

# Class II Amalgam, Porselen Inley ve Kompozit Restorasyonlarda Fonksiyonel Stresin Dağılıma

DISTRIBUTION OF FUNCTIONAL STRESSES IN THE CL II AMALGAM, PORCELAIN INLAY AND COMPOSITE RESTORATION

Engin ERSÖZ\*, Sebahat GÖRGÜN\*\*

\* Dr.Dt.,Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Konservatif Diş Tedavisi BD,

\*\* Doç.Dr.,Ankara Üniversitesi Oral Diagnoz ve Radyoloji AD, ANKARA

## Özet

**Amaç:** Dental biomekanik araştırmalarda, sıklıkla direkt ve indirekt deneysel tekniklere başvurulmaktadır. Bununla beraber, biyolojik yapıların mekanik davranışı aynı zamanda matematiksel modellerin kullanımı ile de çalışılabilmektedir. Bu metodlarda; incelenecek sistemin karakteristikleri, matematiksel ve bununla ilişkili olarak formüller ile anlatılmaktadır. Bunun gibi teorik bir analizin avantajlarından birisi; parametrik değişimlerin etkilerinin incelenme olasılığının olması, bu sayede de parametreler ile etkiler arasındaki ilişkilerin esaslı bir karşılaştırılmasının elde edilmesidir. Bu çalışmanın amacı Cl II amalgam, porselen inley ve kompozit restorasyonlarda fonksiyonel stresin dağılımını değerlendirmektir.

**Materyal ve Metod:** Maksiller birinci ve ikinci premolarları amalgam, porselen inley ve kompozit restorasyonlardaki stres dağılımını tespit için 2 boyutlu SAP 90 yapısal analiz, programının kullanıldığı sonlu elemanlar stres analiz yöntemi seçilmiştir. Bu amaçla maksiller birinci ve ikinci premolar dişlerin matematiksel modeli kurulmuştur. Diş dokusu ve üç değişik restorasyon materyali üzerinde okluzal kuvvetlerin fonksiyonu neticesinde oluşan stres ölçülmüş ve fotoğraflanmıştır.

**Bulgular:** Tüm dişlerdeki stres analizinde, stres değerleri ve dağılımlarının benzer olduğu gözlenmiştir. Genel olarak üç değişik materyalde belirgin bir fark gözlenmemiş ancak yükün geldiği alana göre değişiklikler gözlenmiştir.

**Sonuç:** Stres dağılımı, farklı restoratif materyallere göre değil, yükün uygulandığı noktalara göre değişiklik göstermektedir. Sonuçlar bize; yükün daima cusp tepelerine doğru olması gerektiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sonlu elemanlar stres analizi, Porselen inley, Amalgam, Kompozit

T Kim Diş Hek Bil 1999, 5:134-138

Geliş Tarihi: 20.05.1998

Yazışma Adresi: Dr.Dt.Engin ERSÖZ  
Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Konservatif Diş Tedavisi Bilim Dalı  
06500 Beşevler, ANKARA

<sup>†</sup> 3.Balkan Stomatoloji Kongresinde tebliğ edilmiştir.  
2-5 Nisan 1998, Sofya.

## Summary

**Purpose:** In dental biomechanical research, direct and indirect experimental techniques are often applied. However, the mechanical behavior of biologic structures can also be studied by use of mathematical models. In these methods, the characteristic of the system to be investigated is described mathematically and interrelated by formulas. One of the advantages of such a theoretical analysis is the possibility to investigate the influences of parametric changes, so that a fundamental comprehension of the relations between parameters and effects is acquired. The aim of this investigation was to compare stress distribution in Class II amalgam, porcelain inlay and composite restorations.

**Materials and Methods:** In order to determine the stress distribution of maxillary first and second premolars with amalgam, porcelain inlay and composite restorations; the technique finite element stress analysis was chosen! (that was used in two dimensional SAP 90 analysis program). A mathematical model was constructed of the human premolars. The stresses caused by functional occlusal forces calculated and photographed for dental tissues and three different restorative materials.

**Results:** We observed from the stress analysis stress values and distributions are similar (in all teeth). Generally we observed no significant difference among three different restorative materials but showed difference in the location where load applied.

**Conclusion:** Stress distribution shows variation not according to the different restorative materials but according to the different points of the applied load. The results show us that the load should always be directed to the top of the cusps.

**Key Words:** Finite element stress analysis, Porcelain inlay, Amalgam, Composite

T Kim J Dental Sci 1999, 5:134-138

Sentrik okluzyon interkusal ve maksimum temas sağlayacak okluzal yüzeylerin karşılıklı ilişkisidir. Isırma, çiğneme ve yutma sırasında ısırmanın kapanış dönemindeki son durumunu sentrik okluzyonun interkusal pozisyonu oluşturur, interkusal pozisyonadaki dişlerin karşısına gelen diş yüzeyleri ile destekleyen tüberküllerin temas ettiği

yüzeydeki alanlar sentrik noktalardır. (1)

Dişlerin normal pozisyonunda sentrik noktalar fossadaki sıkı kapanış halindeki molarlar ve maksiller premolarların tüberkülündeki alanlar veya mandibuler molar ve premolarların kenarlarındaki alan ve noktalardır. Böylelikle basınç homojen olarak dağıtılır. Sentrik noktalar ve alanlar, malokluzyon, bruksizm, eksik diş veya uygun olmayan restorasyonların bulunması halinde değişir. Restorasyonun amalgam veya diğer restoratif materyallerle yapılması halinde okluzal noktalar; ısırma kuvvetlerini dişin uzun aksı doğrultusunda dağıtacak şekilde yapılması gerekir. Destekleyen tüberküller için sentrik noktalar eğimli yüzeylere gelecek şekilde olmamalıdır (1).

Sentrik nokta veya alanların değişmesi halinde okluzal stabilité ortadan kalkar ve ısırma kuvvetleri tüberkülün eğimli yüzeylerine yönelir. Bu; periodontal dokular, temas noktaları ve mine-sement bileşimine basıncın dağılmasına neden olur (1).

Basınç dağılımını klinik modele oranla matematiksel model üzerinde daha doğru gözlenebilir. Bu çalışmada amacımız; ısırma güçlerinin tüberkül tepesine yöneldiği ve tüberkülün eğimli yüzeylerine yöneldiği matematiksel metodlar aracılığı ile C1 II amalgam, kompozit ve porselen inley restorasyonlarda stres dağılımının karşılaştırılmasıdır (1).

### Materyel ve Metod

Çalışmamızda stres dağılımının incelenmesi amacı ile sonlu elemanlar stres analiz yöntemi seçilmiş, program olarak SAP 90 yapısal analiz programı kullanıldı. Çalışmanın matematiksel modeli temas halindeki birinci ve ikinci maksiller premolar dişlerdir. Modelin oluşturulması sırasında Wheeler (2,3) ve Bloom ve ark. (4) tarafından verilen bilgiler referans alındı.

Sonlu elemanlar stres analiz yöntemi bilgisayarda yapısal analiz programları kullanılarak gerçekleştirilir. Bu program MS-DOS temeline dayanan bilgisayar sistemlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Program ile dinamik ve statik stres analizi yapılabilir. Analizin yapılabilmesi için ilk aşama yapının geometrik modelinin oluşturulmasıdır. Matematiksel model hazırlanırken gerçek boyut ve orantılara uyulur. Matematiksel modelin oluşturulması sırasında mümkün olduğu kadar bir-

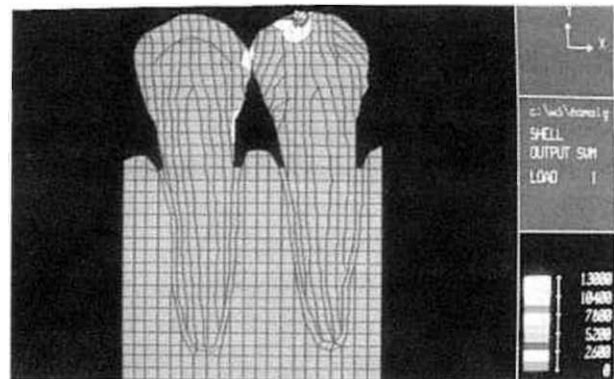
birine yakın dikdörtgen geometrik alanlar kullanılır. Bu alanlara "eleman" adı verilir ve elemanın üç boyutlu koordinatlar sistemi içerisindeki yerini belirleyecek olan köşelere "joint" (nokta) denir. Daha sonra her nokta ve elemana bir numara verilir. Model oluşturulmasından sonra kullanılan materyallerin ve dokuların elastiklik modülü ve poisson oranları verilir. Böylece materyallerin özellikleri tanımlanır. Eğer analize dahil edilecekse yerçekimi, statik ve dinamik yük koşulları ve ısı şartları eklenebilir (5).

Oluşturulan model maksiller birinci ve ikinci premolar dişin mesio-distal yöndeki görüntüsüdür. Asıl model 915 nokta ve 878 shell element kullanılmak sureti ile oluşturuldu. Modelin üçüncü boyut kalınlığı bir mm olarak kabul edildiğinden çalışma iki boyutlu bir stres analiz yöntemidir. Analizler dişler sentrik okluzyonda iken maksiller premolarlara iki değişik noktadan yük uygulayarak yapıldı, birinci durumda yük tüberkül tepesine, ikinci durumda ise yük tüberkülün eğimli yüzüne yönlendirildi. Ortalama ısırma kuvveti 40 kg (6,7) olarak modele yansıtıldı. Matematiksel modele yük uygulanması sırasında sekiz değişik durum incelendi. Bu durumlar sırası ile aşağıda açıklandığı şekildedir:

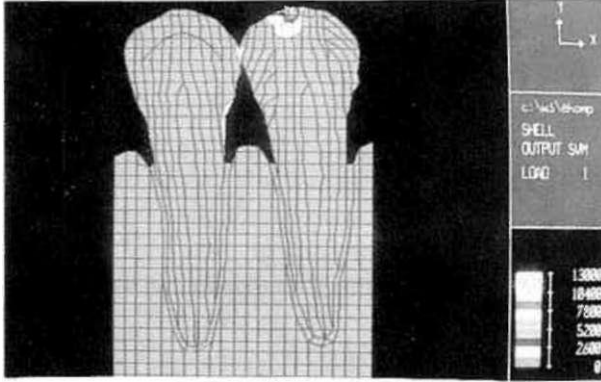
Tüberkül tepesinden yük uygulandığı anlar:

A Amalgam restorasyonlu diş gösteren matematiksel modelde tüberkül tepesinden yük uygulanması anı (Resim 1)

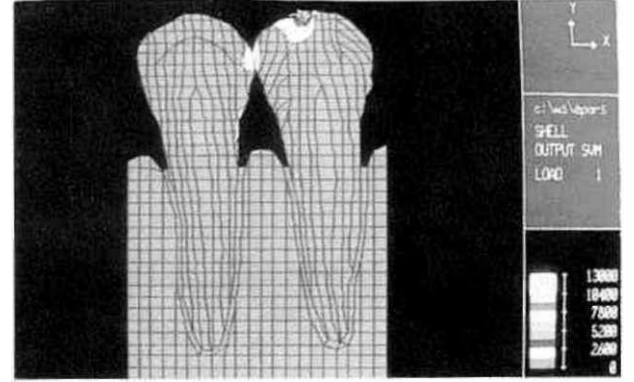
B Kompozit restorasyonlu diş gösteren matematiksel modelde tüberkül tepesinden yük uygulanması anı (Resim 2)



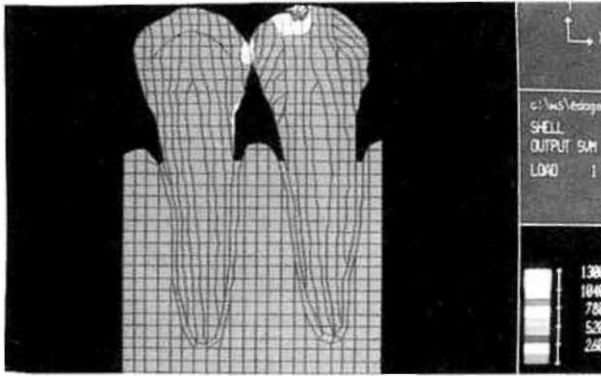
Resim 1. Amalgam restorasyonlu diş gösteren matematiksel modelde tüberkül tepesinden yük uygulanması anı (A)



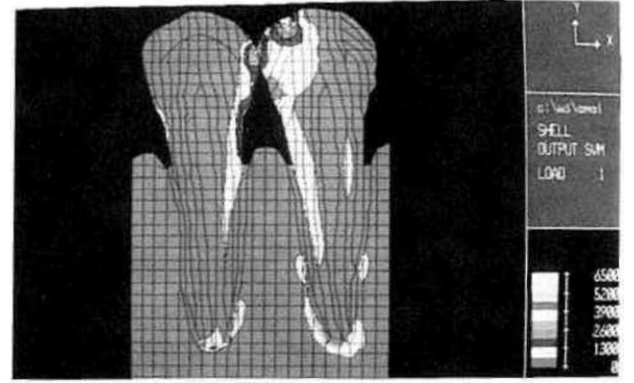
Resim 2. Kompozit restorasyonlu dişi gösteren matematiksel modelde tüberkül tepesinden yük uygulanması anı (B)



Resim 3. Porselen İnley restorasyonlu dişi gösteren matematiksel modelde tüberkül tepesinden yük uygulanması anı (C)



Resim 4. Herhangi bir restorasyon yapılmamış dişi gösteren matematiksel modelde tüberkül tepesinden yük uygulanması anı (D)



Resim 5. Amalgam restorasyonlu dişi gösteren matematiksel modelde tüberkül eğimine yük uygulanması anı (A1)

C Porselen İnley restorasyonlu dişi gösteren matematiksel modelde tüberkül tepesinden yük uygulanması anı (Resim 3)

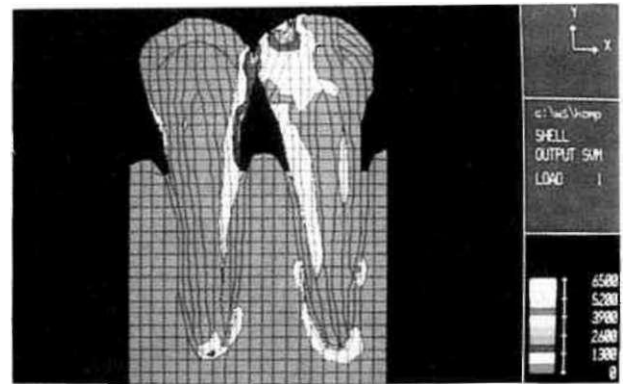
D Herhangi bir restorasyon yapılmamış dişi gösteren matematiksel modelde tüberkül tepesinden yük uygulanması anı (Resim 4)

Tüberkül eğiminden yük uygulandığı anlar:

A1 Amalgam restorasyonlu dişi gösteren matematiksel modelde tüberkül eğimine yük uygulanması anı (Resim 5)

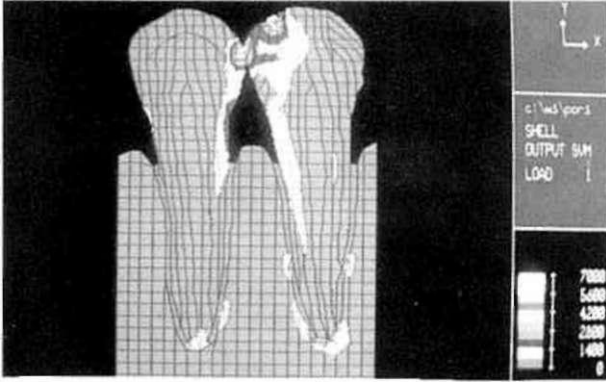
B1 Kompozit restorasyonlu dişi gösteren matematiksel modelde tüberkül eğimine yük uygulanması anı (Resim 6)

C1 Porselen İnley restorasyonlu dişi gösteren matematiksel modelde tüberkül eğimine yük uygulanması anı (Resim 7)

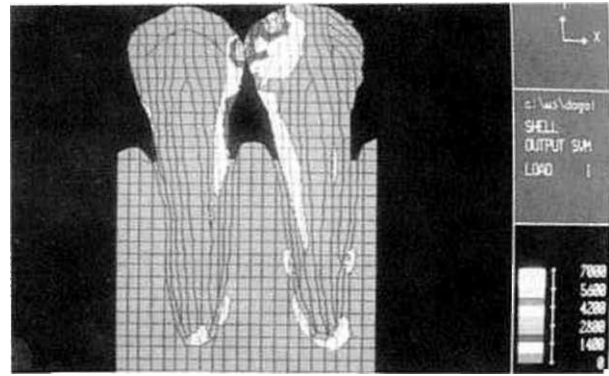


Resim 6. Kompozit restorasyonlu dişi gösteren matematiksel modelde tüberkül eğimine yük uygulanması anı (B1)

D1 Herhangi bir restorasyon yapılmamış dişi gösteren matematiksel modelde tüberkül eğimine yük uygulanması anı (Resim 8)



Resim 7. Porselen İnley restorasyonlu dişi gösteren matematiksel modelde tüberkül eğimine yük uygulanması anı (C1)



Resim 8. Herhangi bir restorasyon yapılmamış dişi gösteren matematiksel modelde tüberkül eğimine yük uygulanması anı (D1)

Tablo 1. Çalışmadaki model içerisinde yer alan doku ve materyallerin elastiklik modülleri ve poisson oranları

|                     | Elastiklik Modülü (E) | Poisson Oranı (V) |
|---------------------|-----------------------|-------------------|
| Spongios kemik      | 1370 8                | 0.30 8            |
| Kompakt kemik       | 13700 8               | 0.30 8            |
| Periodontal Membran | 69 8                  | 0.45 8            |
| Dentin              | 18600 8               | 0.31 8            |
| Mine                | 41000 8               | 0.30 8            |
| Pulpa               | 2 10                  | 0.45 10           |
| Kompozit            | 6500 11               | 0.28 11           |
| Amalgam             | 20000 12              | 0.30 12           |
| Porselen            | 69000 9               | 0.35 9            |
| Cam iyonomer siman  | 7560 10               | 0.35 10           |

Dokuların elastik modülleri ve poisson oranları Tablo 1'de verildiği şekilde modelde kullanıldı. (8-11)

### Sonuçlar

Bu çalışmada sentrik okluzyondaki maksiller ikinci premolar dişin tüberkül tepesine ve tüberkül eğimine yük geldiği andaki stresin dağılımı gösterildi. Değişik restorasyonlu dişlerdeki stres değerleri ve dağılımının benzer olduğu gözlemlendi. Çalışmada stres dağılımının sonuçlarının kalitatif yönü üzerinde durulmuş ve stres dağılım alanları üzerinde yorum yapılmıştır. Fonksiyonel kuvvetin dişin tüberkül tepesine geldiği durumda üç değişik restoratif materyal ve kontrol grubu arasında önemli farklılıklar gözlemlenmedi. Uygulama noktasında aynı zamanda temas halindeki dişlerin mine-sement birleşiminde ve dişlerin temas noktalarında stres izlendi. (A,B,C,D) (Resim 1-4)

Fonksiyonel kuvvetin tüberkül eğimine geldiği durumda ise tüberkül tepesinden yük uygulanması ancak oranla daha yaygın ve yoğun bir stresin meydana geldiği gözlemlendi. Bu durumda da restoratif materyaller arasında ihmal edilecek farklılıklar olduğu gözlemlendi. (A1,B1,C1,D1) (Resim 5-8) Kompozit restoratif materyalin kullanıldığı B1 dişinde stres dağılımının pulpa odasının tepesine kadar ulaştığını gördük. Tüberkül eğiminden yük uygulanması anında en büyük stres C1, en küçük stres değeri B1 modelinde görüldü. A1,B1,C1,D1 modellerine kuvvet uygulandığında kök yüzeyleri ve kronlar üzerinde stres dağılımında önemli değişiklikler görülmedi. Bununla birlikte dişin apeksi üzerinde kontrol grubu dahil dört grupta da stres gözlemlendi.

### Tartışma

Maksiller premolarların matematiksel modeli üzerinde yük tüberkül tepesine ve tüberkülün eğimli yüzeyine uygulandı. Çalışmamızda materyallerin homojen olduğu kabul edildi. Gerçekte doğada mevcut materyaller hiç bir zaman % 100 homojen olamaz. Bu materyaller çok sayıda faktörün etkisi altındadır ve homojeniteleri sürekli değişir. Bu nedenle bu materyallerin tahmini bir değerle homojen olduklarını ve gerçek değerlerinin yaklaşık ölçülerinin değişmediğini kabul etmek mantıklıdır (12). Literatür araştırmamızda konumuzla bire bir benzer başka bir araştırmaya rastlamadık. Bununla birlikte Goel ve arkadaşları, (13) mine-dentin sınırına komşu mine ve dentindeki stres değişikliklerini araştırmak için maksiller birinci premolarların elastik sonlu eleman modelini geliştirmişlerdir. Dentin ve

minedeki stresler modelin okluzal yüzeyinde maksimumdur ve mine-dentin birleşiminin bukkal ve lingual yüzeyleri boyunca azalır. Bununla birlikte streslerin büyüklüğü servikal minede artar. Stresler büyük ölçüde mine-sement birleşiminin konturundan etkilenir. Sonuçlar mine ve dentin arasındaki mekanik bağlantının mine-sement sınırında daha zayıf olduğu ve bu bölgedeki minenin kuvvete daha hassas olabileceği, sonunda servikal çürüğün gelişimine katkıda bulunabileceğini gösterir.

Sakaguchi ve arkadaşları (14) sonlu elemanlar stres analiz metoduyla kuvvetin tüberküle gelmesi veya gelmemesi durumunda tüberkülün etkilenmediğini göstermişlerdir.

Stres dağılımı değişik restoratif materyallere göre değil farklı noktalara uygulanan yüke göre değişiklik göstermektedir. Sonuçlarımız bize uygulanacak yükün tüberkül tepelerine yöneltilmesi gerektiğini göstermiştir. Eğer yük her zaman tüberkülün eğimli yüzeyine yönlendirilirse sadece dişin kendisinde değil aynı zamanda kontakta olduğu dişte de çok yüksek stres ortaya çıkacaktır (1,15).

Çalışmamızda restorasyonun tipi ne olursa olsun fonksiyonel kuvvetler dişin uzun aksı boyunca iletilmeli ve özellikle tüberkülün eğimli yüzeyinde prekontaklardan kaçınılması gerektiği görülmektedir. Çalışmamızı diğer yönlerden destekleyecek in-vitro çalışmaların yapılması gerektiği kanaatindeyiz.

#### KAYNAKLAR

1. Gerald TC: Principles and Practise of Operative Dentistry. Lea & Febriger 3rd edition Philadelphia, 1988
2. Wheeler RC: Dental Anatomy, Physiology and Occlusion. WB. Saunders Co. 5 th edition 1365, 1974
3. Wheeler RC: An Atlas of Tooth Form. WB. Saunders Co. 4 th edition 23, 1989
4. Bloom W, Fawcett DW: A Textbook of Histology. WB Saunders Co. 621, 1975
5. Ersöz E: Farklı laminate veneer yapım tekniklerinin in vitro olarak mikrosızımtı açısından ve sonlu elemanlar stres analiz yöntemi ile stres dağılımı yönünden değerlendirilmesi. Doktora tezi., A.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara. 1995.
6. Kalıpçılar HB. Tam protezlerde yutkunma sırasında oluşan kuvvetlerin incelenmesi. A.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. Ankara 1985
7. Zaimoğlu A, Can G, Ersoy AE, Aksu L. Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi. A.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi yayınları No: 17 Ankara 1993
8. Ko CC, Chu CS, Chung KHC, Lee MCL : Effects of posts on dentin stress distribution in pulpless teeth. J Dent Res 68: 421, 1992
9. Brown TD, Pedersen DR, Radin EL, Rose RM: Global mechanical consequences of reduced cement/bone coupling rigidity in proximal femoral arthroplasty: A three-dimensional finite element analysis. J Biomechanics 21:115, 1988
10. Aydm AK, Tekkaya AE : Stresses induced by different loadings around weak abutments. J Prosthet Dent 68:879, 1992
11. Peters MCRB, Poort HW, Farah JW, Craig RG : Stress analysis of tooth restored with a post and core. J Dent Res 62: 760, 1983
12. Kamposiora P, Papavasiliou G, Bayne SC, Felton DA : Finite element analysis estimates of cement microfracture under complete veneer crowns. J Prosthet Dent 71:435, 1994
13. B. Goel VK, Khera SC, Ralston JL, Chang KH: Stresses at the dentino-enamel junction of human teeth-A finite element investigation. J Prosthet Dent 66:651, 1991
14. Sakaguchi RL, Brust EW, Cross M. De Long R, Douglas WH : Independent movement of cusps during occlusal loading. Dent Mater 7:186,1991
15. Vree JHP, Peters MCRB, Plasschaert AJM : The influence of modification of cavity design on distribution of stresses in a restored molar. J Dent Res 63:1217,1984