

Endokronen – Ein klinischer Bericht

Erika Lander, D.D.S.

Department of Aesthetic Dentistry, Private Educational Center Somos Salud y Educacion, Caracas, Venezuela; Universidad Nacional Experimental Politecnica de la Fuerza Armada of Caracas, Venezuela; Department of Operative and Esthetic Dentistry, Universidad Santa Maria of Caracas, Venezuela

Korrespondenzadresse: Dr. Erika Lander, Anexo Hospital de Clinicas Caracas, Piso 6 – Oficina 609, 1010 San Bernardino, Caracas, Venezuela; E-Mail: elanderll@gmail.com

Didier Dietschi, D.M.D., Ph.D., P.D.

Abteilung für Kariologie und Endodontologie, Sektion Zahnmedizin, Medizinische Fakultät der Universität Genf, Schweiz; Department of Comprehensive Care, Case Western University, Cleveland, Ohio, USA

Indizes

Adhäsive Seitenzahnversorgung, Empress 2, Endokrone, devitale Zähne, Presskeramik

Zusammenfassung

Die Endokrone stellt eine Möglichkeit zur Versorgung endodontisch behandelter Zähne dar. Sie ist gekennzeichnet durch eine zirkuläre Präparation ohne Anchrägung, eine Retentionskavität in der Pulpakammer und das Fehlen einer intraradikulären Verankerung. Der vorliegende Beitrag beschreibt das Grundprinzip und das klinische Vorgehen bei der Verwendung von Endokronen. Im vorgestellten Fall wurden nach endodontischer und parodontaler Therapie zwei alte Amalgamfüllungen an Unterkiefermolaren gegen Endokronen aus Presskeramik (Empress 2) ausgetauscht. Eine Unterfüllung aus Kompositmaterial wurde zum Ausgleich von Unterschnitten und zur korrekten Gestaltung der Präparationsform verwendet, was gleichzeitig signifikant zur Schonung des Zahngewebes beitrug. Die postoperative Situation zeigt das Potenzial dieses Therapieansatzes im Hinblick auf die Funktion und Ästhetik sowie die biomechanischen Eigenschaften von devitalen Seitenzähnen mit umfangreichem Substanzverlust. Außerdem werden durch die supragingivale Lage der Präparationsgrenzen die parodontalen Gewebe geschont. Die Grundlage dieser Methode besteht darin, durch adhäsive Verfahren über die in der Pulpakammer zur Verfügung stehende Oberfläche eine Stabilität und Retention der Restauration zu gewährleisten. Die Präparationsregeln und der Verzicht auf einen Wurzelstift werden durch den Umfang an verbliebener Zahnhartsubstanz bestimmt. Diese Technik ist eine vielversprechende und konservative Alternative zur Vollkronenversorgung devitaler Seitenzähne, die eine langfristige Stabilisierung benötigen.

Einleitung

Die Versorgung endodontisch behandelter Zähne ist in der zahnmedizinischen Literatur ausgiebig und kontrovers diskutiert worden³⁰. Da die Verbindung zwischen den verfügbaren wissenschaftlichen Daten und der Vielzahl wenig überzeugender klinischer Studien schwach ausgeprägt war, basierten die klinischen Konzepte zur Restauration endodontisch behandelter Zähne lange Zeit auf empirischen Philosophien^{8,21}.

In der Tat kann das Übermaß an Literatur verwirrend sein, und dies wird durch die große Auswahl an Materialien zur Versorgung devitaler Zähne noch verschlimmert.

Biomechanische Prinzipien weisen darauf hin, dass die Bruchlast eines Zahnes sowohl von der Quantität und der internen Belastbarkeit der Hartgewebe als auch von der verbliebenen anatomischen Form abhängt. Der Substanzverlust kann durch Karies oder Maßnahmen wie etwa Kavitätenpräparation, Trepanationsöffnung, Kanalerweiterung



und chemomechanische Präparation erheblich fortgeschritten sein^{5,10,19,28,31,33}. Die lange Zeit unter Zahnärzten verbreitete Meinung, dass nach Entfernung der Pulpa durch einen Feuchtigkeitsverlust des Dentins der Bruchwiderstand des Zahnes abnimmt und so eine Versprödung eintritt, konnte wissenschaftlich nicht belegt werden. Vielmehr zeigte sich, dass die unterschiedliche Gewebequalität nach endodontischer Therapie das biomechanische Verhalten des Zahnes nur unwesentlich beeinflusst^{13,15,16,23,29}. Aus einem rein mechanischen Blickwinkel betrachtet konnte außerdem nachgewiesen werden, dass eine klassische Trepanationsöffnung die Bruchfestigkeit eines Zahnes nur geringfügig verändert^{28,33}. Ein anderer Aspekt ist die Beeinträchtigung der neurosensorischen Reaktion auf den Verlust von Pulpagewebe, wodurch möglicherweise die Schutzfunktionen für den wurzelkanalbehandelten Zahn während des Kauvorgangs geschwächt werden^{24,25}.

Das Ziel eines Stiftaufbaus besteht darin, die verbliebene koronale Zahnschicht zu stabilisieren und fehlendes Hartgewebe zu ersetzen^{7,8,11,14,21,30}. Obwohl einige auf der Finite-Elemente-Methode (FEM) basierende Analysen zeigen, dass ein rigider Stift durch eine vollständige Kohäsion an den Grenzflächen einen Zahn in seinem zervikalen Anteil stabilisieren kann^{26,35}, legen die meisten Untersuchungen nahe, dass durch Wurzelstifte kein stabilisierender Effekt erzielt wird⁸. In Anbetracht verschiedener Risiken wie Wurzelperforationen und Schwächung der Wurzel durch weiteren Verlust von Zahnhartsubstanz sowie dramatischer Misserfolgsmuster raten viele Autoren sogar von dem Einsatz von Wurzelstiften ab⁸. In der Tat kann bei der Anwendung moderner restaurativer Methoden ein Wurzelstift nur noch als Retentionshilfe in speziellen Indikationsbereichen angesehen werden. Weitere In-vitro-Versuche konnten außerdem zeigen, dass in Bezug auf Retention, marginale Adaptation und Frakturbeständigkeit kein Unterschied zwischen einem vitalen und einem mit einem Onlay versorgten devitalen Zahn besteht¹⁷. Daher sollte der klassischen Versorgung wurzelkanalbehandelter Zähne mit Teilkronen der Vorzug gegeben werden.

Nayyar et al.²² haben den so genannten Amalcore oder die koronal-radikuläre Restauration beschrieben. Dabei wurde Amalgam in die Pulpakammer mit einer Ausdehnung von 2 bis 4 mm in die Kanaleingänge eingebracht. Folgende Kriterien wurden bei dieser Methode beachtet:

1. Die vorhandene Pulpakammer sollte ausreichend breit und tief sein, um genügend Stopfraum und Retention für das Amalgam zu bieten.
2. Zur Sicherstellung einer dauerhaften Randqualität der Restauration war eine ausreichende Dentinwandstärke zirkulär um die Pulpakammer notwendig.

Sowohl im Laborversuch^{1,27} als auch in klinischen Studien³⁰ erwies sich diese Methode als erfolgreich.

Der wirkliche Durchbruch bei der Versorgung wurzelkanalbehandelter Zähne gelang jedoch erst mit der Einführung der Adhäsivtechnik, insbesondere durch die Entwicklung effektiver Dentinadhäsive³⁴. Der Hauptvorteil adhäsiver Restaurationen liegt darin, dass auf makroretentive Elemente verzichtet werden kann, solange ausreichend Oberfläche vorhanden ist. Durch dieses Verfahren wird der Einsatz von Wurzelstiften bei der Versorgung wurzelkanalbehandelter Zähne mit konventionellen nicht adhäsiven Restaurationen eher zur Ausnahme als zur Regel. Die Prinzipien der minimalinvasiven Präparation bei maximaler Schonung der Hartgewebe werden heute als Goldstandard für die Versorgung endodontisch behandelter Zähne angesehen⁸. Die Endkrone folgt zweifellos diesen Prinzipien. Anstelle eines Wurzelstiftes umfasst das Procedere dabei eine zirkuläre supra- bzw. äquigingivale Präparation ohne Ansträgung und eine die gesamte Pulpakammer umfassende zentrale Retentionskavität².

Bindl et al.³ untersuchten 208 mit Cerec (Fa. Sirona, Bensheim) erstellte keramische Teilkronen, die zur Versorgung von devitalen Seitenzähnen eingesetzt wurden. Nach einem Beobachtungszeitraum von durchschnittlich 55 Monaten kamen sie zu dem Ergebnis, dass dieses Verfahren für die Versorgung von Molaren und Prämolaren ausreichend erfolgreich ist. Göhring und Peters¹¹ sowie Göhring und Roos¹² beschrieben die Verwendung von glasfaserverstärkten Endokronen aus Kompositmaterial für die Einzelzahnrestauration oder als Stumpfaufbauten für Brückenpfeiler bei Molaren und Prämolaren. Allerdings besteht beim Einsatz von faserverstärkten Materialien ein Problem darin, dass es zum Haftverlust der Veneermaterialien kommt¹². Daher erscheinen nicht verstärkte Restaurationen auf Polymerbasis als akzeptable Alternativen zu keramischen Endokronen im Front- und Seitenzahnbereich^{17,26,35}.

Fallbericht

Eine 32-jährige Patientin wünschte den Austausch der Amalgamfüllungen an den rechten Unterkiefermolaren, die beide kariöse Läsionen aufwiesen. Beim ersten Molar war die Wurzelkanalfüllung unzureichend und die distale Wurzel parodontal beeinträchtigt, während der zweite Molar eine kariöse Läsion bis in die Pulpa aufwies (Abb. 1a und b). Nach klinischer Inspektion (Abb. 1b und c) wurde aufgrund des Umfangs an verbliebener Zahnschicht die Behandlung mit Endokronen als eine mögliche konservative Therapieoption erachtet.



Abb. 1a Radiologische Ausgangssituation mit Radioluzenzen als Hinweisen auf Karies, Randspalten und parodontale Läsionen



Abb. 1b Präoperative okklusale Ansicht der alten Amalgamfüllungen, die ausgetauscht werden sollten



Abb. 1c Laterale Ansicht: Sekundärkaries und Randspalten

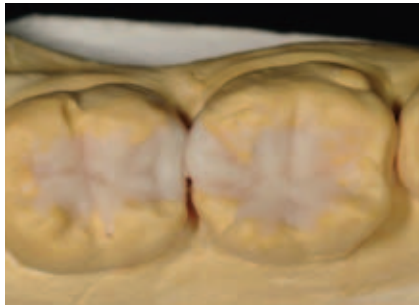


Abb. 1d Diagnostisches Wax-up (Ausgangssituation)



Abb. 1e Zahnfilm nach Wurzelkanalbehandlung und Revision



Abb. 1f Provisorische Füllungen in situ nach chirurgischer Kronenverlängerung und Entfernung des Weisheitszahn (okklusale Ansicht)



Abb. 1g Okklusale Ansicht nach Entfernung der provisorischen Füllungen und Darstellung der erhaltenen Hartsubstanz



Abb. 1h Definitive Präparationsform



Abb. 1i Seitliche Ansicht der Präparation mit ausreichendem Interokklusalabstand



Abb. 1j und k Die Farbauswahl erfolgte mit dem Farbring des Eris-Keramiksystems (Schmelz und Dentin), das mit Empress 2 verwendet wird



Abb. 1l Aufgrund der chirurgischen Kronenverlängerung kann die Abformung nach Legen der Retraktionsfäden ohne Schwierigkeiten erfolgen



Abb. 1m Erstellung der Gipsstümpfe



Abb. 1n Die zur Erstellung des Modells hergestellten Stümpfe



Abb. 1o Fertig gestelltes Geller-Modell



Abb. 1p Aufgewachsene Okklusalflächen vor der Reduktion für das Keramikgerüst



Abb. 1q Ansicht der aufgewachsenen Kronengerüste von lateral, Kontrolle des Interokklusalabstands



Abb. 1r Messung des aufgewachsenen Kronengerüsts vor dem Einbetten, Kontrolle der minimalen Gerüststärke von 0,8 mm



Abb. 1s Die noch angestifteten Keramikgerüste nach dem Pressen



Abb. 1t Die fertig gestellten Gerüste im Modell



Abb. 1u Intraorale Gerüstanprobe



Abb. 1v Okklusale Ansicht der beiden Restaurationen während des Schichtens der keramischen Massen



Abb. 1w Fertige keramische Endkronen im Modell



Abb. 1x Okklusale Ansicht der beiden Molaren nach adhäsiver Befestigung der Restaurationen



Abb. 1y Die beiden Restaurationen im Modell vor dem Eingliedern (von lateral)



Abb. 2a bis c 3-Jahres-Recall: Die radiologische Kontrolle (a) sowie die intraoralen klinischen Ansichten (b und c) zeigen ein zufriedenstellendes Ergebnis auch in Bezug auf die nur geringen Auswirkungen der Restaurationen auf die Gesundheit des marginalen Gewebes. Zusätzlich ist der positive Einfluss der adhäsiven Befestigung auf die Stabilität und Schonung der Hartgewebe erkennbar. Die Versorgung mit einem konventionellen Stiftaufbau würde zu einer größeren Schwächung und einer deutlich eingeschränkteren Biomechanik führen

Ein Wax-up-Modell (Abb. 1d) wurde noch vor Entfernung der alten Restaurationen, der Durchführung der Wurzelkanalbehandlung und der chirurgischen Kronenverlängerung (Abb. 1e und f) erstellt. Nach Entfernung der provisorischen Restaurationen erfolgte die Präparation der Endokronen an den beiden Zähnen. Im Anschluss an die Darstellung des Pulpakammerbodens wurden die bukkalen und lingualen Wände in ausreichendem Maße eingekürzt (Abb. 1g und h). Es erfolgte eine sorgfältige Überprüfung des interokklusalen Abstands, um sicherzustellen, dass genügend Platz für den Einsatz der Keramik IPS Empress 2 (Fa. Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) vorhanden war (Abb. 1i). Zur Farbbestimmung wurde der spezielle Eris-Farbring (Fa. Ivoclar Vivadent) verwendet (Abb. 1j und k).

Im Anschluss an das Legen von Retraktionsfäden erfolgte die Abformung mit einem Polyvinylsiloxan (President light body und heavy body, Fa. Coltène/Whaledent, Langenau) (Abb. 1l). Nach dem Ausguss der Abformung mit Hartgips wurden die Stümpfe für die Modellerstellung herausgetrennt (Abb. 1m bis o). Die Okklusalfächen wurden erneut vollständig aufgewachst (Abb. 1p), bevor sie für die Erstellung des gepressten Keramikgerüsts wieder reduziert wurden. Auch im Modell erfolgte eine sorgfältige Überprüfung des Interokkusalabstands, um eine ausreichende Festigkeit der Restauration sicherzustellen (minimale Gerüststärke $\geq 0,8$ mm und minimale Stärke der Verblendung $\geq 0,7$ mm) (Abb. 1q und r). Dann wurden die Wachsrohlinge eingebettet und die Keramikgerüste gepresst (Abb. 1s und t). Die bukkalen Schulterbereiche wurden reduziert, um eine größere Transluzenz und eine verbesserte ästhetische Integration der Restauration zu gewährleisten.

Zur Erzielung einer optimalen okklusalen Anatomie und Ästhetik erfolgte eine Schichtung der Keramik (Abb. 1u bis x). Abschließend wurden die Restaurationen gemäß den Herstellerangaben mit einem dualhärtenden Material (Variolink II, Fa. Ivoclar Vivadent) adhäsiv eingesetzt (Abb. 1y).

Die Abbildungen 2a bis c zeigen die Situation im 3-Jahres-Recall.

Diskussion und klinische Empfehlungen

In der Literatur wird angeführt, dass zwei Hauptfaktoren den Einsatz von Wurzelstiften bestimmen, nämlich der Umfang und die Qualität der vorhandenen koronalen und radikulären Zahnhartsubstanz sowie die Retention des Aufbaumaterials für die prothetische Versorgung⁸. Traumata, Karies und endodontische Maßnahmen können zu weiten konischen Wurzelkanälen führen. Stark konische Wurzelkanäle sind wegen der oft zu dünnen Dentinwände frakturgefährdet, so dass Restaurationsmethoden benötigt werden, welche die verbliebene Hartschubstanz nicht zusätzlich schwächen². Mit zunehmender klinischer Erfahrung konnten Richtlinien für die Anwendung von Endokronen und anderer Verfahren zur Versorgung von devitalen Seitenzähnen entwickelt und verbessert werden. Die aktuellen Indikationen umfassen heute alle Fälle mit intakter Restzahnschubstanz.

Minimaler Verlust koronaler Hartschubstanz

Ein minimaler Verlust koronaler Hartschubstanz liegt üblicherweise bei Zähnen vor, die entweder keine oder Restaurationen geringen Umfangs aufweisen und trotzdem eine Wurzelkanalbehandlung benötigen. Die verbliebene Zahnschubstanz sollte im Vergleich zu einem vitalen Zahn nur wenig an Bruchfestigkeit verloren haben, und es dürfen weder horizontale noch vertikale Risse vorhanden sein. Es wird angenommen, dass die Trepanationsöffnung und eine leichte Erweiterung der Pulpakammer keine signifikanten Einflüsse auf die Biomechanik des Zahnes haben^{23,28,33}. Die Autoren empfehlen, diese Zähne mit einer adhäsiven Restauration im Bereich der Pulpakammer und der Zugangskavität zu versorgen. Als Material der



Wahl gilt hier ein Komposit, das in Kombination mit einem effektiven Adhäsivsystem nach dem Total-Bond-Prinzip angewendet wird¹⁸. Die einzigen möglichen Kontraindikationen für diese sehr konservative Therapie stellen Parafunktionen, Gruppenführungen und steile Höcker dar. In diesen Fällen wird eine vollständig okklusale Überkuppelung empfohlen.

Bis zur Hälfte der koronalen Zahnschubstanz fehlt

Zähne mit vorhandenen Restaurationen mittlerer Ausdehnung, die eine Wurzelkanalbehandlung benötigen, bedürfen offensichtlich keiner Stiftaufbauversorgung, da sie über genügend Zahnhartsubstanz verfügen, um ausreichende Stabilität, Retention und Frakturbeständigkeit zu gewährleisten. Eine vollständige okklusale Überkuppelung durch eine Endokrone oder ein zahnfarbendes Overlay wird allerdings ebenso angeraten^{8,28} wie eine Unterfüllung aus Kompositmaterial zur Schaffung von ebenen Kavitätswänden und zum Ausgleich von Unterschnitten⁹.

Mehr als die Hälfte der koronalen Zahnschubstanz fehlt

Falls Hartgewebe in größerem Umfang fehlt, wodurch die für adhäsive Techniken verfügbare Oberfläche stark reduziert wird, und auch der koronale Substanzverlust eventuell schon weit fortgeschritten ist, lässt sich der Einsatz eines Stiftaufbaus nicht vermeiden, um eine Retention und Stabilität des Aufbaus zu ermöglichen. Mit Hilfe einer angemessenen Gestaltung der Präparation (Erhalt von Wänden mit ausreichender Widerstandskraft, ≥ 1 bis 1,5 mm Wandstärke) sollte eine Stabilisierung gegen Rotationskräfte durch die verbliebene koronale Zahnhartsubstanz erfolgen. Außerdem sollte ein so genannter Fassreifen- oder Ferrule-Effekt der definitiven Kronenpräparation mit einer Ausdehnung bis etwa 1,5 bis 2 mm zervikal der Aufbaugrenze erzielt werden^{4,32}. Aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse und die Literatur unterstützen eindeutig die adhäsive Befestigung von Stift und Aufbau⁸. Die Wiederherstellung der Okklusalfäche und der Funktion erfolgt üblicherweise mit einer Vollkrone. Mit dieser Therapieoption geht allerdings ein erhöhtes biomechanisches Risiko für einen Misserfolg einher, das in direkter Beziehung zum Umfang der fehlenden Hartsubstanz steht.

Der überwiegende Anteil der koronalen Zahnschubstanz fehlt

Diese Situation stellt aus biomechanischen Gesichtspunkten die ungünstigste Variante dar. Hierbei gibt es keine Behandlungsmethode, die einen befriedigenden Langzeiterfolg sicherstellen kann. Bei stark zerstörten Seitenzähnen können die Extraktion und die Implantation als Alternative zur konventionellen Therapie erwogen werden, da eine kieferorthopädische Extrusion an mehrwurzeligen Zähnen nur selten durchgeführt wird und eine ausgedehnte chirurgische Kronenverlängerung zur Erzielung einer ausreichenden Stabilität der Restauration und einer Fassreifen-Präparation nicht mehr zweckmäßig erscheint^{6,20}.

Fazit

Die ideale Therapie für wurzelkanalbehandelte Zähne ist in der Literatur ausgiebig und kontrovers diskutiert worden. Die einzige Übereinstimmung besteht hinsichtlich der Notwendigkeit, die gesunde Restzahnschubstanz, die zur mechanischen Stabilisierung des Zahn-Restauration-Verbundes beiträgt und gleichzeitig Oberfläche für eine adhäsive Befestigung bietet, zu schonen, weil das einen positiven Einfluss auf den Langzeiterfolg hat. Aus diesem Blickwinkel stellen Endokronen für die Versorgung devitaler Seitenzähne eine mögliche Alternative zu konventionellen Kronen und Komposit-Overlays dar, insbesondere in Fällen mit geringer Kronenlänge und einem ausreichenden Angebot an Hartgewebe zur stabilen und dauerhaften adhäsiven Befestigung.

Danksagung

Die Autoren möchten sich bei Dr. *Juan Saavedra* und Dr. *Ricardo Almón* von der Universidad Central de Venezuela für ihre vorbehaltlose Unterstützung dieser Arbeit bedanken. Besonderer Dank gilt Prof. *Rafael Laplana* von der Universidad Nacional Experimental Politecnica de la Fuerza Armada, der ebenso Leiter des privaten Ausbildungszentrums *Somos Salud y Educacion* in Caracas, Venezuela ist, für seine wertvolle Unterstützung und Beratung sowie für die Schaffung des angemessenen Rahmens zur Durchführung der hier dargestellten Behandlung.

Literatur

1. Assif D, Nissan J, Gafni Y, Gordon M. Assessment of the resistance to fracture of endodontically treated molars restored with amalgam. *J Prosthet Dent* 2003;89:462-465.
2. Bindl A, Mormann WH. Clinical evaluation of adhesively placed Cerec endo-crowns after 2 years – Preliminary results. *J Adhes Dent* 1999;1:255-265.
3. Bindl A, Richter B, Mormann WH. Survival of ceramic computer-aided design/manufacturing crowns bonded to preparations with reduced macroretention geometry. *Int J Prosthodont* 2005;18:219-224.
4. Cathro PR, Chandler NP, Hood JA. Impact resistance of crowned endodontically treated central incisors with internal composite cores. *Endod Dent Traumatol* 1996;12:124-128.
5. Chiba M, Itoh K, Wakumoto S. Effect of dentin cleansers on the bonding efficacy of dentin adhesive. *Dent Mater* 1989;8:76-85.
6. Cho GC. Evidence-based approach for treatment planning options for the extensively damaged dentition. *J Calif Dent Assoc* 2004;32:983-990.



7. Christensen GJ. Posts: Necessary or unnecessary? *J Am Dent Assoc* 1996;127:1522-1526.
8. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: A systematic review of the literature, Part II. *Quintessence Int* 2008;39:117-129.
9. Dietschi D, Spreafico R. Current clinical concepts for adhesive cementation of tooth-colored posterior restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998;10:47-54.
10. Douglas WH. Methods to improve fracture resistance of teeth. In: Vanherle G, Smith DC (eds). *Proceedings of the International Symposium on Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials*. Utrecht: Peter Szulc Publishing, 1985:433-441.
11. Göhring TN, Peters OA. Restoration of endodontically treated teeth without posts. *Am J Dent* 2003;16:313-317.
12. Göhring TN, Roos M. Inlay-fixed partial dentures adhesively retained and reinforced by glass fibers: Clinical and scanning electron microscopy analysis after five years. *Eur J Oral Sci* 2005;113:60-69.
13. Gutmann JL. The dentin root complex: Anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1992;67:458-467.
14. Guzy GE, Nicholls JI. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. *J Prosthet Dent* 1979;42:39-44.
15. Helfer AR, Melnick S, Schilder H. Determination of the moisture content of vital and pulpless teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972;34:661-670.
16. Huang TJ, Schilder H, Nathanson D. Effect of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *J Endod* 1992;18:209-215.
17. Krejci I, Duc O, Dietschi D, de Campos E. Marginal adaptation, retention and fracture resistance of adhesive composite restorations on devital teeth with and without posts. *Oper Dent* 2003;28:127-135.
18. Krejci I, Stavridakis M. New perspectives on dentin adhesion – Differing methods of bonding. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 2000;12:727-732.
19. Larsen TD, Douglas WH, Geistfeld RE. Effect of prepared cavities on the strength of teeth. *Oper Dent* 1981;6:2-5.
20. Mordohai N, Reshad M, Jivraj SA. To extract or not to extract? Factors that affect individual tooth prognosis. *J Calif Dent Assoc* 2005;33:319-328.
21. Morgano SM, Hashem AF, Fotoohi K, Rose L. A nationwide survey of contemporary philosophies and techniques of restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1994;72:259-267.
22. Nayyar A, Zалton RE, Leonard LA. An amalgam coronal-radicular dowel and core technique for endodontically treated posterior teeth. *J Prosthet Dent* 1980;43:511-515.
23. Papa J, Cain C, Messer HH. Moisture content of vital vs endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1994;10:91-93.
24. Paphangkorakit J, Osborn JW. The effect of pressure on a maximum incisal bite force in man. *Arch Oral Biol* 1997;42:11-17.
25. Paphangkorakit J, Osborn JW. The effect of normal occlusal forces on fluid movement through human dentine in vitro. *Arch Oral Biol* 2000;45:1033-1041.
26. Pierrisnard L, Bohin F, Renault P, Barquins M. Corono-radicular reconstruction of pulpless teeth: A mechanical study using finite element analysis. *J Prosthet Dent* 2002;88:442-448.
27. Reeh ES, Douglas WH, Messer HH. Stiffness of endodontically treated teeth related to the restoration technique. *J Dent Res* 1989;68:1540-1544.
28. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1989;15:512-516.
29. Rivera EM, Yamauchi M. Site comparisons of dentine collagen cross-links from extracted human teeth. *Arch Oral Biol* 1993;38:541-546.
30. Robbins JW. Restoration of the endodontically treated tooth. *Dent Clin North Am* 2002;46:367-384.
31. Saleh AA, Ettman WM. Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness of root canal dentin. *J Dent* 1999;27:43-46.
32. Sorensen JA, Engelman MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1990;63:529-536.
33. Trope M, Ray HL. Resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992;73:99-102.
34. Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent* 1998;26:10-20.
35. Zarone F, Sorrentino R, Apicella D et al. Evaluation of the biomechanical behaviour of maxillary central incisors restored by means of endocrowns compared to a natural tooth: A 3D static linear finite element analysis. *Dent Mater* 2006;22:1035-1044. 