



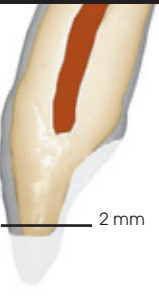

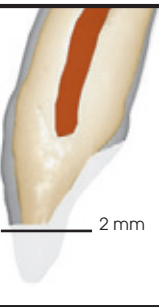







ACE-Klasse I 	Abnahme des palatinalen Schmelzes	 <i>Therapie:</i> Keine restaurative Behandlung
ACE-Klasse II 	Dentinfreilegung an der palatinalen Fläche (Kontaktbereiche), keine Beschädigung der Inzisalkanten	 <i>Therapie:</i> Direkte oder indirekte palatinale Komposite
ACE-Klasse III 	Dentinfreilegung an der palatinalen Seite, Beschädigung der Inzisalkanten (< 2 mm)	 <i>Therapie:</i> Palatinale Veneers
ACE-Klasse IV 	Ausgedehnte Dentinfreilegung an der palatinalen Seite, Verlust der Zahnlänge (> 2 mm), fazialer Schmelz erhalten	 <i>Therapie:</i> Sandwichmethode
ACE-Klasse V 	Ausgedehnte Dentinfreilegung an der palatinalen Fläche, Verlust der Zahnlänge (> 2 mm), Verlust des labialen Schmelzes	 <i>Therapie:</i> Sandwichmethode (experimentell)
ACE-Klasse VI 	Fortgeschrittener Verlust der Zahnhartsubstanz, der zur Pulpanekrose führt	 <i>Therapie:</i> Sandwichmethode (sehr experimentell)

Dentale Erosion: ACE-Klassifizierung und Therapie des Gebisses im Frontzahnbereich des Oberkiefers



Francesca Vailati, MD, DMD, MSc*
Urs Christoph Belser, DMD, Prof. Dr. med. dent.**

Dentale Erosionen sind ein schwerwiegendes Problem mit sehr kostspieligen Folgen. Es ist wichtig, dass die Patienten bereits in den ersten Phasen der Erkrankung behandelt werden, um schweren irreversiblen Beschädigungen an den Zähnen vorzubeugen. Zudem sind die Bedingungen für klinische restaurative Maßnahmen dann noch günstig. In diesem Artikel wird eine neue Klassifizierung vorgeschlagen, mit der die Schwere der dentalen Zerstörung bestimmt werden kann, und um Behandler und Patienten im therapeutischen Entscheidungsprozess eine Richtlinie zu geben. Die Klassifizierung beruht auf mehreren Parametern, die für die Wahl der Therapie und die Einschätzung der Prognose wichtig sind. Dazu zählen die Freilegung des Dentins in den palatinalen Kontaktbereichen des Zahns, Veränderungen des Niveaus der Inzisalkanten und letztlich der Verlust der Pulpavitalität. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2010;30:559–571.)

* Oberassistentin, Abteilung für Kronen-, Brückenprothetik und Okklusion, Zahnmedizinisches Institut der Universität Genf, Schweiz; Privatpraxis, Genf, Schweiz.

**Leiter, Abteilung für Kronen-, Brückenprothetik und Okklusion, Zahnmedizinisches Institut der Universität Genf, Schweiz.

Korrespondenz an: Dr. Francesca Vailati, rue Barthélemy-Menn 19, Genf, Schweiz 1205; E-Mail: francesca.vailati@unige.ch

Die dentale Erosion ist mittlerweile eine der Hauptursachen für den Verlust mineralisierter Zahnhartsubstanz. Aus mehreren Untersuchungen geht hervor, dass sie vor allem bei jungen Menschen häufig vorkommt (so zeigen sich z. B. bei 37 % der 14-Jährigen in Großbritannien Anzeichen einer palatinalen Schmelzerosion)^{1–12}. Zu diesen Anzeichen, die schon in der Frühphase leicht zu erkennen sind, zählen: stark glänzender (glatter, wie glasierter) Schmelz, gelblicher Farbton durch das Durchscheinen des Dentins, erhöhte inzisale Transluzenz und Abnutzung der okklusalen Flächen. Beim Vorliegen von Karies handelt ein Zahnarzt normalerweise sofort. Bei einer dentalen Erosion wird die Behandlung jedoch häufig aufgeschoben, bis die Patienten älter sind, obwohl in der Literatur bestätigt wird, dass die klinische Beobachtung eine unzuverlässige Methode dafür ist, den Verlauf von dentalen Erosionen zu überwachen^{13, 14}. Häufig wird dieses Problem jedoch heruntergespielt. Das ist verständlich, weil viele Zahnärzte ihren jungen Patienten, die noch keine Symptome haben und sich des Problems nicht bewusst sind, keine umfangreiche dentale Rehabilitation vorschlagen wollen. Dabei wird allerdings nicht berücksichtigt, dass die gefährdeten Zähne früher oder später trotzdem restauriert wer-

den müssen. Es wird auch weiterhin darüber diskutiert, ob es besser ist, früher mit einer leichteren, weniger invasiven Rehabilitation zu beginnen oder aber später mit einer sehr aggressiven, aber auf Dauer langlebigeren Behandlung.

Mit diesem Artikel möchten wir den Zahnärzten vor Augen führen, dass unweigerlich ein weiterer Verfall der Zähne eintritt, wenn die adäquate Behandlung aufgeschoben wird. Um die Patienten zu überzeugen und nach einer entsprechenden Aufklärung ihre Einwilligung zu der Behandlung zu erhalten, muss die dentale Zerstörung eingeschätzt werden. Außerdem muss eine Prognose zum Krankheitsverlauf für den Fall aufgestellt werden, dass zunächst keine Behandlung erfolgt. Die bestehenden Indizes und Klassifizierungen zur Erosion haben jedoch nicht dazu beigetragen, dass dieses Krankheitsbild ins Bewusstsein der Zahnärzte gerückt ist. Dies liegt vermutlich daran, dass die vorhandenen Hilfsmittel ziemlich kompliziert und in der täglichen Praxis schwer anzuwenden sind, da sie vor allem zu wissenschaftlichen Zwecken entwickelt wurden. Außerdem lässt sich aus der praktischen Erfahrung schließen, dass alle relevanten Anzeichen für die verschiedenen Stadien einer generalisierten dentalen Erosion klinisch ermittelt werden können, indem im Wesentlichen die Frontzähne untersucht werden. Diese Erkenntnis könnte dazu beitragen, die Diagnostik signifikant zu vereinfachen.

Aus diesen Gründen wurde eine neue Klassifizierung vorgeschlagen, die die Erosion der Frontzähne beurteilt (ACE). Für den behandelnden Zahnarzt dient sie als praktisches Hilfsmittel zur Beurteilung des Dentalstatus jedes Patienten sowie zur Auswahl der adäquaten Behandlung.

Die dentale Erosion der oberen Frontzähne

Krankheitsverlauf

Bei einer dentalen Erosion ist üblicherweise die palatinale Fläche der oberen Frontzähne am stärksten betroffen. Dies gilt besonders für Patienten mit einer intrinsischen Ätiologie (z. B. gastrischer Reflux, psychiatrische Erkrankungen). In einem frühen Stadium kann die durch Säuren verursachte Zerstörung sehr subtil verlaufen. Schreitet die Erkrankung langsam fort, ist sie nur schwer zu erkennen, weil die palatinalen Zahnflächen nicht so sichtbar sind. Die Patienten haben oft keine Anzeichen einer Zahnsensibilität, selbst wenn schon Dentin freigelegt ist. Häufig manifestiert sich die Erosion zu spät, wenn bereits eine irreversible Schädigung eingetreten ist und eine kostspielige Therapie erfolgen muss.

In der Frühphase kann nur ein aufmerksamer und geschulter Zahnarzt erkennen, dass sich der Schmelz durch eine Abnahme im zentralen palatinalen Bereich der klinischen Krone leicht gelblich färbt. Die Cingula wirken flacher und ihre Oberfläche glänzt stark.

Als Nächstes führt die erosive Abnutzung zu einer Schwächung der Inzisalkanten. Dies fällt zunächst durch eine Zunahme der Transluzenz auf. Außerdem kann das Vorliegen von Karies oder Klasse-III-Restaurationen zusätzlich dazu führen, dass die labiale Seite des Zahns geschwächt wird. In extremen Fällen kann die Inzisalkante völlig verloren gehen. Dies hängt sehr vom ursprünglichen Überbiss und Overjet und vom okklusalen Kontaktbereich ab. Bei einem Patienten mit einer leichten vertikalen Überlappung (Überbiss) ist das Risiko einer Inzisalfraktur z. B. sehr hoch, weil sowohl die Erosion als auch die punktuelle

Abnutzung der Antagonisten vorliegen und sich gegenseitig verstärken. In einer frühen Phase der Schmelzerosion sind häufig Abplatzungen in Form von Unregelmäßigkeiten an den Inzisalkanten zu sehen. Andererseits können bei Patienten mit einem Tiefbiss die oberen Frontzähne an der palatinalen Seite eine deutlich konkave Morphologie aufweisen, ehe sich eine Auswirkung auf die Länge der klinischen Krone manifestiert. In extremen Situationen kann der Verlust der Zahnhartsubstanz so umfangreich sein, dass an der palatinalen Seite die Pulkakammer (oder ihre ursprüngliche Ausdehnung) zu erkennen ist. Überraschenderweise behalten solche Zähne häufig ihre Vitalität, reagieren aber vielleicht weniger schnell auf den Vitalitätstest.

In fortgeschrittenen Phasen brechen die labialen Flächen, und die klinischen Kronen wirken plötzlich in der Länge reduziert, wenn die labiale Zahnschmelzsubstanz zu stark unterminiert wurde. Zum Schluss kann die vertikale Überlappung besonders bei Patienten mit Tiefbiss durch die Supraeruption der Frontsegmente verstärkt werden.

Vergleich der traditionellen rekonstruktiven mit der adhäsiven Therapie

In Anlehnung an die Richtlinien zur konventionellen Konzeption für die orale Rehabilitation sollten strukturell geschädigte Zähne vollständig überkront werden. Um die Restaurationsränder in einem solchen Fall auf Gingivaniveau zu platzieren, muss bei der Zahnpräparation ein erheblicher Anteil der natürlichen Zahnkrone entfernt werden, damit die Krone vertikal inseriert werden kann. Wenn also an diesen Zähnen eine Kronenpräparation erfolgt, wird die Zerstörung des mineralisierten Gewebes, die mit

dem Erosionsprozess begonnen hat, noch erheblich verschlimmert. Häufig ist eine elektive endodontische Behandlung notwendig, und dann wird die Retention der endgültigen Krone mit einem Stift gesichert.

Um solche invasiven Behandlungsmodalitäten zu vermeiden und die Zähne vital zu erhalten, wird derzeit am Zahnmedizinischen Institut der Universität Genf von den Autoren dieses Artikels eine experimentelle Methode zur Restauration der oberen Frontzähne von Patienten mit stark erodiertem Gebiss untersucht (Genfer Erosionsstudie). Es wird ein minimalinvasives Behandlungskonzept befürwortet, bei dem die palatinale Seite mit Komposit rekonstruiert wird. Daran schließt sich die Restauration der labialen Seite mit Keramikveneers an. Das Behandlungsziel wird mit der konservativsten Vorgehensweise erreicht, die überhaupt möglich ist, da die vorhandene Zahnschubstanz erhalten bleibt und sich zwischen zwei verschiedenen Restaurationen befindet (Sandwichmethode), die zu unterschiedlichen Zeitpunkten ausgeführt werden. Beim Erhalt der mineralisierten Zahnschubstanz kann sich keine Form der Vollkronenpräparation mit einer solchen ultrakonservativen Methode messen.

Welche Art der Restauration für die Rekonstruktion der palatinalen Seite der oberen Frontzähne am besten geeignet ist (direktes oder indirektes Komposit), wird entsprechend dem Interokklusalabstand entschieden, der nach einer Erhöhung der vertikalen Dimension der Okklusion vorhanden ist. Bei reduziertem Platzangebot (< 1 mm) können die Kompositrestaurationen direkt freihändig modelliert werden. Das spart Zeit und Geld (es entstehen keine Laborkosten für die palatinalen Onlays und es ist nur eine Sitzung erforderlich). Wenn der Interokklusalabstand zwischen den Frontzähnen allerdings

signifikant ist, kann es sehr schwierig sein, die Komposite freihändig zu modellieren.

Wenn die Zähne eine Kombination aus palatinaler, inzisaler und labialer Schädigung aufweisen, fällt es schwer, sich die optimale endgültige Morphologie der Zähne vorzustellen, vor allem während man in dieser Phase nur die palatinale Seite restauriert und der Kofferdam stört. Dann ist das Ergebnis vielleicht nicht prognostizierbar und sehr zeitaufwendig. Unter solchen Bedingungen bietet die Anfertigung der palatinalen Onlays im Labor einige Vorteile, darunter eine hervorragende Abrasionsresistenz und größere Präzision während der Schaffung der endgültigen Form. In einer Reihe von Artikeln zu adhäsiv befestigten Full-Mouth-Rehabilitationen wird dies ausführlich besprochen¹⁵⁻¹⁷. Einer der Kritikpunkte, die gegen die Sandwichmethode vorgebracht werden, sind die Arbeit und die Kosten, die mit der Anfertigung von zwei separaten Restaurationen für jeden Zahn verbunden sind. Ein so umfassender Zahnerhalt könnte jedoch selbst mit der konservativsten Präparation für Vollkeramikronen nicht erreicht werden.

ACE-Klassifizierung

Es ist recht kompliziert, den Umfang der dentalen Erosion zu ermitteln, weil die Untersuchungsmethoden so subjektiv sind und verschiedene Kofaktoren vorliegen können, die die Erosion mit verursachen (parafunktionelle Gewohnheiten, Abnutzung infolge von Zahnfehlstellungen, Alterung, harte Nahrung, Mundtrockenheit, ungeeignete Zahnputztechniken, abrasive Zahnpasten usw.). Außerdem können die von den Untersuchern ausgewählten Beurteilungsskalen in einer klinischen Umgebung etwas schwer anzuwenden sein, und

frühe Veränderungen sind schwer festzustellen, selbst mithilfe von Fotos, Studienmodellen und sorgfältigen klinischen Untersuchungen¹⁸⁻²⁶.

Mehrere Autoren haben Klassifizierungen und Indizes vorgeschlagen, die entweder für die dentale Erosion im Allgemeinen²⁵ gedacht sind oder diagnostische Kriterien speziell für die erosive Zahnabration umfassen²⁶. Vor Kurzem haben Bartlett et al.¹⁸ zu wissenschaftlichen und klinischen Zwecken ein neues Bewertungssystem veröffentlicht, die „basic erosive wear examination“ (BEWE). Die Autoren wollten erstens ein einfaches Hilfsmittel für die Anwendung in der allgemeinen Praxis zur Verfügung stellen und zweitens eher wissenschaftlich orientierte Vergleiche mit bereits bestehenden Indizes ermöglichen. Außerdem soll die BEWE die Zahnerosion mehr ins Bewusstsein der Allgemeinzahnärzte rücken und ihnen bei entsprechender Indikation eine Anleitung für die Behandlung geben. Die BEWE sollte die auch andauernde Aufstellung neuer Indizes beenden, weil sie im Bereich der wissenschaftlichen Spezialisten einen Konsens bot. Trotzdem muss es unbestritten eine Klassifizierung geben, die direkt und speziell auf die oberen Frontzähne ausgerichtet ist, an denen der Verlust des mineralisierten Gewebes durch die Erosion, so geringfügig er in der Frühphase auch sein mag, leicht definiert werden kann.

Die behandelnden Zahnärzte, die sich nicht mit epidemiologischen Untersuchungen befassen, brauchen eine möglichst unkomplizierte Methode, um jeden Patienten rasch klassifizieren und sich für ein angemessenes Behandlungskonzept entscheiden zu können. Die Vorbedingung für eine präzise und rasche Untersuchung ist also ein diagnostisches Instrument, das auf wenigen Schlüsselparametern basiert und dem behan-



Tabelle 1 Die ACE-Klassifizierung

	Palatinaler Schmelz	Palatinales Dentin	Inzisalkantenlänge	Fazialer Schmelz	Pulpavitalität	Empfohlene Therapie
Klasse I	Reduziert	Nicht freigelegt	Erhalten	Erhalten	Erhalten	Keine rest. Behandlung
Klasse II	Verlust in Kontaktbereichen	Minimal freigelegt	Erhalten	Erhalten	Erhalten	Palatinale Komposite
Klasse III	Verloren	Deutlich freigelegt	Verlust ≤ 2 mm	Erhalten	Erhalten	Palatinale Onlays
Klasse IV	Verloren	Weitgehend freigelegt	Verlust > 2 mm	Erhalten	Erhalten	Sandwichmethode
Klasse V	Verloren	Weitgehend freigelegt	Verlust > 2 mm	Deutlich reduziert/verloren	Erhalten	Sandwichmethode (experimentell)
Klasse VI	Verloren	Weitgehend freigelegt	Verlust > 2 mm	Verloren	Verloren	Sandwichmethode (sehr experimentell)



Abb. 1 ACE-Klasse I: (links) Frontale und (rechts) okklusale Ansicht. Sehr frühe Feststellung der dentalen Erosion. Alle Cingula haben die mikroanatomischen Details verloren. Der Schmelz wirkt stark glänzend. Es ist zwar noch kein Dentin freigelegt, aber geringfügige Abplatzungen von Schmelz an der Inzisalkante sind zu erkennen (minimale vertikale Überlappung). In Anbetracht des Alters der Patientin (25 Jahre) und der Ätiologie (Bulimie) besteht ein hohes Risiko, dass sich die Erkrankung kurzfristig schnell verschlimmert.



delnden Zahnarzt als logische, systematische Anleitung dient. Diese beiden grundlegenden Bedingungen waren für die Entwicklung der vorgeschlagenen ACE-Klassifizierung ausschlaggebend (Tabelle 1).

Die ACE-Klassifizierung ist strikt auf die klinische Beobachtung des Status der oberen Frontzähne zugeschnitten, da sie meist die größten Schäden aufweisen. Die Patienten werden in sechs Klassen eingeteilt, und für jede Klasse wird ein Behandlungskonzept vorgeschlagen. Die Klassifizierung basiert auf fünf Parametern, die für die Auswahl der Behandlung und die Beurteilung der Prognose relevant sind: Dentinfreilegung in den Kontaktbereichen, Erhalt der Inzisalkanten, Länge der vorhandenen klinischen Krone, Vorliegen von Schmelz an den

vestibulären Flächen und Pulpavitalität.

ACE-Klasse I: Abgeflachte Cingula ohne Dentinfreilegung

Empfohlene Therapie: Keine restaurative Behandlung

Dies ist die früheste Phase der dentalen Erosion. Der Schmelz ist noch vorhanden, aber dünner. Die palatinale Seite der Zähne wirkt im mittleren Bereich des darunterliegenden Dentins eventuell etwas gelblicher und an der Peripherie, wo der Schmelz dicker ist, weißer (Abb. 1).

Für Patienten in dieser Kategorie wird keine restaurative Behandlung empfohlen. Allerdings sind vorbeugende Maßnahmen (z. B. Aufbiss-

schiene, Fluoridgel) unabdingbar. Vor allem sollte die Ätiologie untersucht und die Ursache der dentalen Erosion eliminiert werden. Da die Schmelzschicht noch intakt ist, ist in dieser Phase eine hundertprozentige Besserung zu erreichen, wenn der Patient es schafft, einem weiteren Gewebeverlust vorzubeugen.

ACE-Klasse II: Dentinfreilegung an der palatinalen Seite (Kontaktbereiche), keine Beschädigung der Inzisalkanten

Empfohlene Therapie: Direkte oder indirekte palatinale Onlays

In dieser Patientengruppe ist der Schmelz an der palatinalen Seite der oberen Zähne stärker beeinträchtigt



Abb. 2 ACE-Klasse II (links) Frontale und (Mitte) okklusale Ansicht vor sowie (rechts) nach der Behandlung. In diesem Fall ist auf Höhe der Kontaktpunkte an der palatinalen Seite Dentin freigelegt. Die Inzisalkanten waren noch intakt. Es wurde eine frühe konservative Rehabilitation geplant. Alle oberen Frontzähne wurden indirekt versorgt (palatinale Veneers). Die Seitenzähne erhielten direkte Kompositrestaurationen.

und es liegen kleine Dentinbereiche frei, meist im Zusammenhang mit den Kontaktpunkten der Antagonisten (Abb. 2). Da die unteren Frontzähne nur selten von Erosionen betroffen sind, bleiben ihre Inzisalkanten, die aus Schmelz bestehen, üblicherweise intakt. Sie wirken wie Meißel, die die oberen Frontzähne auf eine sehr aggressive Weise beschädigen (punktuelle Abrasion). Da die okklusalen Kontakte jetzt aus dem weichen Dentin bestehen, ist damit zu rechnen, dass der Verlust der Zahnhartsubstanz rascher fortschreitet, vor allem wenn die Ursache der Erosion nicht unter Kontrolle ist. Deshalb kann sich der Dentalstatus von Patienten, die unter einer dentalen Erosion leiden, nach einem zunächst eher langsamen Verlauf rasch verschlechtern (Abb. 3). Niemand kann vorhersehen, wie die Krankheit genau verlaufen wird. Allerdings können Parameter wie das Alter und die Ätiologie der dentalen Erosion dem behandelnden Zahnarzt als Anhaltspunkt dienen, sodass er vorhersehen kann, wie schnell die Erkrankung fortschreiten wird und ob eine frühzeitige Intervention gerechtfertigt ist. Bei bulimischen Patienten Anfang 20, bei denen bereits Dentinbereiche freiliegen (Klasse II), besteht ein höheres

Risiko dafür, dass sich der Zustand der Zähne verschlechtert, als bei Patienten über 50, die unter gastrischem Reflux leiden, der ärztlich behandelt wird. Die ersteren Patienten sollten sofort behandelt werden, auch wenn mehrere Autoren empfehlen, zunächst die Bulimie in den Griff zu bekommen²⁷⁻²⁹.

Da ein psychisches Problem häufig nicht rasch zu lösen ist, wird empfohlen, den restlichen Schmelz und das freiliegende Dentin vor weiteren Schäden zu bewahren, auch wenn die Restaurationen unter diesen Bedingungen eine weniger günstige Prognose haben³⁰⁻³². Die Autoren dieses Artikels sind der Meinung, dass bei Klasse-II-Patienten die palatinale Seite der Zähne so rasch wie möglich restauriert werden sollte, entweder mit direkten oder mit indirekten Restaurationen (frühe, nicht invasive Rehabilitation).

Wenn die palatinale Abrasion die Stärke der Inzisalkanten und die Länge der labialen Flächen der Zähne noch nicht beeinträchtigt hat, könnte außer einer Restauration der palatinalen Seite an den oberen Frontzähnen keine weitere Behandlung notwendig sein. Für den nötigen Interokklusalabstand könnte eine begleitende kieferorthopädische Thera-

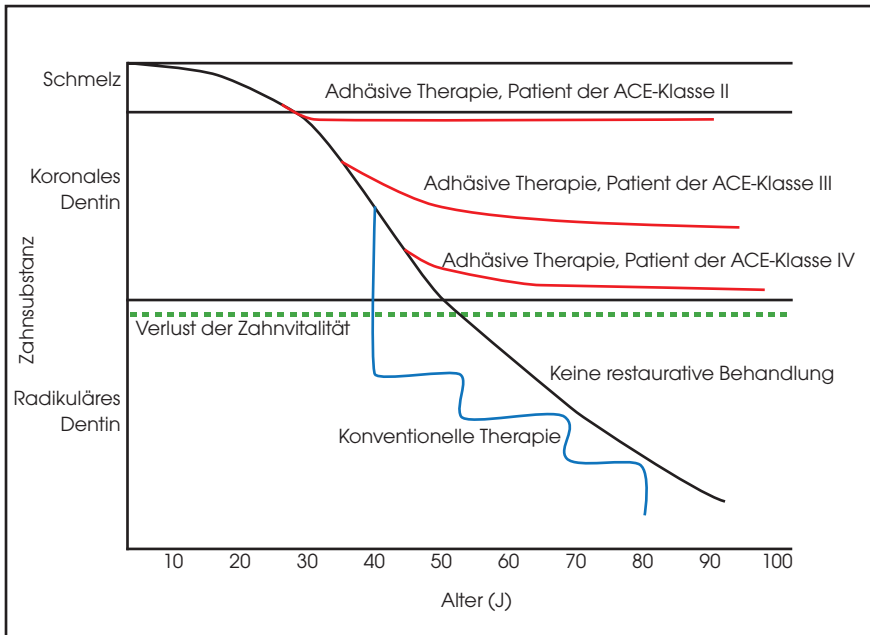


Abb. 3 Korrelation zwischen dem Verlust der Zahnschmelz- und Zahndentin-Substanz und dem Alter der Patienten mit einer dentalen Erosion. Die Veränderung in der Steilheit der Kurve hängt mit dem Schmelzverlust und der resultierenden Dentinfreilegung in den Kontaktbereichen zusammen. Mehrere Faktoren können dazu beitragen, dass die Kurve steiler ansteigt (parafunktionelle Gewohnheiten, Mundtrockenheit, fehlende Kontrolle der Erosion, saure Nahrung usw.).

pie befürwortet werden. Dann müssten die Seitenzähne nicht in die Behandlung einbezogen werden. Allerdings akzeptiert nicht jeder Patient diese Möglichkeit. Eine zweite Option, mit der im Frontzahnbereich genügend Platz geschaffen werden könnte, wäre die Erhöhung der vertikalen Dimension der Okklusion. In diesem Fall werden alle Seitenzähne, zumindest in einem Kiefer, mit direkten Kompositrestaurationen ohne Zahnpräparation versorgt. Da der dentalen Zerstörung bereits in einer frühen Phase entgegengewirkt wird, ist nicht genug Platz für dickere, indirekte Seitenzahnrestaurationen. Die Entfernung von zuviel Zahnhartsubstanz für dickere Restaurationen spräche gegen die Prinzipien einer minimalinvasiven Therapie. Die frühe und extensive Rehabilitation mit direkten Kompositversorgungen wird von den behandelnden Zahnärzten nicht gerne akzeptiert. Sie sind oft der Meinung, dass die Versorgung so vie-

ler Zähne mit sogenannten „schwachen“ Restaurationen eine Überbehandlung ist, für die keine ausreichende Langlebigkeit gewährleistet werden kann. Deshalb wird oft abgewartet, bis weitere Schäden auftreten, sodass eine Full-Mouth-Versorgung mit langlebigeren Restaurationen (Onlays oder Kronen) gerechtfertigt ist. Es gibt leider bisher keine klinischen Studien, aus denen hervorgeht, welche Entscheidung für Patienten der ACE-Klasse II sinnvoller ist: eine sofortige Versorgung mit (schwächeren) direkten Kompositen ohne Zahnpräparation oder eine spätere Behandlung mit widerstandsfähigeren Restaurationen, aber einem stärker geschädigten Gebiss und einer aggressiveren Zahnpräparation. Deshalb sind weitere klinische Forschungsarbeiten notwendig.

In der aktuellen Untersuchung, die von den Autoren dieses Artikels in Genf durchgeführt wird, wurden alle Patienten (ACE-Klasse II) so früh wie

möglich behandelt. Da es in dieser prospektiven klinischen Studie keine Kontrollgruppe von nicht behandelten Patienten gibt, die später mit einer konventionellen Therapie versorgt wurden, ist kein Vergleich zwischen den beiden unterschiedlichen Behandlungskonzepten möglich. Andererseits werden mit dieser klinischen Studie die ersten Daten vorgelegt, die dazu beitragen, die klinische Gültigkeit dieser ultrakonservativen adhäsiven Methode zu bestätigen (oder sie zu verwerfen).

ACE-Klasse III: Deutliche Dentinfreilegung an der palatinalen Seite, Beschädigung der Länge der Inzisalkanten (≤ 2 mm)

Empfohlene Therapie: Palatinale Veneers

Wenn die Patienten nicht behandelt werden, führen die Erosion und die punktuelle Abnutzung letztlich dazu,



Abb. 4 ACE-Klasse III: Ansicht (links) vor und (rechts) nach der Behandlung. In diesem Fall lag ein Tiefbiss vor. Der starke Verlust der Zahnhartsubstanz an der palatinalen Seite schwächte die vestibulären Flächen (die hohe Transluzenz fällt auf). Die labiale Oberfläche war fast intakt (Verkürzung der klinischen Krone weniger als 2 mm). In diesem Fall waren nur palatinale Onlays erforderlich. Es war keine weitere Behandlung notwendig, um die oberen Frontzähne zu restaurieren. Nach der Behandlung waren und blieben alle Zähne vital.



dass die Dicke der Inzisalkanten der oberen Frontzähne geschwächt wird, vor allem wenn keine signifikante vertikale Überlappung (Überbiss) vorliegt (Abb. 4). Wenn die Inzisalkanten betroffen sind, wünschen aufmerksame Patienten eine Behandlung, vor allem aus ästhetischen Gründen. Die Patienten der ACE-Klasse III sind meist Ende 20 oder Anfang 30. Da sie nicht alle bereit sind, sich einer kieferorthopädischen Behandlung zu unterziehen, mit der in den Frontzahnsegmenten der Interokklusalabstand erhöht wird, muss die vertikale Dimension der Okklusion erhöht werden. Das schließt eine Rekonstruktion der Seitenzähne ein, die in dieser Phase auch bereits Anzeichen von Erosionen aufweisen können. Die Entscheidung für indirekte oder direkte Kompositrestaurationen hängt davon ab, wie stark der Verlust der Zahnhartsubstanz ist. Manchmal ist auch die finanzielle Situation des Patienten ausschlaggebend.

Die endgültige restaurative Entscheidung für die Seitenzahnquadranten (direkte Kompositrestaurationen oder Onlays) muss immer von minimalinvasiven Prinzipien bestimmt sein. Mit der Drei-Schritt-Technik für die Erhöhung der vertikalen Dimension der Okklusion werden die oberen Frontzähne mit indirekten Restaurationen versorgt (palatinale Kompositveneers), vor allem wenn mit der Erhöhung der vertikalen Dimension der Okklusion der Abstand im Frontzahnbereich um mehr als 1 mm erhöht wird. Da die Frontzähne vestibulär nur minimal beschädigt sind, ist oft keine weitere Behandlung erforderlich.

Wenn die oberen Frontzähne vestibulär auf der Höhe der Inzisalkanten intakt oder nur leicht beschädigt sind, können labiale Veneers als Überbehandlung betrachtet werden, da die Länge noch mit palatinalen Veneers wiederhergestellt werden könnte. Es sollte versucht werden, die palatina-



Abb. 5 Wenn die Schmelzleisten noch vorhanden sind (mesial, distal, zervikal und vestibulär), kann der Zahn Zugspannungen besser standhalten. Adhäsive Restaurationen, die die palatinale Seite wiederherstellen, sind weniger starken Zugspannungen ausgesetzt. Ihre klinische Leistung ist besser (Tennischlägertheorie).

len Veneers der Farbe des natürlichen Zahns anzupassen, da der horizontale plane Verbundbereich zwischen dem Zahn und den palatinalen Veneers farblich vielleicht schwer angeglichen werden kann. Gegebenenfalls kann die Farbe später immer modifiziert werden. Der behandelnde Zahnarzt muss mit dem Patienten darüber sprechen, um festzustellen, ob der Patient in ästhetischer Hinsicht ohne Veneers zufrieden wäre.

Es liegen derzeit zwar noch keine langfristigen Follow-up-Daten zur Langlebigkeit von palatinalen Veneers vor, mit denen beschädigte Inzisalkanten ersetzt wurden, aber solche Restaurationen haben bei Patienten der ACE-Klasse III eine akzeptable Prognose. Häufig werden alle Ränder der palatinalen Veneers adhäsiv am Schmelz befestigt. Außerdem bleiben die Schmelzleisten der beteiligten Zähne erhalten. Vom der palatinalen Seite aus betrachtet haben diese Schmelzleisten eine ähnliche Form wie ein Tennisschläger (Tennischlägertheorie, Abb. 5).

Die mesialen und distalen Wände dieser Zähne sind meist noch intakt (außer wenn Klasse-III-Restaurationen vorliegen). Der zervikale palatinale Schmelz liegt außerdem meist noch als 1 bis 2 mm breiter Streifen am Gingivarand vor. Zusätzlich ist der

Schmelz vestibulär bei Klasse-III-Patienten noch fast intakt (weniger als 2 mm Verlust der Länge der Inzisalkante).

Laut der Tennischlägertheorie zeigen beeinträchtigte Zähne mit fast intakten Schmelzleisten noch eine erstaunlich hohe Biegefestigkeit gegenüber Belastungen (Kauen oder Okklusion). Palatinale Kompositrestaurationen sind daher langlebiger, da sie geringeren Zugspannungen ausgesetzt sind.

In mehreren Studien wurde gezeigt, wie wichtig die Schmelzleisten für die Seitenzähne sind. Restaurationen von mesial nach distal, wie eine MOD-Füllung, wirkten sich sehr auf die Stärke der restaurierten Seitenzähne aus³³⁻³⁵. Die Autoren sind der Meinung, dass die mesialen und distalen Schmelzleisten der Frontzähne vielleicht ähnlich wichtig sind wie die der Seitenzähne. Da ihre Entfernung im Rahmen einer Präparation für palatinale Veneers die Biegefestigkeit des Zahns beeinträchtigen könnte, sollte der proximale Kontaktpunkt nur minimal mit einem interproximalen Diamantstreifen oder gar nicht entfernt werden.



ACE-Klasse IV: Ausgedehnte Dentinfreilegung an der palatinalen Seite, Verlust der Inzisalkantenlänge des Zahns (> 2 mm), labialer Schmelz noch erhalten

**Empfohlene Therapie:
Sandwichmethode**

Die meisten Patienten in dieser Kategorie bemerken die Verkürzung der klinischen Kronen und die Zunahme der Transluzenz der Inzisalkanten, auch wenn ihnen das Ausmaß der Zerstörung ihrer Zähne vielleicht nicht klar ist (Abb. 6a bis 6d). In dieser Phase sind häufig auch die Seitenzähne betroffen, vor allem die Prämolaren. Es ist erforderlich, die vertikale Dimension der Okklusion zu erhöhen, um den nötigen Abstand zwischen den Kiefern für die restaurativen Materialien im Front- und Seitenzahnbereich zu schaffen. Deshalb sollte die Drei-Schritt-Technik angewandt werden.

Für die Versorgung der oberen Frontzähne wird die Sandwichmethode empfohlen. Nach der Versorgung der palatinalen Seite mit Kompositveneers sollte die Behandlung mit labialen Keramikveneers abgeschlossen werden. Die Veneers sind nicht nur deshalb erforderlich, weil die palatinalen Veneers häufig nicht der Farbe der natürlichen Zähne entsprechen, sondern auch deshalb, weil in Studien dokumentiert wird, wie solche großen Kompositrestorationen sich verhalten, falls keine labialen Veneers appliziert werden.

Manche Patienten in der noch andauernden Genfer Studie haben sich gegen labiale Veneers entschieden. Sie stehen unter genauer Beobachtung. Falls sich die palatinalen Veneers rasch abnutzen, könnten die labialen Keramikveneers später angefertigt werden. Die übrigen Patienten der ACE-Klasse IV erhielten alle die beiden Frontzahn-

restorationen. Die vorläufigen Ergebnisse (bis zu vier Jahre Follow-up-Zeitraum ohne klinische Probleme) sind sehr ermutigend (Abb. 6e bis 6h). Bei der Präparation dieser beschädigten Zähne für labiale Veneers sollte sorgfältig darauf geachtet werden, den labialen Schmelz nicht zu entfernen, damit die betroffenen Zähne nicht zu Fällen der ACE-Klasse V werden. Additive Techniken (Prüfung mit dem diagnostischen Mock-up) oder sehr dünne Veneers sollten bevorzugt verwendet werden³⁶. Für diese zweite Option sollte der Techniker sich keine Gedanken um das endgültige ästhetische Ergebnis machen (wie bei den Kronen), da diese Zähne meist noch vital sind und ihre ursprüngliche Farbe vermutlich kaum modifiziert werden muss.

ACE-Klasse V: Ausgedehnte Dentinfreilegung an der palatinalen Seite, Verlust der Inzisalkantenlänge (> 2 mm), deutliche Reduzierung/Verlust des labialen Schmelzes

**Empfohlene Therapie:
Sandwichmethode (experimentell)**

Patienten, die erst in dieser fortgeschrittenen Phase behandelt werden, haben eventuell keine günstige langfristige Prognose, falls ihre oberen Frontzähne mit der Sandwichmethode restauriert werden (Abb. 7). Nicht nur ist die noch vorhandene klinische Krone reduziert, sondern auch der fehlende Schmelz an der labialen Seite beeinträchtigt die Qualität des Haftverbunds der definitiven Veneers und die Biegefestigkeit.

Es gibt keine klinischen Langzeitstudien zur Langlebigkeit der Sandwichmethode bei Klasse-V-Patienten. An der Universität Genf wurden Patienten in dieser Kategorie mit der adhäsiven Technik behandelt, weil die Alternative (eine konventionelle

Therapie) die Devitalisierung aller beeinträchtigten Zähne erfordern würde. Die vorläufigen Daten der Genfer Erosionsstudie zeigen sehr vielversprechende Ergebnisse: Mit der Sandwichmethode konnte die Vitalität aller behandelten Zähne erhalten werden. Alle Rehabilitationen waren ästhetisch und der Zahnerhalt war maximal. Allerdings sollten die Patienten so früh wie möglich behandelt werden, damit ihre Rehabilitation eine möglichst gutes klinisches Ergebnis zeigt.

ACE-Klasse VI: Fortgeschrittener Verlust der Zahnschubstanz, der bereits zur Pulpanekrose führt

**Empfohlene Therapie:
Sandwichmethode (sehr experimentell)**

Die Patienten haben in dieser Phase bereits ein stark beeinträchtigtes Gebiss (Abb. 8). Meist kann sich die Pulpa auch bei einem signifikanten Verlust der Zahnschubstanz im palatinalen Bereich noch zurückziehen, und auch beeinträchtigte Zähne sind überraschenderweise vital, weil die Erosion nur langsam voranschreitet. Ein Zahn verliert bei einer dentalen Erosion meist nur unter starken und häufigen Säureangriffen seine Vitalität (z. B. bei bulimischen oder anorexischen Patienten). Dann kann die Pulpa sich nicht mehr selbst schützen. Dies ist auch bei einer extremen Zerstörung des koronalen Dentins der Fall. In beiden Fällen kann die Behandlungsprognose schlecht sein, vor allem wenn die dentale Erosion nicht kontrolliert werden kann.

Die Autoren sind der Meinung, dass trotzdem noch adhäsive Techniken versucht werden sollten, auch wenn es dazu bisher keine Langzeitergebnisse gibt. Die Sandwichmethode hat den Vorteil, dass ein maximaler Erhalt der Zahnschubstanz



Abb. 6 ACE-Klasse IV

Abb. 6a bis 6d (links) Ansicht der Versorgung der oberen Frontzähne vor und (rechts) nach der Behandlung. In diesem Fall war die Sandwichmethode erforderlich (palatinale Kompositveneers und labiale Keramikveneers).



Abb. 6e bis 6h Ansicht (links) vor und (rechts) nach der Behandlung. Bei diesem Patienten führte die Kombination aus Erosion und punktueller Abnutzung zu einem vollständigen Verlust der Inzisalkanten (mehr als 2 mm). Die palatinale Seite wurde mit Kompositveneers versorgt. Es waren noch labiale Keramikveneers geplant, aber der Patient beschloss zu warten, weil der Unterschied der Farbe aus normalem Sprechabstand nicht zu erkennen war (1 Jahr Follow-up). Nach der Behandlung waren alle Zähne vital.



möglich ist und in den meisten Fällen die übrigen Zähne vital bleiben.

Bisher blieb in der Genfer Erosionsstudie bei den Patienten in dieser Kategorie die Vitalität der behandelten Zähne erhalten. Sollte ein Verlust der Vitalität durch eine zu starke Pulpaschädigung eintreten, ist der endodontische Zugang durch das palatinale Veneer erleichtert, ohne dass das labiale Veneer beschädigt

wird. Bei einer Überkronung wäre dies schwieriger. Bei einem späteren Verlust der Vitalität liegt ein weiterer Vorteil der adhäsiven Technik darin, dass ein internes Bleaching leichter erfolgen kann. Bei einer konventionellen Therapie kann die Farbe der Wurzel, die nach einer gingivalen Rezession zu sehen ist, nicht geändert werden, weil der Stift dort adhäsiv befestigt ist.



Abb. 7 ACE-Klasse V: Ansicht (links) vor und (rechts) nach der Behandlung (2 Jahre Follow-up). Die dentale Zerstörung betraf bereits fast zwei Drittel der Kronenlänge. An der labialen Seite lag Dentin frei. Die Sandwichmethode gilt in solchen Fällen als experimentell, weil die facialen Keramikveneers hauptsächlich an einer reduzierten Dentinoberfläche adhäsiv befestigt werden.



Abb. 8 ACE-Klasse VI: Ansicht (links) vor und (rechts) nach der Behandlung. In diesem Fall war die Zerstörung der Zahnschubstanz bereits so stark fortgeschritten, dass zwei Zähne beim ersten Beratungstermin nicht mehr vital waren. Da die Alternative in der Extraktion der vier oberen Schneidezähne bestanden hätte, wurde die Sandwichmethode angewandt. Hier werden die Ergebnisse vom klinischen Follow-up nach 2 Jahren gezeigt. Die palatinalen Kompositrestaurationen wurden direkt im Mund angefertigt. Die Veneers wurden von einem Zahntechniker angefertigt, den die Patientin aus persönlichen Gründen gewählt hatte (in Zusammenarbeit mit Dr. H. Gheddaf Dam).



Schlussfolgerungen

Mittlerweile sind immer mehr junge Menschen von einer Zahnerosion betroffen. Diese pathologische Situation wird häufig unterschätzt. Es ist wichtig, dass die Patienten bereits in den ersten Phasen der Erkrankung behandelt werden, um starken irreversiblen Beschädigungen im Gebiss vorzubeugen. Außerdem sind die

Bedingungen für klinische restaurative Maßnahmen dann noch günstig. In diesem Artikel wird eine neue Klassifizierung vorgeschlagen, um die Schwere der dentalen Zerstörung zu bestimmen, damit Behandler und Patienten im Entscheidungsprozess eine Richtlinie haben. Die Klassifizierung beruht auf mehreren Parametern, die für die Wahl der Therapie und die Einschätzung der Prognose

wichtig sind: Freilegung des Dentins in den palatinalen Kontaktbereichen des Zahns, Veränderungen des Niveaus der Inzisalkanten und letztlich der Verlust der Pulpavitalität. Die Patienten werden in sechs Klassen eingeteilt, und für jede Klasse wird ein Behandlungskonzept vorgeschlagen. Bei Patienten, bei denen unterschiedliche Bereiche unterschiedlich stark betroffen sind, wird für die Klas-

sifizierung der Zahn herangezogen, der am stärksten beeinträchtigt ist. Mit Ausnahme der ACE-Klasse II, bei der eine geringfügige kieferorthopädische Zahnbewegung erwogen werden kann, ist für die Behandlung der dentalen Erosion eine deutliche Erhöhung der vertikalen Dimension der Okklusion erforderlich. So wird der nötige Platz für die Versorgung der oberen Frontzähne geschaffen. Deshalb müssen im Rahmen der definitiven oralen Rehabilitation auch direkte oder indirekte Restaurationen in den Seitenzahnquadranten geplant werden.

Danksagung

Die Autoren danken den folgenden Zahn-technikern für ihre kompetente Unterstützung in diesen komplexen Fällen: Alwin Schönenberger, Patrick Schnider, Pascal Müller, Serge Erpen, Sylvan Carciofo und Sophie Zweiacker. Außerdem bedanken sich die Autoren für die Zusammenarbeit mit Dr. Hamasat Gheddaf Dam, Dr. Giovanna Vaglio, Dr. Federico Prando, Dr. Linda Grutter, Dr. Tommaso Giovanni Rocca und Dr. Julian Luraschi.

Literatur

1. Auad SM, Waterhouse PJ, Nunn JH, Moynihan PJ. Dental caries and its association with sociodemographics, erosion, and diet in schoolchildren from southeast Brazil. *Pediatr Dent* 2009;31:229–235.
2. McGuire J, Szabo A, Jackson S, Bradley TG, Okunseri C. Erosive tooth wear among children in the United States: Relationship to race/ethnicity and obesity. *Int J Paediatr Dent* 2009;19:91–98 (erratum 2009;19:222).
3. Van't Spijker A, Rodriguez JM, Kreulen CM, Bronkhorst EM, Bartlett DW, Creugers NH. Prevalence of tooth wear in adults. *Int J Prosthodont* 2009;22:35–42.
4. El Aidi H, Bronkhorst EM, Truin GJ. A longitudinal study of tooth erosion in adolescents. *J Dent Res* 2008;87:731–735.
5. Milosevic A, O'Sullivan E. Diagnosis, prevention and management of dental erosion: Summary of an updated national guideline. *Prim Dent Care* 2008;15:11–12.
6. Milosevic A. Gastro-oesophageal reflux and dental erosion. *Evid Based Dent* 2008;9:54.
7. Shaughnessy BF, Feldman HA, Cleveland R, Sonis A, Brown JN, Gordon CM. Oral health and bone density in adolescents and young women with anorexia nervosa. *J Clin Pediatr Dent* 2008;33:87–92.
8. Bartlett D. A new look at erosive tooth wear in elderly people. *J Am Dent Assoc* 2007;138(suppl):21S–25S.
9. Nunn JH. Prevalence of dental erosion and the implications for oral health. *Eur J Oral Sci* 1996;104:156–161.
10. Hinds K, Gregory JR. National Diet and Nutrition Survey: Children Aged 1? to 4? Years. Vol 2: Report of the Dental Survey. London: Office of Population Censuses and Surveys, 1995.
11. O'Brien M. Children's Dental Health in the United Kingdom 1993. London: Office of Population Censuses and Surveys, HMSO 1994.
12. Lussi A, Schaffner M, Hotz P, Suter P. Dental erosion in a population of Swiss adults. *Community Dent Oral Epidemiol* 1991; 19:286–290.



13. Taylor DF, Bayne SC, Sturdevant JR, Wilder AD. Comparison of direct and indirect methods for analyzing wear of posterior composite restorations. *Dent Mater* 1989; 5:157–160.
14. Leinfelder KF, Wilder AD Jr, Teixeira LC. Wear rates of posterior composite resins. *J Am Dent Assoc* 1986;112:829–833.
15. Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: The three-step technique. Part 3. *Eur J Esthet Dent* 2008;3:236–257.
16. Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: The three-step technique. Part 2. *Eur J Esthet Dent* 2008;3:128–146.
17. Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: The three-step technique. Part 1. *Eur J Esthet Dent* 2008;3:30–44.
18. Bartlett D, Ganss C, Lussi A. Basic Erosive Wear Examination (BEWE): A new scoring system for scientific and clinical needs. *Clin Oral Investig* 2008;12(suppl 1):S65–68.
19. Young A, Amaechi BT, Dugmore C, et al. Current erosion indices—Flawed or valid? *Clin Oral Investig* 2008;12(suppl 1):S59–63.
20. Holbrook WP, Ganss C. Is diagnosing exposed dentine a suitable tool for grading erosive loss? *Clin Oral Investig* 2008; 12(suppl 1):S33–39.
21. Ganss C. How valid are current diagnostic criteria for dental erosion? *Clin Oral Investig* 2008;12(suppl 1):S41–49.
22. Lussi A, Hellwig E, Zero D, Jaeggi T. Erosive tooth wear: Diagnosis, risk factors and prevention. *Am J Dent* 2006;19:319–325.
23. Jaeggi T, Grüninger A, Lussi A. Restorative therapy of erosion. *Monogr Oral Sci* 2006; 20:200–214.
24. Lussi A. Dental erosion clinical diagnosis and case history taking. *Eur J Oral Sci* 1996; 104:191–198.
25. Smith BG, Knight JK. An index for measuring the wear of teeth. *Br Dent J* 1984;156: 435–438.
26. Eccles JD. Dental erosion of nonindustrial origin. A clinical survey and classification. *J Prosthet Dent* 1979;42:649–653.
27. Aranha AC, Eduardo Cde P, Cordás TA. Eating disorders. Part II: Clinical strategies for dental treatment. *J Contemp Dent Pract* 2008;9:89–96.
28. Aranha AC, Eduardo Cde P, Cordás TA. Eating disorders. Part I: Psychiatric diagnosis and dental implications. *J Contemp Dent Pract* 2008;9:73–81.
29. Ali DA, Brown RS, Rodriguez LO, Moody EL, Nasr MF. Dental erosion caused by silent gastroesophageal reflux disease. *J Am Dent Assoc* 2002;133:734–737.
30. Sundaram G, Wilson R, Watson TF, Bartlett D. Clinical measurement of palatal tooth wear following coating by a resin sealing system. *Oper Dent* 2007;32:539–543.
31. Sundaram G, Bartlett D, Watson T. Bonding to and protecting worn palatal surfaces of teeth with dentine bonding agents. *J Oral Rehabil* 2004;31:505–509.
32. Tay FR, Pashley DH. Resin bonding to cervical sclerotic dentin: A review. *J Dent* 2004;32:173–196.
33. Panitvisai P, Messer HH. Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1995; 21:57–61.
34. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1989;15:512–516.
35. Reeh ES, Douglas WH, Messer HH. Stiffness of endodontically-treated teeth related to restoration technique. *J Dent Res* 1989;68:1540–1544.
36. Magne P, Belser UC. Novel porcelain laminate preparation approach driven by a diagnostic mock-up. *J Esthet Restor Dent* 2004;16:7–16.