in der vorliegenden Studie eine Vergrößerung um den Faktor 3,5 gewählt. Des Weiteren gab es einen Unterschied in der Art der Veränderung des Approximalraumes. Im ersten Fall wurde mithilfe einer Verschiebung des Kontaktpunktes nach inzisal eine Öffnung bzw. ein „schwarzes Dreieck“ geschaffen und so belassen. Bei Fall 2 wurde die Interdentalpapille gekürzt und das dadurch entstehende „schwarze Dreieck“ mithilfe einer Kontaktpunktverbreiterung der Kronen in diesem Bereich verschlossen. Die Erkennbarkeit des ersten Falles war sowohl durch die mediane Lage als auch durch das Vorhandensein von augenfälligeren „schwarzen Dreiecken“ gegenüber dem zweiten Fall erhöht. Die befragten Zahnärzte erkannten die beiden Fälle der vorliegenden Studie unterschiedlich in Bezug auf die Ausprägung des Papillenverlustes. Offensichtlich war dabei die Lokalisation der Abweichung im Zahnbogen von Bedeutung. Eine Kürzung der Papille in der Medianen (zwischen den beiden mittleren, oberen Schneidezähnen) wurde leichter entdeckt als eine Kürzung zwischen dem mittleren und seitlichen, oberen Schneidezahn. Auffallend war, dass ein graduelles Papillenverlust in der Medianen trotzdem von 19 % der Zahnärzte gar nicht erkannt wurde, während die laterale/asymmetrische Situation von keinem unerkannt blieb. Die Hypothese, dass der Verlust einer Papille zwischen den mittleren oberen Schneidezähnen sowohl von Zahnärzten und Laien besser erkannt wird als in einer asymmetrischen Situation, konnte daher in der vorliegenden Untersuchung nur bedingt unterstützt werden. Dieses steht im Widerspruch zu Studienergebnissen von Kokich et al., der eine stärkere ästhetische Empfindsamkeit in asymmetrischen Situationen demonstrieren konnte [23]. Martin et al. stellten andererseits fest, dass Kieferorthopäden bei asymmetrisch veränderten Bukkal corridors anhand von digital veränderten Bildern kaum anders urteilen als bei symmetrischen Veränderungen [26].

Von den Laien erkannte weit mehr als die Hälfte (63,2 %) geringe Veränderungen von 1 mm zwischen den mittleren, oberen Schneidezähnen. Dies demons-

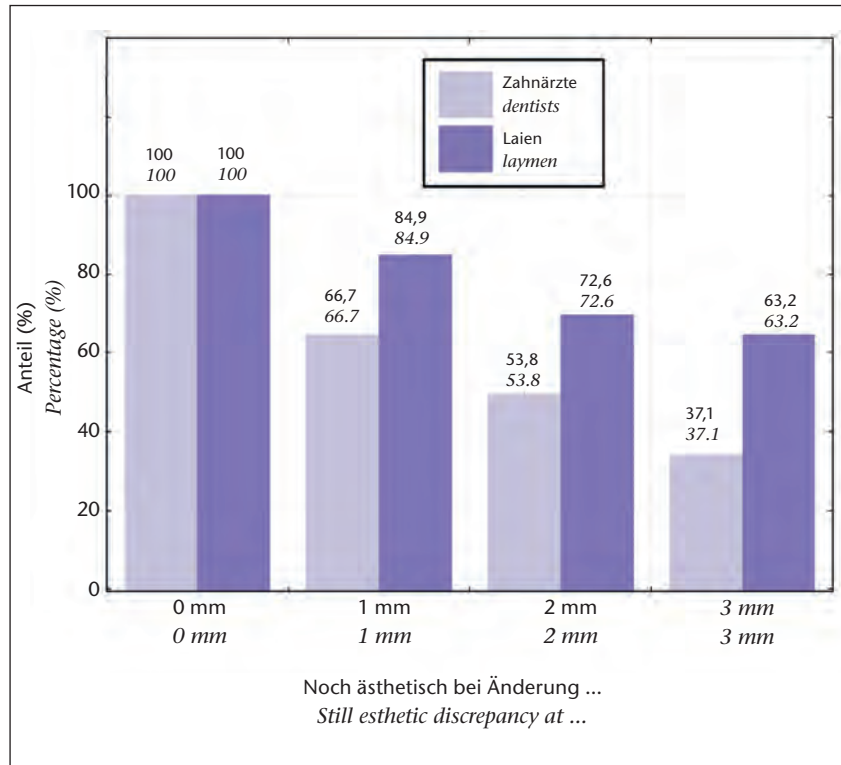


Abbildung 16 Vergleich von Zahnärzten und Laien hinsichtlich der Einschätzung der Änderung als noch ästhetisch in Abhängigkeit vom Ausmaß der Änderung bei Fall 1.

Figure 16 Comparison of dentists and laymen regarding their still-esthetic-evaluation according to size in case 1.

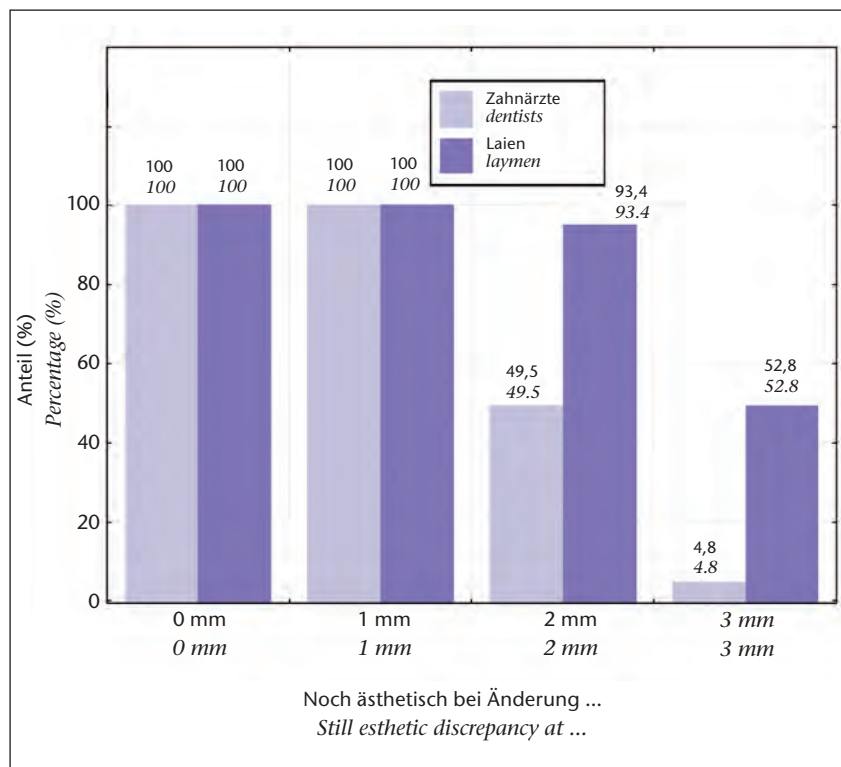


Abbildung 17 Vergleich von Zahnärzten und Laien hinsichtlich der Einschätzung der Änderung als noch ästhetisch in Abhängigkeit vom Ausmaß der Änderung bei Fall 2.

Figure 17 Comparison of dentists and laymen regarding their still-esthetic-evaluation according to size in case 2.

triert eine große optische Empfindung gegenüber dieser Lokalisation des Papillenverlustes. Derartige rezessive Prozesse der Interdentalpapille mit der Folge von so genannten „schwarzen Dreiecken“ beeinflussen das Ästhetikempfinden von Patienten negativ [17, 23, 26, 30]. Asymmetrische Veränderungen mit Papillenverlust bis zu 2 mm blieben von den Laien dagegen unerkannt. Es bleibt zu vermuten, dass bei Patienten (Laien) eine optische Schwelle beim Grad des Papillenverlusts überschritten werden muss, bis Veränderungen innerhalb eines Zahnbogens erkannt werden können.

Im Jahr 1999 ließen *Chang* und Mitarbeiter Prothetiker und Patienten das ästhetische Ergebnis von implantatgetragenen Einzelzahnernsatz mit Hilfe standardisierter Fragebögen beurteilen [6, 7]. Die Ergebnisse belegen eine hohe Zufriedenheit der Patienten mit dem Resultat der implantologischen Behandlung. Ein gegensätzliches Bild ergab sich bei der Beurteilung dieser Patientenfälle durch Prothetiker. Es zeigte sich, dass die befragten Prothetiker das Behandlungsergebnis signifikant schlechter einstufen als die Patienten. Außerdem bestand eine wesentliche größere Variationsbreite innerhalb der Bewertungen der Einzelkriterien, wie die hohen Standardabweichungen zeigten. *Chang* et al. interpretieren diesen Befund so, dass die Kliniker entweder kritischer sind oder bei der Beurteilung des ästhetischen Ergebnisses andere Maßstäbe anlegen als die betroffenen Patienten selbst. Tatsächlich erbrachte eine statistische Analyse, dass Parameter wie Kronenform, Kontaktpunktposition, Farbe und Topographie des umgebenden Weichgewebes einen signifikanten Einfluss auf die Bewertung der allgemeinen Zufriedenheit mit dem Aussehen hatte, während ähnliche Zusammenhänge innerhalb der Patientenbefragung nicht nachgewiesen werden konnten [6, 7]. Die Resultate der vorliegenden Untersuchung im naturgesunden Gebiss unterstützen diese Beobachtungen.

5 Schlussfolgerung

Das Phänomen eines Papillenverlustes mit einhergehendem „schwarzen Dreieck“ in der Medianen wird von Laien und Zahnärzten gleichermaßen früh erkannt; hinsichtlich der ästhetischen Konsequenz jedoch unterschiedlich beurteilt. Laien tolerieren den graduellen Verlust einer Papille, wenn der Interapproximalraum durch prothetische Maßnahmen verkleinert und vollständig mit Mukosa ausgefüllt ist, d. h. ein „schwarzes Dreieck“ vermieden werden kann. Asymmetrische Veränderungen der Kontaktpunkt- bzw. Papillenlänge in der Lateralen des Zahnbogens werden von Klinikern signifikant kritischer beurteilt.

Interessenskonflikt: keine vorhanden.

tered buccal corridors as compared to symmetric alterations on digitally modified images [26].

More than half of the laymen group (63.2 %) detected slight discrepancies of 1 mm between the middle upper incisors. This demonstrates a large optic perception of the localization of the papillary loss. Such recessive processes of the interdental papilla resulting in so-called “black triangles”, caused by defects based on periodontal or implant-prosthetic treatments, have been classified as undesired effects by patients [17, 23, 26, 30]. Asymmetric alterations at the first two levels of papilla shortening (2 mm) remained almost unidentified by the laymen (only 6.6 of the respondents). It can be assumed that patients (laymen) need to overcome an optical threshold level in case of papillary loss to be able to distinguish alterations of the dental arch.

In 1999 *Chang* and coworkers asked prosthodontists and patients to assess the esthetic result of implant-supported single tooth restoration by means of standardized questionnaires [6, 7]. The results have shown a high patient acceptance of the result of the implant-supported rehabilitation. The prosthodontists questioned were proven to rate the treatment result significantly more negative than the patients. In addition, there was a considerably wider range of variation within the assessment of single criteria, as shown by the high standard deviations. *Chang* et al. interpreted these findings by stating that clinicians are either more critical than patients or apply different standards when assessing an esthetic result than the patients themselves. In fact, a statistical analysis has proven that parameters like crown shape, contact point position, colour and topography of the surrounding mucosa significantly influence the evaluation of general satisfaction with the look while similar correlations within the patient questionnaire could not be proven [6, 7]. The results of the present study support these observations.

5 Summary

The phenomenon of papillary loss with an accompanying „black triangle“ in the midline has been recognized likewise early by laymen and dentists, although differently assessed with regard to the esthetic consequences. Laymen tolerate the gradual loss of papilla if the interproximal space is diminished by prosthetic measures and completely filled with mucosa, i.e. if a “black triangle” can be avoided. Asymmetric changes of the contact point or papillary length in the lateral dental arch are assessed significantly more critically by clinicians.

Conflict of Interest: none stated.

Korrespondenzadresse

Dr. Peter Gehrke
Bismarckstraße 27
67059 Ludwigshafen
Tel.: 06 21 / 68 12 44 44
E-Mail: dr-gehrke@prof-dhom.de

Literatur

1. Belser U, Buser D, Higginbottom F: Consensus statements and recommended clinical procedures regarding esthetics in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004; 19(Suppl): 73–74
2. Belser UC, Buser D, Hess D, Schmid B, Bernard JP, Lang NP: Aesthetic implant restorations in partially edentulous patients – a critical appraisal. *Periodontology* 2000 1998;17:132–150
3. Bengazi F, Wennström JL, Lekholm U: Recession of the soft tissue margin at oral implants. A 2-year longitudinal prospective study. *Clin Oral Impl Res* 1996;7:303–310
4. Björndal AM, Henderson WG, Skidmore AE, Kellner FH: Anatomic measurements of human teeth extracted from males between the ages of 17 and 21 years. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1974;8:791–803
5. Brisman AS: Esthetics: a comparison of dentists' and patients' concepts. *J Am Dent Assoc.* 1980;100:345–352
6. Chang M, Odman PA, Wennström JL, Andersson B: Esthetic outcome of implant-supported single-tooth replacements assessed by the patient and by prosthodontists. *Int J Prosthodont.* 1999;12:335–341
7. Chang M, Wennström JL, Odman P, Andersson B: Implant supported single-tooth replacements compared to contralateral natural teeth. Crown and soft tissue dimensions. *Clin Oral Implants Res.* 1999;10:185–194
8. Chiche G: Practical crown and bridge for predictable aesthetics. *J Ir Dent Assoc.* 2004 50:118–120
9. Chiche GJ, Pinault A: Esthetics of Anterior Fixed Prosthodontics. Textbook. Chicago: Quintessence, 1994
10. Cho HS, Jang HS, Kim DK, Park JC, Kim HJ, Choi SH, Kim CK, Kim BO: The effects of interproximal distance between roots on the existence of interdental papillae according to the distance from the contact point to the alveolar crest. *J Periodontol.* 2006; 77:1651–1657
11. Choquet V, Hermans M, Adriaenssens P, Daelemans P, Tarnow DP, Malevez C: Clinical and radiographic evaluation of the papilla level adjacent to single-tooth dental implants. A retrospective study in the maxillary anterior region. *J Periodontol.* 2001; 72:1364–1371
12. 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. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16:639–644
13. Garber DA: The esthetic dental implant: letting restoration be the guide. *J Oral Implantol.* 1996;22:45–50
14. Gastaldo JF, Cury PR, Sendyk WR: Effect of the vertical and horizontal distances between adjacent implants and between a tooth and an implant on the incidence of interproximal papilla. *J Periodontol* 2004;75:1242–1246
15. Gehrke P, Lobert M, Dhom G: Reproducibility of the pink esthetic score – Rating soft tissue esthetics around single-implant restorations with regard to dental observer specialization. *J Esthet Restor Dent.* 2008;20:375–384
16. Gehrke P, Degidi M, Dhom G: Die dreidimensionale Positionierung von Implantaten – Ein Focus auf Ästhetik. *Implantologie.* Quintessenz. 2008;16 131–139
17. Gracco A, Cozzani M, D'Elia L, Manfredi M, Peverada C, Siciliani G: The smile buccal corridors: aesthetic value for dentists and laypersons. I. *Prog Orthod.* 2006;7:56–65
18. Grunder U: Stability of the mucosa; topography around single-tooth implants and adjacent teeth: 1-year results. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20:11–17
19. Kann JY, Rungcharassaeng K, Umezu K, Kois JC: Dimensions of peri-implant mucosa: an evaluation of maxillary anterior single implants in humans. *J Periodontol* 2003;74:557–562
20. Kois JC: Predictable single tooth peri-implant esthetics: five diagnostic keys. *Compend Contin Educ Dent* 2001; 22:199–206
21. Kois JC: Altering gingival levels: The restorative connection. I. Biologic Variables. *J Esthet. Dent* 1994;6:3–9
22. Kokich VO Jr, Kiyak HA, Shapiro PA: Comparing the perception of dentists and lay people to altered dental esthetics. *J Esthet Dent.* 1999;11:311–324
23. Kokich VO, Kokich VG, Kiyak HA: Perceptions of dental professionals and laypersons to altered dental esthetics: asymmetric and symmetric situations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130:141–151
24. LaVacca MI, Tarnow DP, Cisneros GJ: Interdental papilla length and the perception of aesthetics. *Pract Proceed Aesthet Dent.* 2005;17:405–12; quiz 414
25. Levin EL: Dental esthetics and the golden proportion. *J Prosthet Dent* 1978; 40:244–252
26. Martin AJ, Buschang PH, Boley JC, Taylor RW, McKinney TW: The impact of buccal corridors on smile attractiveness. *Eur J Orthod.* 2007;29:530–537
27. Matthews TG: The anatomy of a smile. *J Prosthet Dent.* 1978; 39:128–134
28. Mavroskoufis F, Ritchie GM: Variation in size and form between left and right maxillary central incisor teeth. *J Prosthet Dent.* 1980;43:254–257
29. Meijer HJ, Stellingsma, K, Meijndert, L, Raghoebar, GM: A new index for rating esthetics of implant-supported single crowns and adjacent soft tissues – The Implant Crown Esthetic Index. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:645–649
30. Moore T, Southard KA, Casco JS, Qian F, Southard TE: Buccal corridors and smile esthetics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;127:208–213; quiz 261
31. Moorley J: A multidisciplinary approach to the complex aesthetics restoration with diagnostic planning. *Pract. Periodontics Aesthet Dent* 2000;12: 575–577
32. Novaes AB Jr, de Oliveira RR, Muglia VA, Papalexiou V, Taba M: The effects of interimplant distances on papilla formation and crestal resorption in implants with a Morse cone connection and a platform switch: a histomorphometric study in dogs. *J Periodontol.* 2006; 77:1839–1849
33. Novaes AB jr, Papalexiou V, Muglia V, Taba M jr: Influence of interimplant distance on gingival papilla formation and bone resorption: clinical-radiographic study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:45–51
34. Owens EG, Goodacre CJ, Loh PL, Hanke G, Okamura M, Jo KH, Muñoz CA, Naylor WP: A multicenter interracial study of facial appearance. Part 2: A comparison of intraoral parameters. *Int J Prosthodont.* 2002;15:283–288
35. Palacci P, Ericsson I, Engstrand P, Rangert B: Optimal implant positioning and soft tissue management for Branemark system. Chicago: Quintessence Publ, 1995
36. Palmer RM, Farkondeh N, Palmer PJ, Wilson RF: Astra Tech single-tooth implants: an audit of patient satisfaction and soft tissue form. *J Clin Periodontol.* 2007;34:633–638
37. Pinho S, Ciriaco C, Faber J, Lenza MA: Impact of dental asymmetries on the perception of smile esthetics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132: 748–753
38. Preston JD: The golden proportion revisited. *J Esthet Dent.* 1993;5:247–251
39. Quirynen M, van Steenberghe D: Bacterial colonization of the internal part of two-stage implants. An in vivo study. *Clin Oral Implants Res.* 1993;4: 158–161
40. Rufenacht CR: Fundamentals of Esthetics. Textbook. Chicago: Quintessence, 1990: 67–134
41. Rufenacht CR: Principles of Esthetic Integration. Textbook. Chicago: Quintessence, 2000: 13–36, 63–166
42. Shillingburg HT Jr, Kaplan MJ, Grace SC: Tooth dimensions – a comparative study. *J South Calif Dent Assoc.* 1972; 40:830–839

43. Schincaglia GP, Nowzari H: Surgical treatment planning for the single-unit implant in aesthetic areas. *Periodontol* 2000;27:162–182
44. Schnabel T, Dhom G, Gehrke P: Anatomische Voraussetzungen für eine Papillenpräsenz bei Einzelzahnimplantaten. *Dent Implantol* 1998;2:180–188
45. Schulte W: Klinische und wissenschaftliche Aspekte des Einzelzahnimplantates. *Z Zahnärztl Implantol* 1987;3: 135–136
46. Smukler H, Chaibi M: Periodontal and dental considerations in clinical crown extension: a rational basis for treatment. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.* 1997 17: 464–477
47. Spray JR, Black CG, Morris HF, Ochi S: The influence of bone thickness on facial marginal bone response: stage-1 placement through stage-2 uncovering. *Ann Periodontol* 2000;5: 119–128
48. Sterrett JD, Oliver T, Robinson F, Fortson W, Knaak B, Russell CM: Width/length ratios of normal clinical crowns of the maxillary anterior dentition in man. *J Clin Periodontol.* 1999;26: 153–157
49. Takei HH: The interdental space. *Dent Clin North Am.* 1980 24: 169–176
50. Tarnow D, Elian N, Fletcher P, Froum S, Magner A, Cho SC, Salama M, Salama H, Garber DA: Vertical distance from the crest of bone to the height of the interproximal papilla between adjacent implants. *J Periodontol* 2003;74: 1785–1788
51. Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS: The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest. *J Periodontol* 2000;71:546–549
52. Woelfel JB: *Dental Anatomy: Its Relevance to Dentistry*, ed 4. Textbook. Philadelphia: Lea & Febiger, 1990
53. Wu YJ, Tu YK, Huang SM, Chan CP: The influence of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence of the interproximal dental papilla. *Chang Gung Med* 2003;26: 822–888