



Die Form der oberen zentralen Schneidezähne: Analyse in einer weißen Population



Luca Gobbato, DDS*/Teppei Tsukiyama, DDS*/Paul A. Levi, Jr, DMD**
 Terrence J. Griffin, DMD***/Arnold S. Weisgold, DDS****

Ziel dieser Studie war die objektive Definition und Quantifikation dreieckiger, quadratischer und quadratisch/konischer oberer zentraler Schneidezähne. Dazu wurde bei 100 gesunden Probanden die Kronenform der oberen zentralen Schneidezähne ermittelt. Folgendes konnte gezeigt werden: Der Zahn ist bei einem Verhältnis zwischen Kontaktbereich und Kronenlänge < 43 % dreieckig, bei einem Verhältnis > 57 % quadratisch und bei einem Verhältnis von 43 bis 57 % quadratisch/konisch. Da belegt ist, dass die Morphologie von Gingiva und Parodont zum Teil mit der Zahnform zusammenhängen, steht nun eine Möglichkeit zur Definition der tatsächlichen Schneidezahnform zur Verfügung. Dies ist wichtig für die Vorhersage von Ästhetik, Knochenvolumen und Wahrscheinlichkeit für ein Auftreten von Rezessionen und Taschen an natürlichen Zähnen sowie einer Alveolarkammresorption bei prothetischem Zahnersatz. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2012;32:69–78.)

- * Assistenzarzt, Department of Periodontology, Tufts University School of Dental Medicine, Boston, Massachusetts, USA.
- ** Klinischer Assistenzprofessor, Department of Periodontology, Tufts University School of Dental Medicine, Boston, Massachusetts, USA.
- *** Lehrbeauftragter und Chefarzt, Department of Periodontology, Tufts University School of Dental Medicine, Boston, Massachusetts, USA.
- **** Assistenzprofessor, Department of Periodontics, University of Pennsylvania School of Dental Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

Korrespondenz an: Dr. Luca Gobbato, Department of Periodontology, 12th floor, Tufts University School of Dental Medicine, 1 Kneeland Street, Boston, MA 02111, USA. Fax: +1-617-636-0911. E-Mail: gobbatoluca@gmail.com

Der Begriff des parodontalen Biotyps wurde von vielen Autoren in der Literatur diskutiert und beschrieben¹⁻⁵. Aus diesen Arbeiten lässt sich ableiten, dass die Morphologie von Gingiva und Parodont zum Teil von den Abmessungen des Alveolarkamms, der Zahnform, Ereignissen während der Zahneruption und der definitiven Inklination und Position der vollständig eruptierten Zähne abhängen^{6, 7}.

Es scheint eine erhebliche Begriffsverwirrung in der Zahnheilkunde zu bestehen. Im Lexikon finden sich folgende Definitionen: Der Genotyp bezeichnet die Gesamtheit der Erbinformationen eines Organismus. Der Biotyp bezeichnet eine Gruppe von Individuen mit demselben Genotyp, und der Phänotyp bezeichnet die bei einem Organismus vorliegenden Merkmale, wie Morphologie, Entwicklung und Verhalten. In diesem Artikel haben sich die Autoren dafür entschieden, den Begriff Phänotyp zu verwenden, weil er ihrer Ansicht nach am besten für die Beschreibung der Form von Zähnen und des Alveolarkamms geeignet ist.

Die Zahnform hängt mit der Dicke der Gingiva und des umgebenden Knochens zusammen^{3-5, 8-11}. Studien legen nahe, dass Zähne mit konischen Kronen und kurzen Approximalkontakten einen hohen, girlandenförmigen Gingivasaum, einen

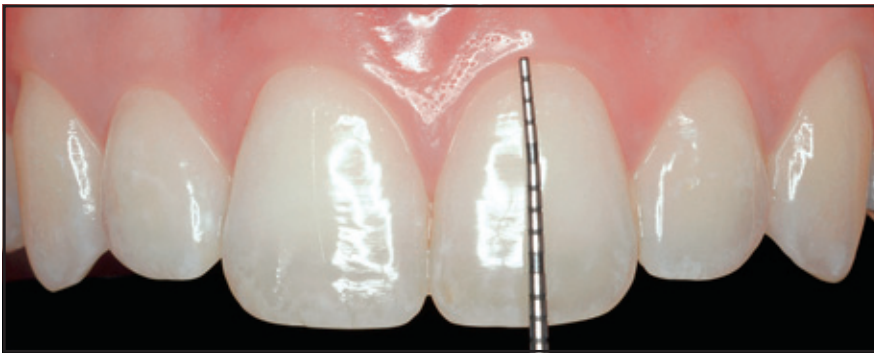


Abb. 1 Faziale Ansicht der oberen zentralen Schneidezähne.

dünnen Weichgewebekomplex und ein dünnes Knochenfach besitzen. Zähne mit kurzen, breiten Kronen und großen Kontaktbereichen scheinen hingegen mit einem flacheren girlandenförmigen Gingivasaum, einem dickeren Weichgewebekomplex und einem dickeren Knochenfach einherzugehen³⁻⁵. Obwohl in vorausgegangenen Studien der Phänotyp abhängig von der Zahnform untersucht wurde, ist bislang noch nie eine Definition der Zahnform als dreieckig, quadratisch/konisch oder quadratisch erfolgt.

Heute ist die Zahnform der entscheidende Faktor bei der Auswahl implantatgetragener Zahnrestaurationen im ästhetischen Bereich. Für die Ermittlung und Analyse der Beziehung zwischen der Kronenform der oberen zentralen Schneidezähne und dem parodontalen Phänotyp muss die unterschiedliche Form dieser Zähne klar und verbindlich definiert werden. Eine derartige Klas-

sifikation ist vorteilhaft für die Kommunikation zwischen Operateur, Prothetiker, Zahntechniker und Patient.

Ziel der vorliegenden Studie war die Quantifizierung und Definition zur Einteilung der Kronenform von oberen zentralen Schneidezähnen anhand mehrerer klinischer Parameter in drei Gruppen: dreieckig, quadratisch und quadratisch/konisch.

Material und Methode

In diese Studie wurden nach dem Zufallsprinzip 100 weiße Probanden (50 Männer, 50 Frauen; Altersbereich 21 bis 25 Jahre) aus dem Promotionsprogramm der Tufts University School of Dental Medicine, Boston, Massachusetts, aufgenommen. Die Probanden waren allgemein gesund, voll ausgewachsen und besaßen beide bleibenden oberen zentralen Schneidezähne. Das Studiendesign wurde vom institutseigenen Untersuchungsaus-

schluss der Tufts University School of Dental Medicine überprüft und genehmigt (Nr. 9230). Bei der Annahme der freiwilligen Teilnehmer galten folgende Ausschlusskriterien: destruktive Parodontalerkrankung, Schwangerschaft oder Stillzeit, Einnahme von Medikamenten mit möglicherweise negativer Auswirkung auf die Dicke der parodontalen Weichgewebe (Ciclosporin A, Calciumantagonisten, Phenytoin), ausgedehnte Restaurationen oder Ersatz der oberen zentralen Schneidezähne, Hinweise auf eine Approximal- oder unterminierende Karies, Zahntrauma mit nachfolgender Formveränderung der Schneidezähne, Zustand nach kieferorthopädischer Behandlung, deutliche kraniofaziale Asymmetrie, Zustand nach einer parodontalen Operation an den oberen zentralen Schneidezähnen, inzisale Abrasion, Attrition oder Erosion bis zum Dentin sowie Hinweise auf eine unvollständige passive Eruption.

Es wurden nacheinander von vor-

Abb. 2a Messung des gingivalen Winkels (GA) zwischen den beiden Linien, die vom apikalsten Punkt des labialen Gingivasaums zu den apikalsten Punkten der Kontaktbereiche (CS) mesial und distal führen.

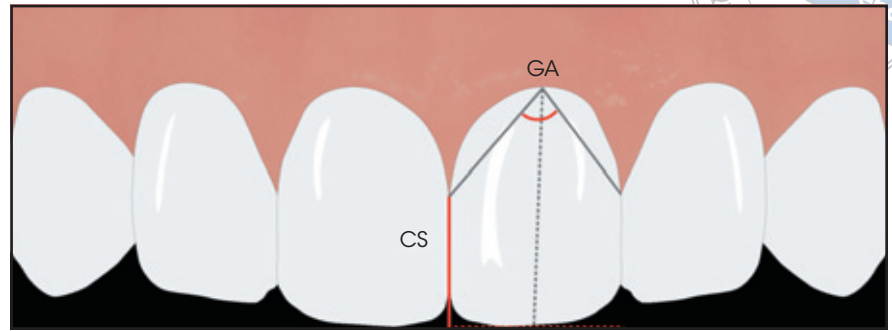
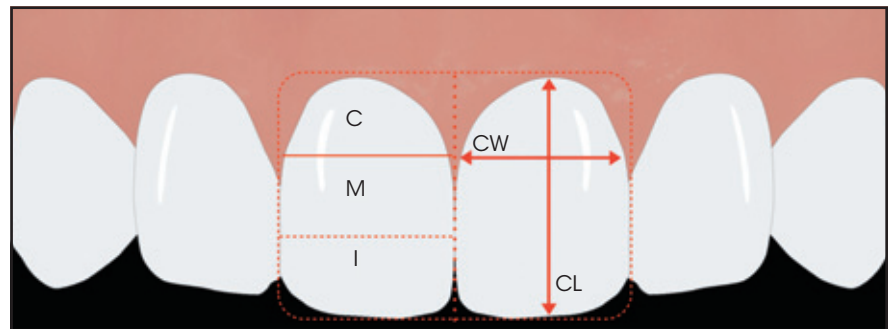


Abb. 2b Die Kronenlänge (CL) wurde zwischen der Schmelz-Zement-Grenze und der Inzisalkante der Krone gemessen. Sie wurde in drei gleich große Abschnitte unterteilt: zervikal (C), mittig (M) und inzisal (I). Die Kronenbreite (CW) wurde zwischen den Approximalfächern der Zähne am Übergang vom zervikalen zum mittigen Abschnitt gemessen.



ne zwei Fotografien aufgenommen, wobei eine Parodontalsonde parallel zur Labialfläche der Zähne gehalten wurde (Abb. 1). Mithilfe von Metallretraktoren und einem schwarzen Hintergrund waren die beiden zentralen Schneidezähne gut erkennbar. Die Aufnahmen erfolgten mit einer Canon-30D-SLR-Kamera mit einem 100-mm-Makro-Objektiv und einem Canon-Ringblitz im Verhältnis 1,5:1 mit einer Belichtungszeit von 100 und einer Blendenzahl von 14 im Manualmodus.

Klinische Parameter

Mit einem Bildverarbeitungsprogramm (ImageJ, National Institutes of Health) wurden die nachfolgend aufgeführten Parameter nach dem von Olson al.¹² vorgestellten Verfahren gemessen. Zur Umrechnung aller Messwerte in Millimeter wurde ein

Kalibrierungstool in die ImageJ-Software eingebaut.

Gingivaler Winkel (GA)

Die Kontur des Gingivasaums wurde durch einen Winkel definiert. Hierzu wurden zwei Linien gezogen: Der apikalste Punkt auf der labialen Gingiva an der Längsachse des Zahns wurde mesial und distal mit den apikalsten Punkten der Kontaktbereiche verbunden (Abb. 2a). Der Winkel an der Kreuzung beider Linien wurde von einem speziellen Messwerkzeug berechnet, das in die ImageJ-Software integriert wurde.

Kronenlänge (CL)

Die Kronenlänge wurde vom apikalsten Punkt des labialen Gingivasaums bis zur Inzisalkante der Krone parallel zur Längsachse des Zahns

gemessen (Abb. 2b und 3). Die Inzisalkante wurde als der auf der Längsachse am weitesten inzisal gelegene Bereich der Krone definiert.

Kronenbreite (CW)

Zur Messung der Kronenbreite wurde die CL in drei gleich große Abschnitte eingeteilt (zervikal, mittig und inzisal; Abb. 2b und 3). Um die Ergebnisse zu standardisieren, wurde die CW mesiodistal mittig am Übergang zwischen dem zervikalen und mittigen Abschnitt der CL gemessen.

Kontaktbereich (CS)

Die Länge des Kontaktbereichs wurde zwischen dem apikalsten Punkt des Kontaktbereichs und dem am weitesten inzisal gelegenen Punkt der Mesialflächen der zentralen Schneidezähne gemessen (Abb. 2a).

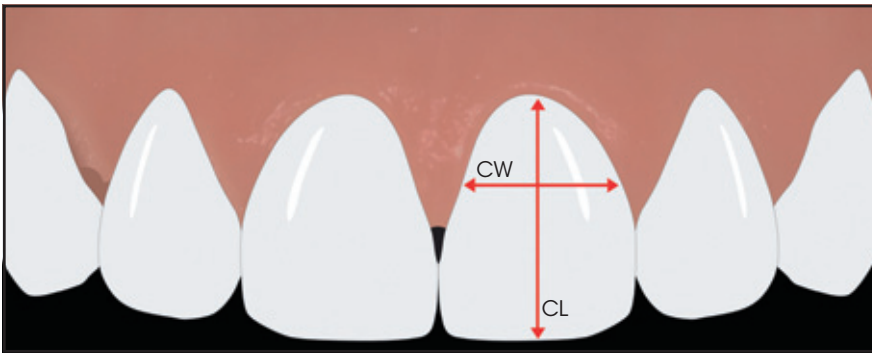


Abb. 3 Schematische Darstellung der bei dreieckigen Zähnen gemessenen Abstände.

CW/CL-Verhältnis

Das CW/CL-Verhältnis wurde berechnet, indem der CW- durch den CL-Wert geteilt wurde. Es entspricht einer Verengung des apikalen Anteils der klinischen Krone um ein Drittel.

CS/CL-Verhältnis

Für das CS/CL-Verhältnis wurde der CS- durch den CL-Wert geteilt.

Datenauswertung

Der statistische Nachweis einer Korrelation zwischen den Messwerten wurde durch eine deskriptive Auswertung erbracht. Mit einer Pearson-Korrelationsanalyse wurde der Zusammenhang zwischen den drei Messwert-Gruppen ermittelt (Abb. 4a bis c).

Auswertung 1

Die Fotografien aller Probanden wurden nach dem Zufallsprinzip in einer PowerPoint-Präsentation (Microsoft) platziert. Sie wurden von zwei Senior Residents bewertet, einem aus dem

postdoktoralen Parodontalprogramm und einem aus dem Bereich der zahnärztlichen Prothetik, sowie von zwei Fakultätsmitgliedern aus der Abteilung für Parodontologie, die nicht an der Studie beteiligt waren. Auf jeder Fotografie ermittelten die Untersucher willkürlich und abhängig die Form der zentralen Schneidezähne und wiesen den Probanden dabei einer der drei Gruppen zu: dreieckig, quadratisch und quadratisch/konisch. Bei Abweichungen der vier Evaluationen wurde ein fünfter Untersucher, ein Fakultätsmitglied der Abteilung für zahnärztliche Prothetik und operative Zahnheilkunde, ausgewählt, um die abschließende Entscheidung zu fällen. Unterschiede zwischen den Gruppen wurden mit einer Varianzanalyse (ANOVA) ermittelt.

Auswertung 2

Bei einer weiteren Auswertung wurde von den fünf Untersuchern bei der Bestimmung der Zahnformen der Probandenfaktor eliminiert. Die Probanden wurden in drei Gruppen eingeteilt, die interaktiv durch eine nicht hierarchische Clusteranalyse mit einem K-mean-Algorithmus¹³ ver-

bessert wurden, um die gruppeninterne Summe der Quadrate zu reduzieren. Die Clusteranalyse ist eine Zusammenstellung von statistischen Verfahren, mit denen Probengruppen mit ähnlichem Verhalten oder ähnlichen Eigenschaften identifiziert werden. Es wird also im Grunde die Suche nach Ähnlichkeitsgruppen vorgenommen. Das einfachste Verfahren ist die Teilung der Proben mithilfe von Messwerten, die die Ähnlichkeiten oder den euklidischen Abstand zwischen den Proben erfassen. Auf diese Weise werden Cluster und Gruppen austauschbar verwendet. Die initiale Teilung der Population in drei Cluster (dreieckige, quadratisch/konische und quadratische Kronenform) wurde interaktiv durch die nicht hierarchische Clusteranalyse verbessert. Somit erfolgte die Clusteranalyse zur objektiveren Unterteilung der Population ähnlich dem von Müller et al.¹⁴ beschriebenen Verfahren.

Der euklidische Abstand der drei standardisierten Parameter (GA, CW/CL-Verhältnis und CS/CL-Verhältnis) diente als Ähnlichkeitsmaß. Mittels ANOVA wurde nach Unterschieden zwischen den Clustern gesucht.

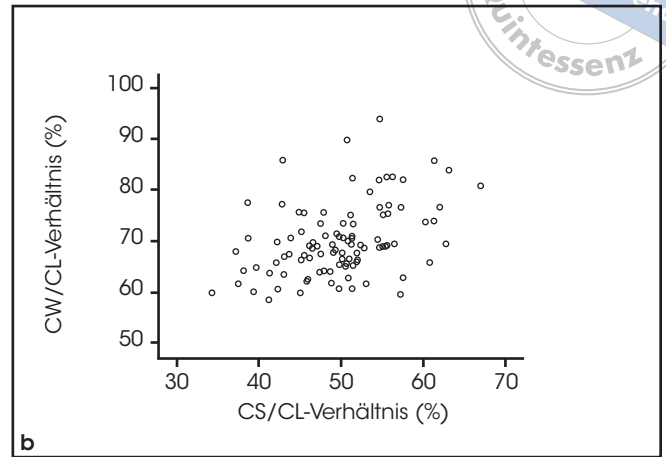
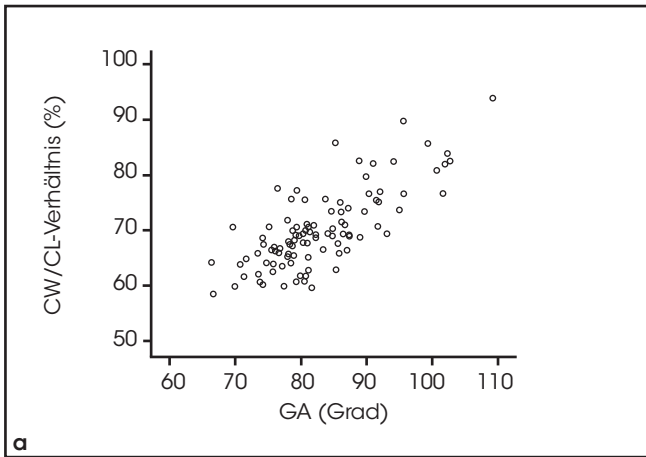
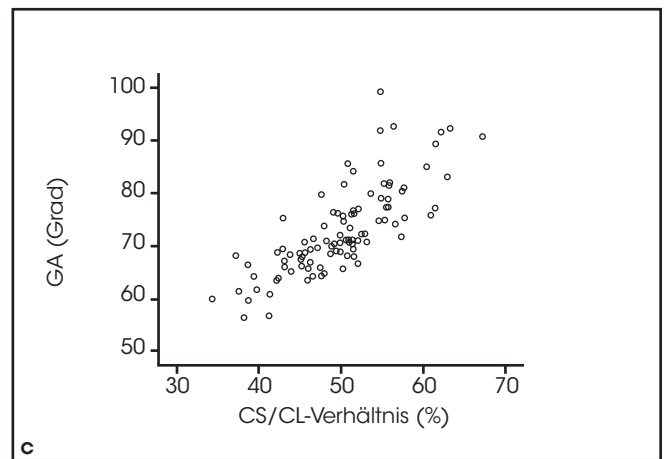


Abb. 4a bis c Korrelation zwischen (a) CW/CL-Verhältnis und GA, (b) CW/CL-Verhältnis und CS/CL-Verhältnis sowie (c) GA und CS/CL-Verhältnis ($P < 0,001$).



Ergebnis

GA, CW/CL-Verhältnis und CS/CL-Verhältnis wurden getrennt für die gesamte Studienpopulation berechnet. Für jede Messwertgruppe wurden Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet (Tabelle 1). Die Pearson-Korrelation zeigte einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen den drei Messwertgruppen (Abb. 4a bis c). Die Datenauswertung ergab, dass CW und CS/CL-Verhältnis umso höher

waren, je höher GA ist. Anders gesagt, führt eine größere CW zu einer größeren CS.

Auswertung 1

Es wurden drei Zahngruppen identifiziert (Tabelle 2): dreieckig ($n = 15$), quadratisch/konisch ($n = 46$) und quadratisch ($n = 39$). Dabei war eine zunehmende CS zu erkennen. Probanden, deren zentrale Schneide-

zähne als dreieckig eingestuft worden waren, zeigten ein mittleres CS/CL-Verhältnis von $39,93 \pm 2,51$ %, bei Probanden mit quadratisch/konischen zentralen Schneidezähnen lag es bei $48,06 \pm 2,45$ % und bei Probanden mit quadratischen zentralen Schneidezähnen bei $55,90 \pm 3,92$ %.

Die ANOVA ermittelte einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen den drei Messwertgruppen ($P < 0,001$).

| Tabelle 1 Mittelwerte und Standardabweichungen der deskriptiven Statistiken* | | | |
|---|-----------------------------|-------------------|---------------------------|
| | Anzahl der Probanden | Mittelwert | Standardabweichung |
| CW/CL-Verhältnis | 100 | 0,70 | 0,07 |
| GA (Grad) | 100 | 82,93 | 8,39 |
| CS/CL-Verhältnis | 100 | 0,49 | 0,06 |

CW = Kronenbreite; CL = Kronenlänge; GA = Gingivaler Winkel; CS = Kontaktbereichslänge.

* Die Pearson-Korrelation ermittelte für alle Messungen statistisch signifikante Zusammenhänge ($P < 0,001$).

| Tabelle 2 Minimal-, Maximal- und Mittelwert des CS/CL-Verhältnisses der verschiedenen Zahnformen | | | | | |
|---|----------|----------------|----------------|-------------------|---------------------------|
| Gruppe | n | Minimum | Maximum | Mittelwert | Standardabweichung |
| Dreieckig | 15 | 34,33% | 42,94% | 39,93% | 2,51% |
| Quadratisch/ konisch | 46 | 43,10% | 51,35% | 48,06% | 2,45% |
| Quadratisch | 39 | 51,40% | 67,06% | 55,90% | 3,92% |
| P^* | | | | < .001 | |

*ANOVA.

Auswertung 2

Für alle Variablen wurden patientenbezogene Mittelwerte berechnet. Die Ergebnisse der Clusteranalyse der drei Cluster finden sich in Tabelle 3. Die Daten zeigen eine Zunahme von CS in den drei Clustern. Probanden des Clusters A mit dem CS/CL-Verhältnis von $\leq 43,2\%$ hatten dreieckige zentrale Schneidezähne. Bei den

Probanden des Clusters B mit einem CS/CL-Verhältnis von 43 bis 57 % waren sie quadratisch/konisch und bei den Probanden des Clusters C mit einem CS/CL-Verhältnis $\geq 57,72\%$ quadratisch.

Ähnlich wie bei der ersten Auswertung fand sich ein statistischer Zusammenhang zwischen den drei Messwertclustern ($P < 0,001$).

Tabelle 3 Clusteranalyse

| Cluster | CW/CL-Verhältnis | Gingivaler Winkel (Grad) | CS/CL-Verhältnis |
|---|------------------|--------------------------|------------------|
| Cluster A, dreieckig (n = 17) | 67,00 % | 75,06 | 43,20 % |
| Cluster B, quadratisch/konisch (n = 50) | 69,00 % | 83,36 | 51,67 % |
| Cluster C, quadratisch (n = 33) | 80,00 % | 96,95 | 57,72 % |
| P* | | | < 0,001 |

*ANOVA.

Diskussion

Man nimmt an, dass die Morphologie des Parodonts zum Teil mit der Zahnform zusammenhängt^{3-5, 8-11, 15}. Olsson und Lindhe^{2, 12} untersuchten die Beziehung zwischen Zahnabmessungen und Biotyp. Dabei ergab sich, dass bei Personen, deren obere zentrale Schneidezähne lang und schmal sind, eher eine stärkere labiale Gingivarezession auftritt als bei Personen mit kurzen breiten Zähnen. Offenbar wiesen lange schmale obere zentrale Schneidezähne mit höherer Wahrscheinlichkeit einen dünnen Biotyp auf als kurze breite Zähne. Eine Studie von Müller et al.¹⁴ betrachtete die Beziehung zwischen der keratinisierten Gingiva und dem parodontalen Phänotyp. Hierfür wurden die Probanden anhand der Gingivadicke und Zahnform in drei Gruppen eingeteilt. Ähnlich wie von Olsson und Lindhe² wurde bei ihnen ein Zusammenhang zwischen Zahnform und Biotyp festgestellt. In der Studie von Becker et al.¹ wurden bezogen auf den Knochenmorphotyp drei Zahnformen ermittelt. Die Autoren klassifizierten die obere anteriore

Knochenanatomie als flach, girlandenförmig und stark girlandenförmig. Der Vergleich des CW/CL-Verhältnisses der drei Knochenmorphotypen zeigte eine tendenzielle Abnahme der Verhältniswerte vom flachen zum stark girlandenförmigen Typ, wobei der flache Knochen im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen die geringste Tendenz für eine höhere CL aufwies. Die CW der stark girlandenförmigen Gruppe war schmaler als in den anderen beiden Gruppen. Allerdings bestätigten die Ergebnisse dieser Studie keine definitive Beziehung zwischen Zahnform und Knochenmorphologie. Wichtig ist dabei, dass die Autoren die inzisale Abrasion nicht berücksichtigten und ihre Messungen nicht entsprechend korrigierten. Sie evaluierten nur die Knochenanatomie und die Zahngröße. Die Ergebnisse von Becker et al.¹ und von Olsson und Lindhe^{2, 12} sollten bei der Planung parodontaler Operationen oder Implantationen im oberen frontalen Sextanten mit einbezogen werden. Auch Weisgold et al.^{4, 5} stellten fest, dass an langen, konischen Zähne eher Gingivarezessionen auftreten, während quadrati-

sche Zähne eine dickere Gingiva besitzen, die gegen Rezessionen relativ resistent ist.

1992 berichteten Tarnow et al.¹⁶, dass der Interdentalraum natürlicher Zähne in 100 % der Fälle von der Papille ausgefüllt ist, wenn der Abstand zwischen dem Knochenkamm und dem apikalsten Kontaktpunkt < 5 mm beträgt. Bei implantatgetragenen Restaurationen ist der Abstand zwischen dem Knochenkamm und dem apikalsten Kontaktpunkt geringer als bei natürlichen Zähnen¹⁷. Daher ist eine 100%ige Ausfüllung durch die Interdentalpapille schwieriger zu erreichen. Dies wurde auch von Salama et al.¹⁸ belegt, da es nach der Zahnextraktion zu einer gewissen vertikalen Knochenresorption kommt¹⁹. Daher ist die Zahnform, mit der der apikalste Punkt des Kontaktbereichs festgelegt wird, bei der restaurativen Behandlung im ästhetischen Bereich ein wichtiger Faktor. Es gibt jedoch keine Literatur dazu, wie ein Zahn als dreieckig oder quadratisch definiert wird.

In der vorliegenden Untersuchung wurden zwei Analysen zur Ermittlung und Quantifizierung der



Abb. 5a Dreieckige zentrale Schneidezähne.



Abb. 5b Quadratisch/konische zentrale Schneidezähne.

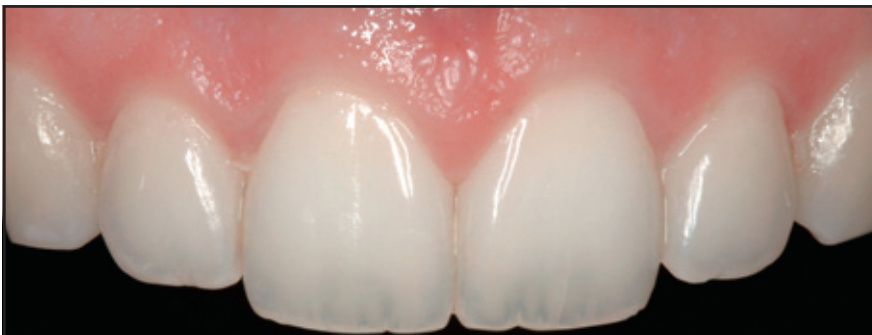


Abb. 5c Quadratische zentrale Schneidezähne.

Zahnform durchgeführt. Die Klassifikation anhand einer Clusteranalyse bei der zweiten Auswertung unterschied sich nicht signifikant von derjenigen der ersten Analyse. Auch in der Clusteranalyse wurden drei Gruppen ermittelt, von 17, 50 bzw. 33 Probanden mit dreieckigen, quadratisch/konischen bzw. quadratischen Zähnen. Somit besaßen die meisten

der Probanden dieser Studie quadratisch/konische Zähne. Bei Betrachtung des CS/CL-Verhältnisses wurden ähnliche Ergebnisse erzielt. Da nur eine geringe Subjektivität bestand, kann folgende Aussage getroffen werden: Ein Zahn mit einer CS < 43 % der CL ist dreieckig, und mit einer CS von > 57 % der CL quadratisch.

Die Clusteranalyse hat sich in der klinischen Forschung bei der objektiven Teilung großer, komplexer Populationen in einfacher zu untersuchende Fraktionen als nützlich erwiesen. Allerdings wird sie allgemein als deskriptives, exploratorisches Verfahren verstanden, dessen Ergebnisse in unabhängigen Populationen bestätigt werden sollten²⁰. Hauptziele die-

ser Studie waren, das Vorhandensein von drei verschiedenen Zahnformen zu bestätigen und festzustellen, wie häufig diese Formen vorkommen. Da die Zahngröße starke ethnische Unterschiede aufweist²¹⁻²³, wurden in diese Studie nur weiße Probanden aufgenommen.

Bei der ersten Auswertung zur Festlegung einer dreieckigen Zahnform musste in keinem der Fälle ein fünfter Untersucher herangezogen werden. Offensichtlich waren dreieckige Zähne für die Untersucher leichter zu erkennen als quadratische oder quadratisch/konische.

Zur Auswertung der Zahnform wurden in dieser Studie dreieckige und quadratische Kronen quantifiziert (Abb. 5a bis c). Quadratisch/konische Kronen wurden nicht extra quantifiziert, da die Merkmale dieser Gruppe zu denen der dreieckigen oder quadratischen Gruppe passen, je nachdem wie stark die Kronenmorphologie der jeweiligen anderen Form ähnelte. Die Ergebnisse dieser und anderer Studien werden sich auf die Parodontalchirurgie auswirken, z. B. auf Kronenverlängerungen, epi- oder subgingivale Präparationen für Vollkronen und die Positionierung von Implantaten. Um akzeptable ästhetische Ergebnisse erreichen zu können, muss bei der Behandlungsplanung für einen Parodontaleingriff die Zahnform berücksichtigt werden. Oft füllt die Papille bei dreieckigen Zähnen den Interdentalraum nicht vollständig aus. Daher kann der Ersatz eines dreieckigen zentralen Schneidezahns durch ein Einzelzahnimplantat oft zu einem suboptimalen ästhetischen Ergebnis führen, wenn neben dem benachbarten natürlichen zentralen Schneidezahn schwarze Dreiecke auftreten oder die Kronenformen asymmetrisch sind. Die Grenzen der Behandlung aufgrund der Knochenmorphologie sind ein wichtiger Aspekt

der Behandlungsplanung und sollten in jedem Fall mit dem Patienten besprochen werden.

Schlussfolgerung

In der vorliegenden Studie wurde die Form der klinischen Kronen von oberen zentralen Schneidezähne bei weißen Probanden untersucht. Trotz der Grenzen dieser Studie können die nachstehenden Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Die oberen zentralen Schneidezähne sind abhängig vom Verhältnis zwischen der Länge des Kontaktbereichs und der Kronen dreieckig, quadratisch oder quadratisch/konisch.
- Bei einem CS/CL-Verhältnis < 43 % ist ein oberer zentraler Schneidezahn dreieckig, bei einem Verhältnis von 43 bis 57 % quadratisch/konisch und bei einem Verhältnis > 57 % quadratisch.

Literatur

1. Becker W, Ochsenbein C, Tibbetts L, Becker BE. Alveolar bone anatomic profiles as measured from dry skulls. Clinical ramifications. J Clin Periodontol 1997;24:727-731.
2. Olsson M, Lindhe J. Periodontal characteristics in individuals with varying form of the upper central incisors. J Clin Periodontol 1991;18:78-82.
3. Sanavi F, Weisgold AS, Rose LF. Biologic width and its relation to periodontal biotypes. J Esthet Dent 1998;10:157-163.
4. Weisgold AS. Contours of the full crown restoration. Alpha Omegan 1977;70:77-89.
5. Weisgold AS, Arnoux JP, Lu J. Single-tooth anterior implant: A word of caution. Part I. J Esthet Dent 1997;9:225-233.

6. Daly CH, Wheeler JB 3rd. The use of ultrasonic thickness measurement in the clinical evaluation of the oral soft tissues. Int Dent J 1971;21:418-429.
7. Wennström JL, Lindhe J, Sinclair F, Thilander B. Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. J Clin Periodontol 1987;14:121-129.
8. Glickman I. The new practice of dentistry. Midwest Dent 1972;48(5):16-18.
9. Ochsenbein C, Ross S. A reevaluation of osseous surgery. Dent Clin North Am 1969;13:87-102.
10. Schluger S. Periodontics today: Dentistry tomorrow. J Dist Columbia Dent Soc 1977;Fall:6-8.
11. Steiner GG, Pearson JK, Ainamo J. Changes of the marginal periodontium as a result of labial tooth movement in monkeys. J Periodontol 1981;52:314-320.
12. Olsson M, Lindhe J, Marinello CP. On the relationship between crown form and clinical features of the gingiva in adolescents. J Clin Periodontol 1993;20:570-577.
13. Hartigan JA, Wong MA. Algorithm AS 136: A K-means clustering algorithm. J R Stat Soc Ser C Appl Stat 1979;28:100-108.
14. Müller HP, Heinecke A, Schaller N, Eger T. Masticatory mucosa in subjects with different periodontal phenotypes. J Clin Periodontol 2000;27:621-626.
15. Kan JY, Rungcharassaeng K, Lozada J. Immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: 1-year prospective study. Int J Oral Maxillofac Implants 2003;18:31-39.
16. Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P. The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. J Periodontol 1992;63:995-996.
17. Kan JY, Rungcharassaeng K, Umezaki K, Kois JC. Dimensions of peri-implant mucosa: An evaluation of maxillary anterior single implants in humans. J Periodontol 2003;74:557-562.



18. Salama M, Ishikawa T, Salama H, Funato A, Garber D. Advantages of the root submergence technique for pontic site development in esthetic implant therapy. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007; 27:521-527.
19. Iasella JM, Greenwell H, Miller RL, et al. Ridge preservation with freeze-dried bone allograft and a collagen membrane compared to extraction alone for implant site development: A clinical and histologic study in humans. *J Periodontol* 2003; 74:990-999.
20. Cohen ME. On the interpretation of microbial clusters in periodontal disease. *J Periodontal Res* 1997;32:47-53.
21. Lavelle CL. Morphological variations between English population samples. *J Dent* 1972;1:47-52.
22. Yaacob H, Nambiar P, Naidu MDK. Racial characteristics of human teeth with special emphasis on the Mongoloid dentition. *Malays J Pathol* 1996;18:1-7.
23. Lee GTR. Ethnic variations in teeth morphology. *Proc Br Paedod Soc* 1977;7: 23-27.