

**GALVANO SERAMİK VE METAL SERAMİK ÜÇ ÜYELİ KÖPRÜ
PROTEZLERİNİN KIRILMA DİRENÇLERİNİN İNCELENMESİ***
**Investigation of Fracture Strength of Galvano Ceramic, Metal Ceramic
Three Unit Bridges**

Zekiye EROĞLU¹, Ayşegül Güleriyüz GÜRBULAK²

Özet : Diş Hekimliğinde sıklıkla tercih edilen metal seramik restorasyonlara alternatif olarak geliştirilen bir sistem de galvano seramik restorasyonlardır. Bu çalışmada galvano seramik ve metal seramik üç üyeli köprü protezlerinin yorma testi uygulaması öncesindeki ve sonrasındaki kırılma dirençlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Yirmi adet metal seramik ve 20 adet galvano seramik köprü protezi 2 alt gruba ayrıldı. On adet metal seramik ve 10 adet galvano seramik köprüye 10.000 kez termal döngü uygulaması ve 100.000 kez yorma testi uygulandı. Yorma testi sonrasında tüm köprü örneklerine Universal test cihazında kırılma kadar kuvvet uygulandı. İstatistiksel değerlendirmeler ANOVA testi ile yapıldı. Sonuç olarak en yüksek ortalama kırılma değeri yorma testi uygulanmayan metal seramik köprülerde bulunurken en düşük ortalama kırılma değeri ise yorma testi uygulanan galvano seramik köprülerde bulundu.

Anahtar kelimeler: Galvano seramik, metal seramik, kırılma direnci

Summary: Galvano ceramic restoration is an alternative improved system to metal ceramic restoration frequently preferred in dentistry. The aim of this study was to investigate fracture strength of galvano ceramic and metal ceramic three unit bridges before and after fatigue test.

Twenty galvano ceramic and 20 metal ceramic bridges were divided into subgroup. As a fatigue test 10000 thermal cycling and 100000 mechanical loading were applied to ten galvano ceramic and ten metal ceramic bridges. After fracture test was carried out on all of the bridge sample by universal testing machine. For the statistical analyse of the study results ANOVA was used. Finally maximum mean fracture strength was non fatigued metal ceramic bridges and minimum mean fracture strength was fatigued galvano ceramic bridges.

Keywords: Galvano ceramic, metal ceramic, fracture strength

Çeşitli nedenlerle kaybedilen bir dişin yerine konulmasında protetik olarak birçok yöntem kullanılabilir. Ancak bunlardan en çok bilinen ve uygulanan protetik tedavi yöntemi, sabit bölümlü protez de denilen köprü protezleridir (1,2). Kullanılan materyale bağlı olarak çeşitli köprüler mevcuttur. Ancak en çok tercih edilenler metal destekli seramik köprü-

lerdir. Kıymetsiz metal alaşımların toksik ve alerjik reaksiyonlara neden olması, korozyona uğrayarak dişetinde renklenmeler oluşturması ve estetik olarak iyi sonuçlar vermemesi gibi dezavantajları mevcuttur. Kıymetli metal alaşımlar, doku dostu olup estetik açıdan kıymetsiz metal alaşımlara göre daha iyi olmakla beraber pahalıdırlar. Döküm yöntemiyle elde edilen altın içerikli metal seramik restorasyonlarda hem metal kalınlığının fazla olması hem de tesviye ve cila işlemleri gerektirmesi gibi nedenlerle maliyet daha da artmaktadır (3,4). Bu nedenlerden dolayı döküm kıymetli metal restoras-

¹ Dr.Dr.Erciyes Ün.Diş Hek.Fak.Protetik Diş Ted.AD, Kayseri

² Yrd.Doç.Dr.Erciyes Ün.Diş Hek.Fak.Protetik Diş Ted.AD, Kayseri

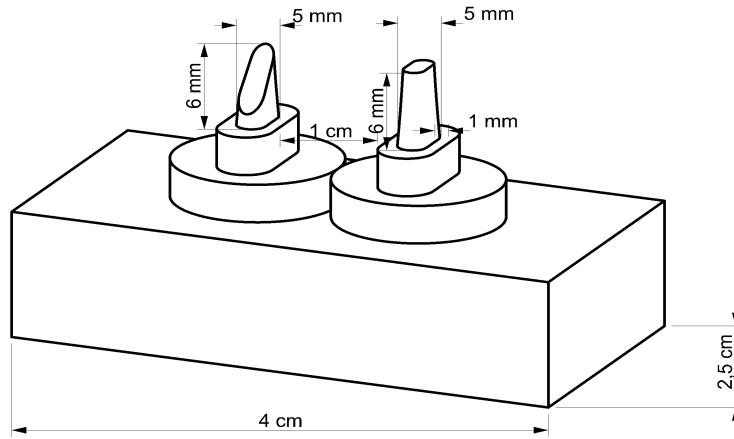
Geliş Tarihi : 16.07.2010 Kabul Tarihi : 04.07.2011

* Bu araştırma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından TSD-08-533 nolu proje ile Doktora tezi olarak desteklenmiştir.

yonlara alternatif olabilecek farklı teknik arayışları gündeme gelmiştir. Galvano seramik restorasyonlar ise bunlardan biridir. Bu restorasyonlarda alt yapı 24 Karat (K) altın içeren solüsyondan elektroforming yöntemiyle elde edilmektedir. Bu yöntemle elde edilen restorasyonlar hem altından kaynaklanan sarı rengin seramikte yansıması hem de en az 0.2 mm metal kalınlığı sayesinde seramiğe yeterince yer sağlaması gibi nedenlerle kıymetsiz metal seramik restorasyonlara göre daha estetikler. Ayrıca bu restorasyonlar metal kalınlığının ince olması ve tesviye, cila işlemleri gerektirmemesi nedeniyle döküm kıymetli metal alaşımlara göre daha ekonomiktirler. Biyouyumlulukları da oldukça iyidir. Ancak elektroforming yöntemiyle hazırlanan restorasyonlarda alt yapı dayanıklılığı ile ilgili sorunlar bulunmaktadır (5-8). Sabit bölümlü protez uygulamalarında genellikle üç üyeli köprülerle sınırlı olduğu görülmektedir (9-11).

GEREÇ VE YÖNTEM

Fantom (Frasaco, +Almanya) sağ üst kanin ve II. küçük azı dişleri, kron yüksekliği 6 mm, kron genişliği 5 mm, basamak genişliği 1 mm, labial, palatinal ve aksiyal yüzeylerdeki yaklaşım açısı 6° olacak şekilde paralelometre (Paraskop M, Model No:26060, Bego, Bremen, Almanya) yardımı ile prepare edildi. Prepare edilen fantom dişler rehber alınarak CNC tezgahında (YM 64DV, Jigborer, Victor, Tayvan) 40'ar adet üst kanin ve üst II. küçük azı dişi olacak şekilde toplamda 80 adet piriç day elde edildi. Bu day'lar 4 cm uzunluğunda, 2,5 cm genişliğinde, yuva çapı 1,1 cm olan metal kaideler içine metal yapıştırıcısı (Loctite 496, Henkel GmbH Co, Almanya) ile yapıştırıldı. Böylelikle üst I. küçük azı diş eksikliğini simüle eden üst kanin ve üst II. küçük azı dişleri destek alan üç üyeli köprüler için metal kaide içine yerleştirilmiş piriç day'lar hazırlanmış oldu (Şekil 1).



Şekil 1. Piriç day'ların şematik görüntüsü

Pirinç day'ların yerleştirildiği 40 adet metal kaide rastgele seçilerek 20'şerli iki gruba ayrıldı. Her bir grup yorma testi uygulanan ve uygulanmayan olmak üzere iki alt gruba ayrıldı (n=10). Gruplar aşağıdaki gibi adlandırıldı.

Grup G: Galvano seramik üç üyeli köprülerin yapılacağı ve yorma testi uygulanmadan kırma testi uygulanacak örnek grubu.

Grup G₁: Galvano seramik üç üyeli köprülerin yapılacağı ve yorma testi uygulandıktan sonra kırma testi uygulanacak örnek grubu.

Grup M: Metal seramik üç üyeli köprülerin yapılacağı ve yorma testi uygulanmadan kırma testi uygulanacak örnek grubu.

Grup M₁: Metal seramik üç üyeli köprülerin yapılacağı ve yorma testi uygulandıktan sonra kırma testi uygulanacak örnek grubu.

1- Denede kullanılan köprü protezlerinin hazırlanması

a- Galvano seramik köprü protezlerinin alt yapılarının hazırlanması

Galvano seramik köprü alt yapıları 2 aşamada yapıldı. İlk aşamada kıymetsiz metal alaşımdan alt yapılar hazırlandı. 2. aşamada ise bu alt yapılar galvanoforing yöntemiyle tamamlandı. Metal kaide içine yerleştirilmiş pirinç day'lar Tip III dental alçı (Fujirock, GC Company, Almanya) bloğa bağlandıktan sonra tarayıcıya (DW 5-140, Dental Wings, Montreal, Kanada) yerleştirildi. DW Client yazılım programında (Dental Wings, Montreal, Kanada) kanin ve II. küçük azı dişi tarandı. Yazılım programında alt yapı kalınlığı 0,3 mm, pirinç day'lar arasındaki 10 mm'lik mesafenin 5 mm'si gövde uzunluğu, geri kalan 5 mm'si ise her iki destek dişle gövde arasındaki konnektör aralıkları için 2,5 mm ve konnektör genişliği 2,5 mm olacak şekilde veriler bilgisayar ortamında girildi. Donanım programındaki veriler ışığında CAD-CAM ünitesinde (Yena CNC, Yenadent, Japonya) alt yapıların modelajları dayanıklılığı artırılmış ve dökülebilir akrilik blokların (Polisanit acrylic bloks, Polimercam Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye) frezelenmesi ile elde edildi.

Elektroforminge yer kazandırmak amacıyla akrilik köprü modelajlarının kolelerinde üretici firmanın önerileri doğrultusunda (37) aşındırmalar yapıldı. Bu aşındırmalar kanin ve II. küçük azı dişinin kolelerinde çepeçevre 2 mm'lik kısaltma, II. küçük azı dişinin hem palatinal hem bukkal yüzeyinde, kanin dişin ise sadece bukkal yüzeyinde 2,5 mm'lik kısaltmalar şeklinde gerçekleştirildikten sonra akrilik modelajların dökümü yapıldı. Kıymetsiz metal alaşımı olan Ni-Cr alaşımından (Ni-Cor, Schütz Dental, Almanya) elde edilen alt yapılar pirinç day'ların üzerine yerleştirildi. Polieter ölçü maddesi (Impregum Penta Soft, 3M ESPE, Almanya) ile üzerinde metal alt yapıların bulunduğu pirinç day'ların ölçüsü alındı. Alınan ölçüler Tip IV dental alçı ile (Suppen-Sockler G, Picodent, Almanya) üretici firmanın önerilerine uygun olarak döküldü. Bunun sonucunda galvano seramik köprü yapımında kullanılacak olan alçı day'lar oluşturuldu. Alçı day'ların üzerine siyanoakrilat adhesivle kıymetsiz metal alt yapılar yapıştırıldı. Alçı day'ların vestibül yüzeylere kaplanmış bakır teller yerleştirildikten sonra elektriksel iletimi sağlamak için gümüş nitrat içerikli lak (Silberleitlack, Gramm GmbH Co, Almanya) sürüldü. Böylece örnekler galvanoforing esnasındaki akım geçişi için hazır hale gelmiş oldu. Galvanoforing cihazına yerleştirilen ve alt yapı kalınlığı 0,2 mm olan P1 programında 20 adet köprü alt yapısı elde edildi. Galvanoforing yönteminde kullanılan elektrolit solüsyonu 24 K (Karat) altın içermektedir. Dolayısıyla elde edilen alt yapılarda kıymetli metal olan altın içeriğindedir.

b- Metal Seramik Köprü Protezlerinin Alt Yapılarının Hazırlanması

Metal seramik üç üyeli köprülerin alt yapı modelajları da galvano seramik köprülerde olduğu gibi bilgisayar ortamında taranarak elde edildi. İzlenen yol galvano seramik köprülerin kıymetsiz metalden yapılan alt yapıları ile hemen hemen aynıdır. Galvano seramik köprü protezlerinden farklı olarak yazılım programında alt yapı kalınlığı 0,5 mm olacak şekilde veri girildi. CAD-CAM ünitesinde alt yapıların modelajı dayanıklılığı artırılmış ve dökülebilir akrilik blokların frezelenmesi ile elde

edildi. Dökülebilir akrilik blokların kıymetsiz metal alaşımı olan Ni-Cr alaşımından (Ni-Cor, Schütz Dental, Almanya) dökümü yapıldı.

2- Köprü Protezlerinin Üst Yapılarının Elde Edilmesi

Üst yapı seramik kalınlığını standardize etmek için silikon indeks hazırlandı. Beyaz mumdan (Elastiwax, aCDental Producte Ind, Almanya) alt yapı üzerine destek dişlerin aksiyal yüzeylerindeki seramik kalınlığı 1,5 mm, oklüzal yüzeyindeki seramik kalınlığı 2,5 mm, gövde genişliği 7 mm, konnektör genişliği ve kalınlığı 4 mm olacak şekilde modelaj yapıldı. Hazırlanan bu örneğin polivinilsiloksan (Express XT, Penta H, 3M ESPE, Almanya) esaslı ölçü maddesi ile ölçüsü alındı. Silikon indeks seramik yapımı esnasında rehber olarak kullanıldı. Elde edilen tüm alt yapılar 2 bar basınç altında 50 µm'lik alüminyum oksitle 3-4 sn kumlandı. Basınçlı su buharıyla temizleme ve oksidasyon işlemi uygulandı. Galvano seramik alt yapıların üzerine galvanobonder (GES Galvano-Bonder, Gramm GmbH Co, Almanya) uygulandıktan sonra üst yapı porseleni (Vita Omega, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) ile dentin yapımı aşaması gerçekleştirildi ve glazür işlemi yapıldı. Metal seramik alt yapılara ise opak seramiği ve dentin seramiği (Vita Omega, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) uygulanarak glazür yapıldı. Toplamda 20 adet galvano seramik ve 20 adet metal seramik köprü elde edildi. Sonrasında köprüler pirinç day'lar üzerine cam iyonomer esaslı simanla (Meron, Voco, Almanya) simante edildiler. On adet galvano seramik ve 10 adet metal seramik köprü yorma testine tabii tutuldu. Bunun için öncelikle termal döngü uygulaması yapıldı. On adet galvano seramik ve 10 adet metal seramik köprü 5 - 55 °C (± 2 °C) 'deki su banyolarında, 30 sn uygulama zamanı olacak şekilde termal döngü cihazı (Nova, Konya, Türkiye) ayarlandı. Örneklere bu şekilde 10.000 kez termal döngü uygulaması yapıldı. Termal döngü uygulaması yapılan köprüler daha sonra çiğneme simülasyonu cihazında (Vega, Konya, Türkiye) mekanik yükleme uygulandı. Bu cihazla her bir örneğin gövde kısmından daha önceden üst yapı seramiğinin yapımı aşamasında hazırlanan 3 mm çapında,

2 mm derinliğindeki yuvalardan 3 mm çapındaki universal test ucuyla 100.000 kez 0.5 Hz frekansla 50 N'luk kuvvet uygulandı. Tüm köprü örneklerine Universal Test Cihazı (Instron, Canton, MA) kullanılarak kırma testi uygulandı. Kırma yükü gövde dış olan I. küçük azı dişin oklüzal yüzeyinin merkezinde hazırlanan 3 mm çapındaki 2 mm derinliğindeki yuvaya 90 °'lik açıyla 3 mm çapındaki yuvarlak uç ile aksiyal olarak uygulandı ve köprüler yükleme hızı 1 mm/dak olarak ayarlanan universal test cihazında kırıldı.

Elde edilen verilerin normal dağılımına Shapiro-Wilk Testi ile bakıldı. Gruplar arası karşılaştırmalar Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile yapıldı. Çoklu karşılaştırmalar varyansların homojen olduğunu kabul eden Tukey Testi ile yapıldı. P<0.05 değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. İstatistiksel analizler SPSS 15.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois 60606, A.B.D) programında yapıldı.

BULGULAR

Kırma testi sonrasında kırık yerlerinin gövde bölgesindeki veneer materyalinde ve destek dişle gövde bağlantısının olduğu bağlayıcı bölgesinde oluştuğu görüldü. Destek dişlerdeki veneer seramik materyalinde ve alt yapılarda ise herhangi bir kırığa rastlanmadı. Tek yönlü varyans analizi kullanılarak yapılan istatistik sonucuna göre, yorma testi uygulanmış ve uygulanmamış galvano seramik köprü grupları arasında ve yorma testi uygulanmış ve uygulanmamış metal seramik köprü grupları arasında ortalama kırılma direnci değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Ayrıca yine yorma testi uygulanmayan metal seramik köprü grubu ile yorma testi uygulanmayan galvano seramik köprü grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Ancak yorma testi uygulanmayan metal seramik köprü grubu ile yorma testi uygulanan galvano seramik köprü grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($P<0.05$).

Tablo I'de Yorma testi uygulanan ve uygulanmayan köprü gruplarının karşılaştırılması sunulmuştur.

Tablo I. Yorma testi uygulanan ve uygulanmayan köprü protezi gruplarının karşılaştırılması (ANOVA)

Köprü Grupları	n	Kırılma Değeri (Newton) Aritmetik Ortalama±S.Sapma	F	P
Metal Seramik Yorma Testi (-)	10	1878.50±176.51 ^a		
Metal Seramik Yorma Testi (+)	10	1687.80±162.23 ^{ab}		
Galvano Seramik Yorma Testi (-)	10	1678.10±211.57 ^{ab}	7.019	0.001
Galvano Seramik Yorma Testi (+)	10	1475.80±237.47 ^b		

^{a,b}: Gruplar arası farkın anlamlılığını gösterir. Farklı harf taşıyan gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır.

TARTIŞMA

Kıymetsiz metal alaşımlarda nikel ve berilyum içerikli olanların, alerjik, toksik olması ve alaşımdaki gri rengin yansımaları gibi dezavantajlarından dolayı kıymetli metal alaşımlar tercih edilmektedir (3, 4, 13). Geleneksel döküm tekniğiyle yapılan altın içerikli kıymetli metal altı yapıları restorasyonların ise yumuşak olduklarından kalın işlenmesi, döküm sonrasında tesviye ve cila işlemleri gerektirmesinden dolayı maliyeti artmaktadır (3, 4, 14). Bu nedenlerden dolayı döküm kıymetli metal restorasyonlara alternatif yöntem olan elektroforming sistemi geliştirilmiştir (8). Elektroformingde elde edilen kron restorasyonlarının marjinal uyum ve dayanıklılığı ile ilgili pek çok çalışma mevcutken (9, 15-17) köprü protezlerinin dayanıklılığı ve altının seramikle olan bağlantısının araştırıldığı çalışmalar oldukça sınırlıdır (5, 6, 11).

Çekilmiş doğal dişlerin yapısal farklılıkları, yaş ve çekim sonrası bekletilme zamanı gibi birçok faktör nedeniyle varyasyon gösterdiğini bunun da standardizasyonu olumsuz olarak etkilediğini belirten çalışmalar bulunmaktadır (18, 19). Pirinç day'lar elastikiyet modülünün yüksek olması, deformasyona uğramaması, standardize edilebilmesi ve köprülere yeterli destek sağlayabilmesi gibi avantajları nedeniyle pek çok araştırmacı tarafından tercih edilmiştir (20, 21).

Ağız ortamında dental restorasyonlar yorulmaya maruz kalmaktadır. Araştırmacılar çiğneme simülasyonu ve ısıl değişim uygulanan örneklerin eğer varsa pörözitelerden başlayan çatlak oluşumunu provoke ederek ve mikrodefektlerin oluşumuna sebep olarak meydana gelen yapı bozukluklarının da kırılma direncini azalttığını belirtmişlerdir (22, 23).

White ve ark.ları (22) tarafından klinik kullanımlarda oluşan statik yorulmanın seramik restorasyonlarda nasıl etki ettiğini görebilmek için yorma testi uygulamasının faydalı olacağını bildirmişlerdir. Seramik örneklerle döngüsel olarak yükleme yaptıkları bir çalışmada bu şekildeki yorma testi uygulamasının seramik yapıda mikro çatlak oluşturduğunu belirtmişlerdir. Yoshinari (24) de seramik kronlar üzerine tekrarlanan yükler uygulandığında seramiğin kırılma riskinin arttığını bildirmiştir.

Diş hekimliği literatürde yorgunluk deneylerinin siklus sayısı çeşitlilik göstermektedir. Dewji ve ark.ları (25) yorma testinde 1000 kez siklus uygularken, Kheradmandan ve ark.ları (10) ile Beschmidt ve ark.ları (26) 1.200.000 kez siklus uygulamışlardır.

Çalışmamızda galvano seramik köprü grubunun kırılma değeri metal seramik köprü grubunun kırılma değerlerinden daha düşük olarak bulunmuştur.

Galvano seramik köprülerin alt yapısında, kole bölgeleri ile vestibül ve palatinal yüzeylerin bir kısmı 24 K'lık altın ile kaplandığından altının basma kuvveti ve dayanıklılığının az olması gibi mekanik özelliklere sahip olmasından dolayı kırılma değerinin daha düşük olduğu düşünülmektedir.

Galvano seramik köprülerin kırılma direnci ile ilgili yapılmış az sayıda çalışma mevcuttur (6-8).

Horn ve Kappert (11) posterior bölgede galvano seramik üç üyeli köprülere yorma testi uygulayarak kırılma direncini incelemiştir. Galvano seramik köprülerin ortalama kırılma direnci 1413 N olarak bildirilmiştir. Bu değer sunulan bu çalışmadaki elde edilen yorma testi uygulanan galvano seramik köprü grubunun ortalama kırılma direncinden daha düşüktür. Bu durum köprü gövdesinin destek dişler üzerine hazırlanan kronlara halka şeklinde geçirildikten sonra bağlantı yerleri lehimlendiği için yapım tekniğindeki farklılıktan kaynaklanabilir.

Kheradman ve ark.ları (10) doğal dişler üzerinde anterior bölgede galvano seramik, kıymetsiz metal seramik, Celay In-Ceram Alümina ve lityum disilikat esaslı dört farklı alt yapıdan üç üyeli köprüler yaparak dijital çığneme simülöründe 5 °C - 55 °C su sıcaklığında, 25 N'luk kuvvetle 1.200.000 kez yorma testi uygulayarak gövdenin insizal bölgesinden kırma testi uygulamışlardır. En yüksek ortalama kırılma direnci kıymetsiz metal seramik köprülerde 681.52 N olarak bulunurken bunu ikinci sırada galvano seramik köprüler 397 N olarak takip etmiştir. Ancak hazırlanan köprü örneklerinin ön bölgede yer almasından, day materiyali olarak doğal diş kullanılmasından ve mekanik döngü sayısının fazla olmasından dolayı kırılma direnci bu çalışmadakinden daha düşük değerde elde edilmiş olabilir.

Araştırmamızdan elde edilen veriler doğrultusunda, yorma testi uygulanmış galvano seramik köprü örnekleri de dahil olmak üzere tüm köprü gruplarının kırılma dayanıklılıkları, maksimum fizyolojik çığneme kuvvetlerinin çok üzerinde olduğu görülmektedir.

Yine bu çalışmamız sonucuna göre galvano seramik köprülerin diş hekimliğinde rutin olarak kullanılan metal seramik köprülere bir alternatif olabileceği görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Baydaş S. *Kuron-Köprü Potezleri, Atatürk Üniversitesi Diş Hek. Fak. Yayınları, Erzurum, 2005: 139-145.*
2. Zaimođlu A, Can G. *Sabit Protezler, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Yayınları, Ankara, 2004: 110-114.*
3. Craig R, Ward M. *Restorative Dental Materials (Tenth Edition), Mosby Year Book Inc, USA, 1997: 409-415.*
4. O'Brien WJ. *Dental materials and their selection. 2nd ed. Canada: Quint Pub Co Inc; 2002.*
5. Raigrodski AJ, Malcamp C, Rogers WA. *Electroforming technique, J Dental Technol 1998; 15: 13-16.*
6. Vence B. *Electroforming technology for galvanoceramic restorations, J Prosthet Dent 1997; 77: 444-449.*
7. Traini T. *Electroforming technology for ceramometal restoration, Quintessence Dent Technol 1995; 18: 21-28.*
8. Behrend F. *Gold Electroforming System: GES Restorations, J Dent Technol 1997; 14: 31-37.*
9. Dölger J, Gadau C, Rathmer R. *Treatment behavior and complete-mouth rehabilitation using AGC crowns: A case report, Int J Perio Rest Dent 2001; 21: 361-369.*
10. Kheradmandan S, Koutayas SO, Bernhard M, Strub JR. *Fracture strength of four different types of anterior 3- units bridges after thermo-mechanical fatigue in the dual-axis chewing Simulator. J Oral Rehabil 2001; 28: 361-369.*

11. Horn V, Kappert HF. Strength of three unit posterior galvano bridges. *Dtsch Zahnarztl* 1992; 47: 597-599.
12. Kelly JR. Dental ceramics: current thinking and trends. *Dent Clin N Am* 2004; 48: 513-530.
13. Hondrum SO. A review of the strength properties of dental ceramics. *J Prosthet Dent* 1992; 67: 859-864
14. Presswood RG, Skjonsby HS, Hopkins G, Pendleton M. A Base Metal Alloy for Ceramometal Restoration. *J Prosthet Dent* 1980; 44: 624-629.
15. Setz J, Dayhl J, Weber H. The marginal fit of cemented galvanoceramic crowns, *Int J Prosthodont* 1989; 2: 61-64.
16. Buso L, Neisser MP, Bottino MA. Evaluation of the marginal fit of electroformed copings in function of the cervical preparation, *Ciens Odontol Bras* 2004; 7(1): 14-20.
17. Holmes JR, Pilcher ES, Rivers JA, Stewart M. Marginal fit of electroformed ceramometal crowns, *J Prosthodont* 1996; 5: 111-114.
18. Strub JR, Beschnidt SM. Fracture strength of 5 different all ceramic crown systems. *Int J Prosthodontics* 1998; 11: 602-609.
19. Rosentritt M, Plein T, Kolbeck C, Behr M, Handel G. In vitro fracture force and marginal adaptation of ceramic crowns fixed on natural and artificial teeth. *Int J Prosthodont* 2000; 13: 387-391.
20. Scherrer SS, Rijk WG. The fracture resistance of all ceramic crowns on supporting structures with different elastic moduli. *Int J Prosthodont* 1993; 6: 462-467.
21. Lee SK, Wilson PR. Strength of all ceramic crowns with varying core elastic moduli. *Aust Dent J* 2000; 45: 103-107.
22. White SN, Li ZC, Yu Z, Kipnis V. Relationship between static chemical and cyclic mechanical fatigue in a feldspathic porcelain. *Dent Mater* 1997; 13: 103-110.
23. Bream M, Lambrechts P, Vanherle G. Clinical relevance of laboratory fatigue studays. *J Dent* 1994; 22: 97-102.
24. Yoshinari M, Derand T. Fracture strength of all-ceramic crowns, *Int J Prosthodont* 1994; 7: 329-338.
25. Dewji H, Drummond J, Fadavi S, Punwani I. Bond strength of Bis- GMA and glass ionomer pit and fissure sealent using cyclic fatigue. *Eur J Oral Sci* 1998; 106: 594-599.
26. Beschnidt SM, Strub JR. Evaluation of the marginal accuracy of different all ceramic crown systems after simulation in the artificial mouth. *J Oral Rehabil* 1999; 26: 582-593.