

POSTERİOR KOMPOZİT DOLGU MATERYALLERİNİN YÜZEY SERTLİĞİ YÖNÜNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Yasemin Benderli* Taner Yücel**

Yayın kuruluna teslim tarihi: 30. 12. 1993

Yayına kabul tarihi: 15.6.94

ÖZET

Hibrit yapıda olan posterior kompozitlerin mekanik özelliklerini, çiğneme fonksiyonu sırasında üzerlerine gelecek basınçlara karşı gösterecekleri dirençlerin ve buna bağlı olarak ağızda kalma sürelerinin tayini için bu materyallerin yüzey sertliklerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmeyi amaçlayan bu çalışmada, kimyasal yolla, ışık ile ve ışık-ısı ile sertleşen çeşitli tipte kompozit reçine materyelleri incelenmiştir. Önceki yüzey sertlik çalışmalarından farklı olarak bu araştırmada mikrosertlik ölçüm tekniği yerine, "Brinell makrosertlik ölçüm tekniği" kullanılmıştır. Boyutsal açıdan bir diş tüberkülünü taklit eden bir uca sahip olan Brinell sertlik ölçüm cihazının seçilmesinin en önemli nedeni, ağız ortamında arka bölgede dişler üzerine gelebilecek basınçları daha gerçeğe yakın bir düzenek ile yaratabilmek ve değerlendirebilmektir. Çalışma sonunda, en yüksek yüzey sertlik değerleri, birbirine benzer yapısal özelliklere sahip olan ve inorganik partikül miktarları diğerlerinden yüksek olan 'Valux' ve 'P-50' kompozit reçinelerinden elde edilmiş, diğer materyallerle aralarındaki farklar istatistiksel yönden anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$). Bu materyalleri, ışık ve ısı ile sertleşen Brilliant materyali ve daha sonra Heliomolar-RO, Prismatic (Full-Fil) Concise kompozit reçineleri izlemiştir.

Anahtar sözcükler: Posterior kompozit dolgu materyalleri, makrosertlik

GİRİŞ

Restoratif materyaller içinde, bazı üstün özellikleri tartışmasız kabul edilen kompozit reçineler, ön ve arka bölgelerde kullanım alanları bulurken, ağızda kalma sürelerine ilişkin çalışmalar ve yapısal özelliklerini iyileştirmeye yönelik girişimler hız kazanmıştır.

Arka bölgede yer alan dolgu maddelerinin ağızda kalma süreleri ve fiziksel dirençleri, ön bölgedeki es-

THE EVALUATION OF THE SURFACE HARDNESS OF POSTERIOR COMPOSITE FILLING MATERIALS

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the mechanical properties of hybrid posterior composites, and their resistance to occlusion pressures. The study also looks at the surface hardness of these hybrid posterior composites and attempts to determine their longevity. In this investigation, chemically cured, light cured and light-heat-cured composite resins were used. In order to study the surface hardness of these materials, instead of using a microhardness technique as in previous studies, the 'Brinell' macrohardness technique was applied. The most important reason for choosing this method is the using of a new apparatus that can recreate mouth-like conditions for the real occlusion pressure on restorations. As a result, the highest surface hardness degree was obtained from 'Valux' and 'P-50' composite resin materials and these two showed statistically significant differences ($p < 0.001$) than the other tested materials. Light-heat-cured 'Brilliant' followed as the next best and following that, Heliomolar-RO, Prismatic (Full-Fil), Concise composite resins.

Key words: Posterior composite filling materials, macrohardness

tetik restorasyonlara göre daha fazla önem kazanır. En önemli faktörler arasında kenar sızdırmazlığı, polimerizasyon büzülme dereceleri ve bağlanma kuvvetlerinin yanısıra, materyalin basınçlara karşı direnci sayılabilir.

Restorasyonların özellikleri, dolgu maddelerine ait yukarıda sayılan veriler kriter alınarak tespit edilebildiği için, dolgu maddelerinin yüzey sertliğinin ölçülmesi, özellikle aşınmaya ve basınca karşı materyalin direnci hakkında bilgi sağlamaktadır. Günümüzde

* Arş. Gör. Dr. Diş Hek Fak Konservatif Diş Tedavisi Bilim Dalı

** Prof. Dr. İ. Ü. Diş Hek Fak Konservatif Diş Tedavisi Bilim Dalı

kadar, yüzeysel sertliği konusunda pek çok çalışma yapılmış (5, 6, 7, 8, 12, 13) ve bu çalışmalarda çeşitli mikrosertlik ölçüm teknikleri (özellikle Vickers ve Knoop mikrosertlik değerlendirmeleri) uygulanmıştır.

Bu çalışmada Brinell sertlik ölçümleri, posterior bölgede kullanılan çeşitli hibrit kompozitlere (kimyasal, ışık, ışık ve ısı ile sertleşen) uygulanarak karşılaştırmalı değerler elde edilmeye çalışılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmamızda üç farklı tipte polimerize olan (kimyasal yolla, ışık ile, ışık+ısı ile sertleşen) kompozit reçine materyalleri yer almıştır (Tablo I).

Tablo I: Çalışmada yer alan dolgu maddeleri

Polimerizasyon tipi	Materyel Adı	Firma İsmi	Kutu No
Otopolimerizasyon	Concise	3M (ABD)	1925S-1DU1
Fotopolimerizasyon	Prismatik Fullfil	ESPE (Almanya)	0402881 U-B62
	Heliomolar RO	Vivadent (Linchtenstein)	260-569
	P-50	3M (ABD)	P920214
	Valux	3M (ABD)	5540 K
Işık+ısı ile polimerizasyon	Brilliant (I)	Coltene (İsviçre)	7420
	Brilliant (II)	Coltene (İsviçre)	7420

Kompozit reçine materyalleri, kimyasal yolla polimerize olan tipleri, üretici firmanın önerdiği oranlarda ve sürede karıştırılarak, tek pat sistemi ise, direkt olarak, sertlik test kalıplarının 2x5x8 mm ölçülerine sahip olan bölümüne yerleştirilmiştir. Plastik kalıbın dış yüzeyine, lamel belli bir basınç altında uygulanarak reçine materyal yüzeyinin düz olarak elde edilmesi sağlanmıştır. Kimyasal yolla sertleşen kompozit reçineler, üretici firmanın belirttiği sürelerde bekletilirken, ışık ile sertleşen bütün materyallerin, ışın kaynağından¹ 40 san süreyle verilen ışık ile, polimerizasyonları sağlanmıştır. Hem ışık hem de ısı ile polimerize olan kompozit materyaline, önce 40 san ışık uygulanmış, daha sonra ısı fırınına² konarak 7 dak. da ısı tatbiki sağlanmıştır.

Her bir materyal için 6 örnek hazırlanmıştır. Örnekler 1 hafta süresince 37C° de etüvde ve %100 nemli ortamda (distile suda) bekletilmiştir.

Dolgu maddelerinin, yüzeysel sertliklerinin değerlendirilmesi, 'Brinell Sertlik Ölçüm' yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntemin uygulanabilmesi için TÜBİTAK Araştırma Enstitüsü'nde bulunan makrosertlik ölçüm cihazından³ yararlanılmıştır. Modellerin lamel altında sertleştirilen yüzeylerine, cihaza bağlı 2.5 mm çaplı bilye ile, 30 san süresince 15.625 kg'lık yük uygulanmıştır. Materyallere uygulanan uçların meydana getirdiği izlerin incelenmesi ve derinliklerinin belirlenmesi sonucu, malzemenin sertlik derecesi ve basınca direnci tayin edilmiştir.

Sonuçların istatistiksel değerlendirmesi, "student t testi" uygulanarak yapılmıştır.

BULGULAR

Çalışmaya yönelik sonuçlar, standart sapma değerleri ve "student t" testine göre değerlendirilmesi Tablo II, III'de gösterilmiştir.

Tablo II: Dolgu maddelerinin "Brinell" sertlik derecesine göre yüzeysel sertlik değerleri ortalamaları ve standart sapma değerleri (n=6)

Dolgu Maddeleri	\bar{X}	SD
Valux	103.66	2.87
Brilliant I (ışık)	50.83	8.61
Heliomolar RO	70.83	0.98
Concise	60.16	0.75
Brilliant II (ışık+ısı)	72.50	0.84
P-50	95.16	2.56
Prismatik (Ful Fill)	70.66	0.82

1 Heliolux 15/7921

2 Coltene D.I.500 Nr.87/2440/0510

3 Karl-FRANK Universal Sertlik Cihazı Model Nr:532

Tablo III: Kompozit reçine materyallerinin "Student t" testine göre istatistiksel değerlendirilmesinin çapraz tablo şeklinde ifadesi

Kompozit Reçine Materyalleri			Full-Fil	P-50	Brilliant II	Concise	Heliomolar-RO	Brilliant I	Valux
	n	$\bar{X} \pm SD$	70.66±0.82	95.16±2.56	72.50±0.84	60.16±0.75	70.83±0.98	50.83±8.61	103.66±2.87
Valux	6	103.66±2.87	t=27.10 p<0.001	t=5.41 p<0.001	t=23.12 p<0.001	t=35.92 p<0.001	t=26.47 p<0.001	t=14.25 p<0.001	—
Brilliant I	6	50.83±8.61	t=5.61 p<0.001	t=12.08 p<0.001	t=6.13 p<0.001	t=2.64 0.02<p<0.05	t=5.65 p<0.001	—	t=14.25 p<0.001
Heliomolar-RO	6	70.83±0.98	t=0.32 p>0.05	t=21.74 p<0.001	t=3.18 0.001<p<0.01	t=21.17 p<0.001	—	t=5.65 p<0.001	t=26.47 p<0.001
Concise	6	60.16±0.75	t=23.29 p<0.001	t=32.13 p<0.001	t=27.02 p<0.001	—	t=21.17 p<0.001	t=2.64 0.02<p<0.05	t=35.92 p<0.001
Brilliant II	6	72.50±0.84	t=3.88 0.001<p<0.01	t=20.62 p<0.001	—	t=27.02 p<0.001	t=3.18 0.001<p<0.01	t=6.13 p<0.001	t=23.12 p<0.001
P-50	6	95.16±2.56	t=23.35 p<0.001	—	t=20.62 p<0.001	t=32.13 p<0.001	t=21.74 p<0.001	t=12.08 p<0.001	t=5.41 p<0.001
Full-Fil	6	70.66±0.82	—	t=23.35 p<0.001	t=3.88 0.001<p<0.01	t=23.29 p<0.001	t=0.32 p>0.05	t=5.61 p<0.001	t=27.10 p<0.001

TARTIŞMA

Çalışmamızda hibrit yapıda olan ve posterior bölgede kullanılan kompozitler yer almıştır. Bunun en önemli sebebi, ön bölgeden çok arka bölge dolgu maddelerinde yüzey sertliğinin daha büyük önem taşımasıdır.

Işın ile sertleşen kompozit reçine materyallerinden elde edilen örneklerde tam bir polimerizasyon sağlayabilmek amacıyla çalışmalarla belirlenmiş ışın uygulaması için maksimum süre (40 san) (6) ve maksimum kalınlık (2 mm) (2, 3, 6) olarak kabul edilmiştir.

Önceki çalışmalarda, incelenen dolgu maddelerinin yüzey sertliklerinin ölçümlerinde çeşitli (Knop, Vickers, Barcol) mikrosertlik ölçüm teknikleri kullanılmıştır (1, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14). Son yıllarda "Vickers" mikrosertlik değerlendirmesi, tercih edilen bir yöntem olarak karşımıza çıkmakla beraber diğer teknikler de kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Brinell makrosertlik ölçüm tekniği kullanılmıştır.

Brinell sertlik ölçüm tekniğinde, kuvvet uygulayıcı uç olarak belli çaplarda ($\phi=D$) çelik bilyeler uygulanır. Bu küresel uçlar, araştırılan materyal üzerine belli bir kuvvet (F) ile dik bir şekilde bastırılır. Materyale batırılan çelik bilyenin meydana getirdiği dış yüzeyin (A) uygulanan kuvvete bölünmesi, bize Brinell sertlik değerini verir. Uluslararası normların değerlendirilmesinde, Newton biriminin devreye girmesi nedeniyle Kp'un Newton'a çevrilmesinde düzeltme faktörü olarak K sabiti (K=0.102) kullanılır. Bu du-

rumda kuvvet "Newton" olarak belirlenir ve aşağıdaki formüle göre hesaplanır (9, 10).

$$B=0.102 \times F/A$$

Vickers sertlik ölçüm tekniğinde, kuvvet uygulayıcı uç, küre yerine, yüzey açısı 136° olan elmas dörtgen piramit şeklindedir. Bu uç çalışılacak materyal yüzeyine bastırılarak, elde edilen iz esas alınarak ölçümler yapılır. Bu ölçümler aynen 'Brinell' de olduğu gibidir. Kuvvet ve iz yüzeyi, izin oluşturduğu diyagoneller esas alınarak sertlik değeri hesaplanır. Daha sonra yukarıda belirtilen K faktörü 0.102 eklenir.

Kompozit dolgu maddelerinde en önemli sorunlardan biri olan aşınma miktarı, öncelikle inorganik partiküller arasındaki organik yapının oranı ve partiküller arasında daha az dirençli bölgeler oluşturmaya bağlı olarak değişir. Aşınmaya direnç ve yüzey sertliği birbiriyle yakın ilişkide olan özellikler olduğu için, yüzey sertliğinin, organik ve inorganik yapıdan oluşan materyal yüzeyinde makro düzeyde tayini ile gerçeğe daha yakın değerleri vermesi olasıdır.

'Vickers' mikrosertlik ölçüm tekniğinde, elmas ucun inorganik partikül ve organik yapıya rastlaması nedeniyle ortalama olarak hesap yapmak ve bu yolla tüm yapının sertliği hakkında bilgi edinmek mümkün olabilmektedir. Heterojen ölçüm materyallerinde, örneğin alaşımlarda veya kompozitlerde, uygulanan kuvvetle oluşan izin yapıdaki görünüşleri farklılıklar oluşturur; diğer bir deyişle, iz tesadüfi olarak yumuşak veya sert bölgelere denk düşebilir (2, 9, 10). Bu

nedenlerle ortalama değer eldesi için her örnekten 5 iz alınması ve bu izlerin örnek kenarından belli bir mesafede oluşturulması gerekmektedir.

Bu teknikte, elmas piramit uç ile tek noktada yüzey sertlik değerlerinin tespiti yapılmaktadır. Ancak dolgu maddesinin mikrodüzeyde ve tek noktada sertlik değerinin ölçümü, tüberkül ucunun dolgu maddesi üzerine uyguladığı basınç ve aşındırma miktarı konusunda sağlıklı bir sonuç veremeyebilir. Ayrıca, önceden yapılmış olan bazı kişisel görüşmelerden de (4) destek alarak tüberkül tepesini taklit edebilecek bir uç ile yüzey sertlik değerlendirmesi yoluna gidilmiş ve 'Brinell sertlik ölçüm tekniği' kullanılmıştır. Diğer taraftan yuvarlak ucu ile diş tüberküllerini taklit edebilen 'Brinell' ve sivri elmas uç kullanılan 'Vickers' yüzey sertlik ölçüm teknikleri arasında 300'e kadar olan düşük değerlerde paralellik olması (9, 10) da mikrosertlik ölçüm tekniğine alternatif olarak amacımıza daha uygun bir makrosertlik tekniğini seçmemizde önemli bir faktör olmuştur.

Nitekim bu gerçeklere ilave olarak, çalışmada en yüksek sertlik değerlerini veren 'P-50' ve 'Valux' kompozit materyallerinin ayrıca 'Vickers' mikrosertlik ölçüm tekniği ile mikrosertlikleri de belirlenmiştir. 'Vickers' tekniğine göre, P-50 kompozit materyali için 108, Valux için de 115 değerleri elde edilmiştir. 'Brinell' tekniğine göre ise ölçümlerde P-50 için 95.2 Valux için ise 103.6 değerleri saptanmış ve bunlar, sertlik ölçüm değerlerinin karşılaştırmalı incelendiği dönüşüm tablosuna (Brinell→Vickers) yerleştirilerek bakıldığında Vickers tekniğindeki deneysel bulgulara benzer sonuçlar şeklinde belirlenmiştir.

Çalışmada yer alan kompozit reçine materyalleri içinde en yüksek yüzey sertlik değerine sahip materyaller 'p-50' ve 'Valux' dolgu maddeleri olarak saptanmıştır. Bu iki kompozit reçine materyalinin ortak

özelliği, ağırlık olarak inorganik partikül miktarlarının diğer materyallere göre en yüksek değerlerde olmasıdır (Tablo IV). Bu özelliğe sahip olmaları nedeniyle, en yüksek yüzey sertlik değerlerini verdikleri düşünülebilir. P-50 ve Valux amorf silika yapısını saran ZrO₂ kristalleri ile oluşan inorganik bileşimlere ve bu yapıların atomlarının olabildiğince birbirine yakın olarak bulunması nedeniyle çok yoğun ve dirençli bir yapıya sahiptir (11).

Kompozit dolgu maddelerinin yapısal farklılıkları nedeniyle farklı yüzey sertlik değerlerine sahip olması, önceki çalışmalarda da (5, 7, 12) elde edilen sonuçlar arasındadır.

İlginç olarak yorumlanması gereken, inorganik partikül miktarının, dolgu maddesi içindeki ağırlık ve hacim yönünden dağılımıdır. Çalışmada ağırlık olarak inorganik partikül miktarının aynı olduğu materyallerin yanı sıra, yüksek oranda bulunanlar da vardır (P-50, Valux). Ağırlık olarak materyal içindeki dağılımının yüksek olduğu dolgu maddelerinde, yüzey sertliğinin de buna bağlı olarak arttığı, belirlenen sonuçlar arasındadır (Tablo IV).

Yine en yüksek yüzey sertlik değerini veren 'Valux' ve 'P-50' hacim olarak inorganik partikül miktarları yönünden diğerleri ile karşılaştırıldığında, bu materyallerin en yüksek değerlere sahip oldukları görülmüştür. Bu sonuçlar, her iki dağılım şekli ve miktarları ile yüzey sertliği açısından doğrudan bir ilginin varlığını ortaya koymaktadır. Ancak, 'Valux' en yüksek yüzey sertlik değerini verirken, inorganik partikül miktarının hacimsel olarak sadece %71'lik bir oranda (P-50'den düşük oranda) olması, partikül şekillerinin ve mikro düzeydeki partiküller arası etkileşimin ve bunların basınçlar karşısında reçine yapısı içindeki durumlarının da yüzey sertliği yönünden ne kadar büyük önem taşıdığını göstermektedir.

Tablo IV: Kompozit reçine materyallerinin yapılarındaki inorganik partikül miktarlarının hacim ve ağırlık (%) olarak oranları ve yüzey sertlik değerleri

Dolgu Maddeleri	Hacim olarak (%) inorganik partikül miktarı	Ağırlık olarak (%) inorganik partikül miktarı	Brinell Sertlik Ölçüm Metoduna Göre Yüzey Sertlikleri
Valux	%71	%84.5	102
P-50	%77	%87	95
Brilliant I	%56.5	%78	51
Brilliant II	%56.5	%78	73
Heliomolar-RO	%65-67	%77-79	71
Prismatic (Ful-Fil)	%53	%78	71
Concise	%65	%79	60

Valux ve P-50 kompozit reçine materyallerinin yüzey sertlik değerlerine en yakın değer, Brilliant'ın ışık ve ısı ile polimerize edildiği gruptan elde edilmiştir (Tablo IV). Bu materyalin ağırlık olarak inorganik partikül miktarı %78 civarındadır ve diğer materyallerin (Heliomolar RO, Prismatic Fullfil, Concise) ve de sadece ışık ile polimerize edilen dentin Brilliant'ın

inorganik partikül miktarına eşit veya benzer değerdedir (Tablo IV). Işık uygulamasına ilave olarak, ısı uygulamasının da devreye girmesi, artık monomer miktarının minimuma inmesine (2), daha üstün bir polimerizasyon sağlanmasına ve dolayısı ile daha sert bir materyal yüzeyi elde edilmesine imkan tanımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Bassiouny MA, Grant AA. Physical properties of a visible-light-cured composite resin. *J Prosthet Dent* 1980; **43**: 536-41.
2. Craig RG. Restorative dental Material. 7th ed. St.Louis, Toronto, Princeton: The CV Mosby Company, 1985: 225-47.
3. DeBacker J, Dermaut L, Bruynooghe W. The depth of polymerization of visible light-cured composite resins. *Quintessence Int* 1985; **10**: 693-701.
4. Franz G. Kişisel görüşme 23-28 Mayıs 1987, İstanbul.
5. Helvatjoglou-Antoniadi M, Papadogianis Y, Koliniotou-Kubia E, Kubias S. Surface hardness of light-cured and self cured composite resins. *J Prosthet Dent* 1991; **65**: 215-20.
6. Kanca J. Visible light-activated posterior composite resins - A comparison of surface hardness and uniformity of cure. *Quintessence Int* 1985; **5**: 345-7.
7. Kanca J. Visible light-activated composite resins for posterior use - a comparison of surface hardness and uniformity of cure. Update. *Quintessence Int* 1985; **10**: 687-90.
8. Kays BT, Sneed WD, Nuckles DB. Microhardness of class II composite resin restorations with different matrices and light positions. *J Prosthet Dent* 1991; **65**: 487-90.
9. Körber K, Ludwig K. Zahnärztliche Werkstoffkunde und Technologie Stuttgart; New York: Thieme, 1982: 136-51.
10. Marxkors R, Meiners H. Taschenbuch der zahnärztlichen Werkstoffkunde/Marxxkors; Meiners. - 3. München; Wien: Hanser, 1988: 211-56.
11. Mazer RB, Leinfelder KF. Clinical evaluation of a posterior composite resin containing a new type of filler particle. *J Esthetic Dent* 1988: 66-70.
12. Watts DC, McNaughton V, Grant AA. The development of surface hardness in visible light-cured posterior composites. *J Dent* 1986; **14**: 169-74.
13. Wilson GS, Davies EH, Fraunhofer JA. Micro-hardness characteristics of anterior restorative materials. *Brit Dent J* 1980; **148**: 37-40.
14. Yücel T, Akıncı T, Batur F, Gümüş H. Çeşitli posterior kompozit dolguların yüzey sertliklerinin incelenmesi. *İ.Ü. Diş Hek Fak Dergisi* 1989; **23**: 41-5.

Yazışma adresi

Dr. Yasemin Benderli
İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi
Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı
Konservatif Diş Tedavisi Bilim Dalı
34390 Çapa/İstanbul