

도재 라미네이트의 두께의 따른 레진 시멘트의 표면경도에 관한 연구

원광대학교 치과대학 보철학교실
강석구 · 동진근 · 진태호

I. 서 론

1938년 Pincus¹⁾가 air-fired porcelain으로 얇은 전장을 시도한 이래로 전치부 심미성 회복을 위한 다양한 재료와 방법이 연구되어 왔다.

1955년 Buonocore²⁾의 산부식 처리에 관한 연구와 Bowen의 복합 레진에 관한 연구는 산부식된 치아와 복합레진 사이의 기계적 결합이 가능하도록 기술적 토대를 제공 하였으며 그후 1970³⁾년대 중반에 광 중합 복합 레진이 개발 소개되어 재료사용에 좀 더 넓은 융통성을 갖게되었다.

그러나 초기에 사용된 레진 라미네이트에 대하여 Christensen⁴⁾, Perez⁵⁾, Boyer와 Chalky⁶⁾, Cannon⁷⁾, Walls⁸⁾은 색조의 불안정성, 변색, 변연유출, 파절, 마모, 치태침착 그리고 시간 경과에 따른 결합강도의 저하 등의 문제를 관찰 보고하였다.

도재라미네이트에 관한 연구로서 1975년 Rochette⁹⁾가 산-식각(acid etching)도재를 발표한 이래로 1983년 Calamia^{10,11)}와 Horn은 라미네이트 술식에 대하여 발표하였으며 Simonsen과 Calamina¹²⁾는 1984년 산-식각 도재에 silane coupling agent와 복합레진을 이용해 높은 결합력과 인장강도를 얻었다고 발표하였다.

이러한 도재 라미네이트는 그 유지력을 거의 광 중합형 레진의 결합력으로 부터 얻고 있기 때문에 도재와 silane 그리고 레진간의 결합강도가 매우 중요하며 임상적 내구성을 결정한다고 할 수 있다. 또한 광원으로 부터 도재라미네이트에 조사된 빛은 표면에서 반사되거나 도재라미네이트를 통과도중 흡수될 수 있는데 Strang¹³⁾, Blackman¹⁴⁾은 도재라미네이트 두께의 변화에 따라 레진시멘트의 비커스 경

도에 영향을 받는다고 하였다.

임상에서 도재라미네이트의 사용시 일반적인 경우에는 0.5~0.7mm의 치아삭제가 추천되며 하악전치에서는 0.3mm의 삭제가 추천되고 있으며 1985년 Hobo^{15,16)}는 0.5~0.8mm의 치아 삭제를 추천하였다. 이러한 통상적인 방법에서 도재 라미네이트의 두께는 0.5~0.8mm이지만 왜소치, 변형치, 변위치에서는 그 두께가 증가될 수 있다.

본 연구는 라미네이트 두께에 따른 레진 시멘트의 경화정도에 관하여 연구하고자 시멘트의 표면경도를 micro-hardness tester를 사용하여 측정 연구한 결과 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구 재료

본 연구에서 사용된 도재 라미네이트는 veneer porcelain(Excelco, USA)의 incisal clear A1색조와 incisal yellow A3색조를 사용하였으며 내화 매물재료는 G-Cera Vest(G-C Int., Japan)를, 그리고 레진 시멘트로는 G-Cera bonding system(G-C Int., Japan)을 사용하였고 광조사기는 Heliolux II(Vivadent, Austria)를 사용하였다.(Table 1.)

2. 시편 제작

porcelain laminate는 내화 매물재를 사용하여 3가지 두께(0.5mm, 1.0mm, 1.5mm)와 두가지 색조(A1, A3)로 6개의 시편을 제작하였다.

매물재를 평면으로 만든 후 그위에 porcelain laminate 분말을 축조하여 소성로에 소성한 후 glazing 하였다. 레진 시멘트의 시편은 유리면 위에 두께 0.5

Table 1. Materials and equipment used in this study.

Material	Code	Brand	Shade	Lot. No	Manufacture
Laminate porcelain	A1	veneer porcelain	A1	1559	Excelco USA
	A3		A3	030589	Excelco USA
Investment	V	G-Cera Vest		130301	G-C Int. Japan
Lingt cured resin	GC	G-Cera Bonding System	Dark	070801	G-C Int. Japan

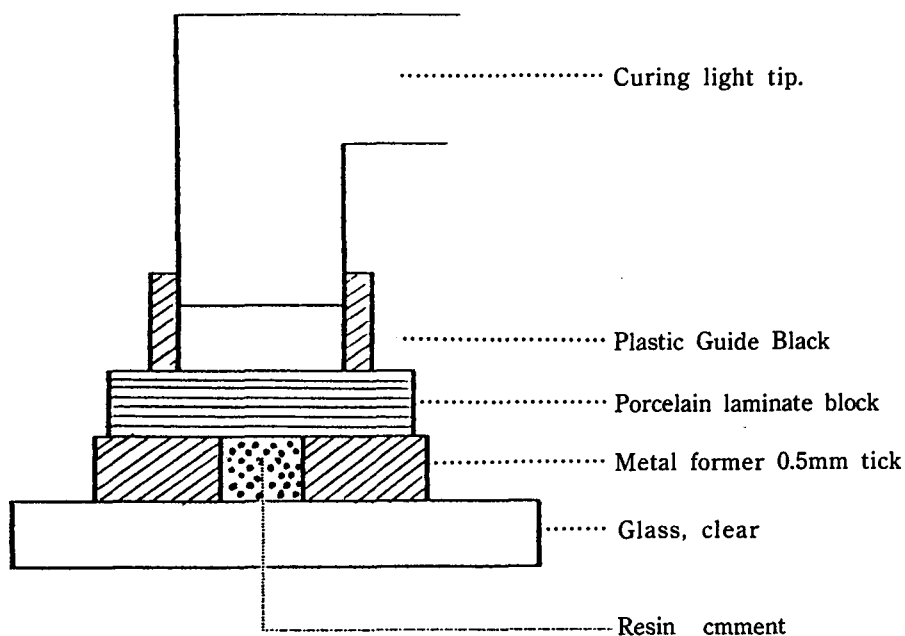


Fig. 1. Construction of resin specimens.

mm, 지름 5mm의 원이 뚫린 금속 former를 놓은후 레진 시멘트를 채운 후 라미네이트 판을 그 위에 놓고 압력을 가하여 여분의 레진 시멘트를 제거한 다음 광조사기(Heliolux II vivadent Austria)로 직각되게 하여 40초, 60초, 80초, 100초동안 조사하여 지름 5mm 두께 0.5mm의 원판형 레진 시편을 제작하였다 (Fig. 1).

3. 표면경도 측정

제작된 레진 시편의 도재면쪽을 슬라이드 글라스에 고정시키고 유리면쪽 표면을 Digital Microhardness tester(Matsuzawa, Model MXT-70, Japan)를 이용하여 시편의 중앙부와 가장자리등 5부위를 측정 하였는데 시편에 25g 하중의 indentor로 가압한후 현미경상에서 400배 확대하여 표면에 남은 마름모꼴 흔적의 길이를 Knoop hardness number(K. H. N.)로 환산하였다.

4. 통계 처리
 얻어진 측정치를 SPSS(statistical package of social science)로 처리하여 평균치와 표준편차를 구하

였으며, 각군간의 평균치를 t-test로 검정하였고 Pearson correlation test로 상관계수를 구하였다.

III. 연구 성적

Table 2. Mean of surface hardness in A1 group (unit : K. H. N.)

thickness	40 sec		60 sec		80 sec		100 sec	
	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D
0.5mm	8.96	0.53	11.12	1.52	14.99	1.50	17.0	2.91
1.0mm	7.93	0.64	10.09	0.95	12.21	1.03	12.9	1.23
1.5mm	5.75	0.79	9.24	1.16	10.55	2.11	11.0	1.20

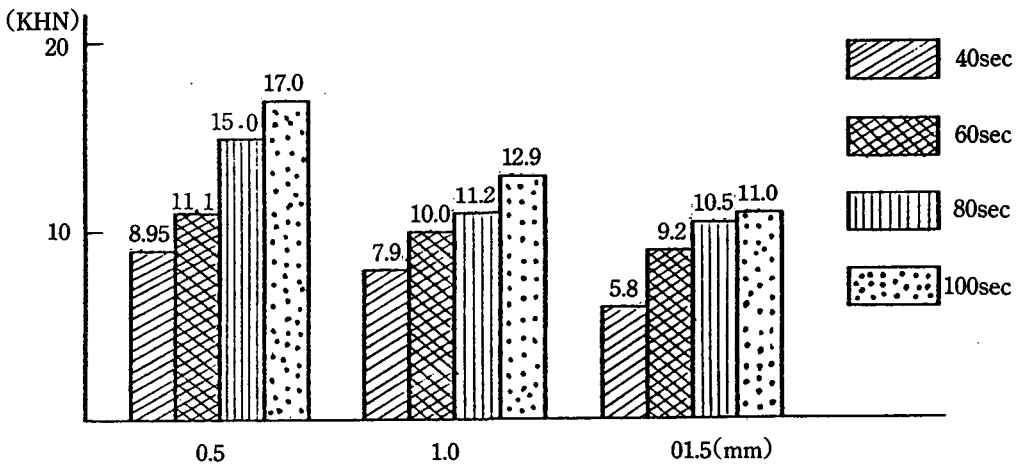


Fig. 2. Porcelain thickness and surface hardness of A1 group.

Table 3. Mean of surface hardness in A2 group (unit : K. H. N.)

thickness	40 sec		60 sec		80 sec		100 sec	
	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D
0.5mm	7.79	1.15	9.71	1.10	10.96	0.90	12.5	1.93
1.0mm	5.13	1.05	6.86	0.89	8.89	0.86	10.25	1.29
1.5mm	< 3	. 4	4.70	0.62	6.34	1.20	7.02	1.02

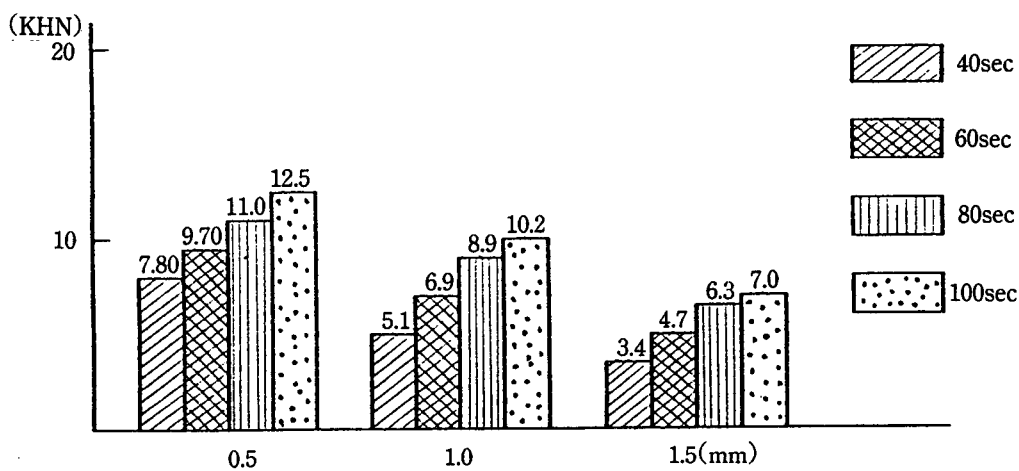


Fig. 3. Porcelain thickness and surface hardness of A3 group.

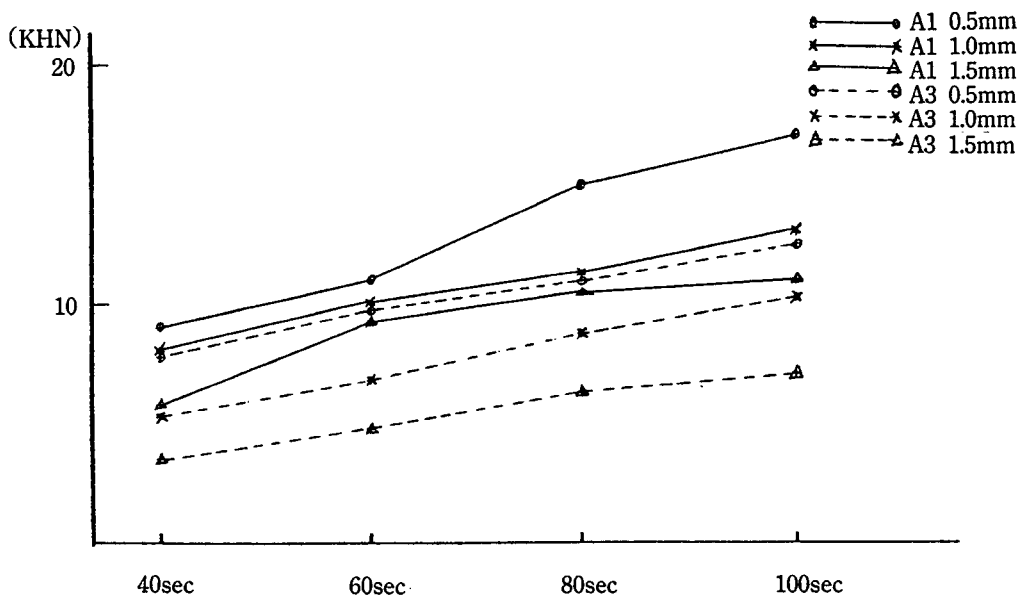


Fig. 4. Surface hardness of resin cement by curing time.

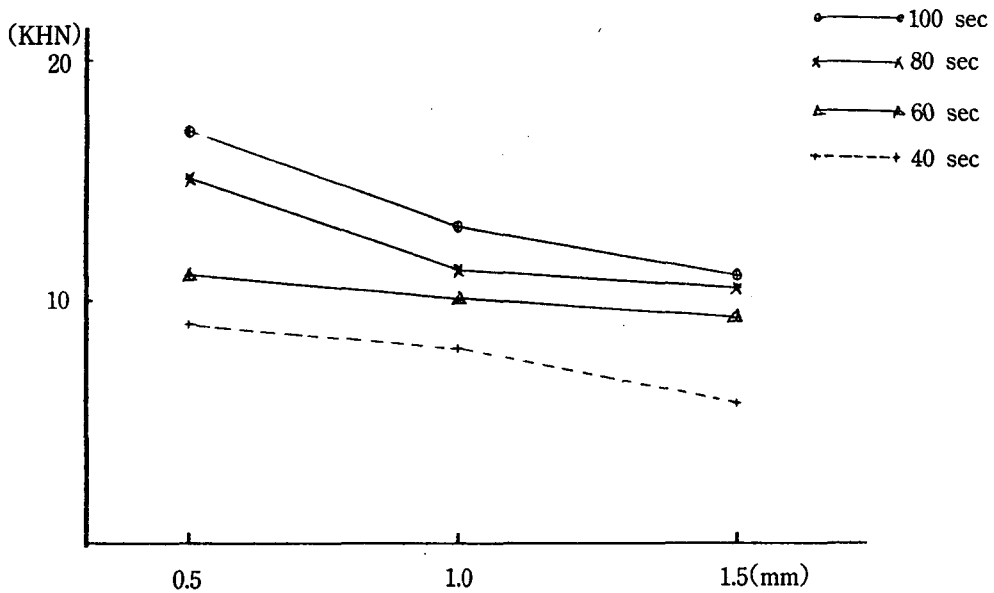


Fig. 5. Surface hardness of resin cement by curing time in A1 group.

A1 색조의 경우, 40초 광조사시의 표면 경도는 두께 0.5mm에서는 8.96(K. H. N.)로, 1.0mm는 7.93, 1.5mm는 5.75로 나타났으며, 60초의 경우는 각각 11.12, 10.09, 9.24으로, 80초의 경우에는 각각 14.99, 11.21, 10.5의 표면경도를 보였으며, 100초 광조사시의 표면경도는 각각 17.0, 12.9, 11.0으로 나타났다.

도재라미네이트의 두께가 증가함에 따라 각각의 광조사 그룹에서 그표면 강도는 감소하였다. 즉, 40초 광조사 그룹에서는 A1, 0.5mm가 8.96으로 가장 높으며 1.5mm에서는 5.75로 그 표면강도가 A1, 0.5mm가 38%정도가 감소 하였다(Table 2).

A3, 0.5mm, 40초 광조사 시편에서는 표면강도의 측정이 불가능하였으며(3.4이하) 최고치는 A1, 0.5mm, 100초에서 17.0이었다.

도재라미네이트의 두께가 1.5mm로 증가한 경우, 빛의 흡수가 커져서 표면강도가 현저히 저하 되었으며 A1그룹에 비하여 A3그룹이 빛의 흡수가 현저하였다.

광조사 시간이 증가할수록 표면강도는 증가하였는데 A1, 0.5mm, 40초 그룹(8.95)의 강도에 도달하려면 A1, 1.0mm그룹은 약 53초, A1, 1.5mm그룹은

64초 정도의 시간이 요구되었다.

이에 비하여 A3그룹에서 A3, 0.5mm, 40초 그룹의 표면강도(7.79)에 도달하려면 A3, 1.0mm에서는 약 69초, A3, 1.5mm에서는 120초 이상이 요구되었는데, 이는 A1 그룹에 비하여 많은 빛의 흡수가 되고 있는 것을 나타내고 있다.

IV. 총괄 및 고찰

1975년 Rochette⁹⁾가 acid etching porcelain을 발표한 이래 1984년 Simonsen과 Calamia¹²⁾가 산부식 도재에 실란과 복합 레진을 이용해 본격적인 도재라미네이트로 개발 발전되어 왔다.

초기에 사용된 레진 라미네이트는 색조의 불안정, 변색, 변연유출, 파절, 마모등의 문제점과 치태침착등이 많은 연구자에 의해 지적되었다. 이러한 문제점의 극복을 위해 도재 라미네이트가 주목 발전되었는데 도재 라미네이트는 심미적이며 색조가 안정적이고 또한 마모에 대한 저항성이 우수하고 치아의 삭제량이 적으며 연조직에 대한 친화성도 양호하다. 도재 라미네이트의 성공여부는 단지 그 유지력을 레진 시멘트에 의존 하므로 치아와 도재 사

이의 강하고 지속적인 결합력을 얻는데 달려있다. 즉, 레진 시멘트의 적절한 경화를 얻어야 한다. 1984년 Simonsen과 Calamia¹²⁾가 산부식도재에 실란과 복합레진을 이용해 보다 만족할만한 결합력을 얻게 되는데 Silane coupling agent는 접합촉진제로서 도재 표면을 화학적, 물리적 과정을 통해 상호작용을 촉진시키며 주로 γ -methacryl oxypropyl trimethoxy silane¹⁷⁾이 널리 사용되고 있다.

도재 라미네이트 내면의 산부식 처리는 불화 수소산이나 인산으로 하는데 그 결합강도에는 큰 차이가 없었다¹⁸⁾.

그러나 김 등¹⁹⁾의 연구에서는 인산을 이용한 경우 광중합형 레진은 결합강도의 감소를 보이지 않았으나, 이중 중합형 레진에서는 현저한 결합강도의 감소가 보고 되었다. 산 부식된 도재와 레진간의 결합력을 증가시킬 목적으로 실란이 Semmelman and Kulp²⁰⁾ Paffenbarger²¹⁾ 등에 의해 보고 되었으며 Newberg와 Pameijer²²⁾가 도재와 치아의 접촉에 복합레진과 함께 실란을 사용하였으며 그 결합력이 보다 증가 되었다.

도재 라미네이트의 제작에는 내화성 매물체를 사용하는 방법과 백금박을 이용하는 방법²³⁾, 그리고 최근 Hobo^{15,16)}는 주조성 apatite ceramic을 개발하여 소개하였다. 도재는 원자가 공유결합과 이온결합을 하는 결정체로 강력한 결합때문에 안정성이 높고 경도가 크며 탄성율이 높고 열과 화학물질에 대한 저항성이 크지만 깨지기 쉬운 특성을 갖고 있다²⁴⁾. Alumina crystal을 50% 첨가하여 40% 정도의 강도가 증진된 Aluminous porcelain은 porcelain laminate veneer와 도재 재킷판의 core로 사용되고 있다.

불화수소산은 거의 모든 금속에 부식작용이 있으나 철과 아연에 약간의 부식작용이 있고, 금, 은, 백금, 구리는 비교적 안정하다²⁵⁾. 불화수소산의 유리화 도재를 부식시키는 특성을 이용해 치과용 도재 표면에 요철을 형성하거나 도재 재킷판 내면의 백금박을 제거하는데 사용되고 있다²⁶⁾.

접합제는 법랑질이나 상아질, 수복물에 결합하고 기능적 저작압에 견디고 유지형태가 없어도 수복물을 제위치에 유지시킬 수 있어야 한다. 접합성 레진은 대부분 BIS-GMA에 기초하고 무기충전제가 보강된 복합레진이다. 복합레진은 비충전 레진보다 물리적 기계적 특성이 좋고, silicate와 유사하게 치수에 자

극을 주며 bonding agent를 사용하면 변연유출이 적고 결합력이 증진된다.

복합레진은 고온에서 장기간 저장시 개시제가 파괴되어 경화가 지연되고 불규칙한 경화로 기계적, 물리적 특성이 감소되므로 유효기간내에 사용해야 하며 냉장 보관하는 것이 유리하다²⁷⁾. 도재 라미네이트용 레진 시멘트는 크게 광중합형과 이중중합형 레진이 사용되고 있는데 광중합형의 경화 시간이 더 짧은 것으로 보고 되고 있다. 그러나 이중중합형 레진은 광조사가 어려운 깊은 interproximal subgingival margin의 경우에서 유용하게 사용될 수 있다.

Onose등²⁸⁾의 연구에 의하면 Light-activated composite resins의 경화정도는 빛의 투과 정도에 영향을 받는다고 하였으며 강화가 완전히 되지 않은 곳에는 residual monomer와 catalyst와 같은 unpolymerized substance가 남아 있을 가능성이 있다고 지적하였다. 조사시간을 증가할 경우 레진의 강도가 증가 하였으나, 120초 이상을 조사한 경우에는 많은 강도의 증가가 없었다고 하였으며, 재조사한 시편에서는 Knoop hardness number가 극적으로 증가하였다고 보고하였다. 레진의 경화는 free radicals 형성 정도에 달려 있는데 공기에 노출된 경우에는 산소와 free radical이 결합하여 레진경화를 방해한다고 Knato등²⁹⁾이 지적하였다.

경화된 레진 시멘트는 포셀라인 라미네이트의 retention을 부여하고 tensile strength로 부터 파절되는 것을 방지하여 준다.

즉, 도재는 재료특성상 파절되기 쉬운데 레진시멘트가 경화되면서 수축이 일어나 도재 라미네이트와 치아의 법랑질 사이에서도 도재의 파절을 감소시키는 방향으로 경화된다³⁰⁾.

위와 같이 레진 시멘트의 경화정도는 도재 라미네이트에서 매우 중요한 의미를 갖게 되는데 경화의 영향을 미치는 요인은 매우 다양하다.

Moseley 등³⁰⁾의 연구에 의하면 광원으로 부터 조사된 빛이 도재 라미네이트에서 40~50% 정도가 흡수된다고 하였으며 부가적으로 광조사기의 제작회사에 따라 조사되는 빛의 파장이 다르므로 인하여 서로 다른 영향을 미칠 수 있다.

광중합 복합레진 충전제의 연구에서 불완전한 레진의 경화는 레진의 물리적 성질과 특성을 저하시킬 수^{31,32)}있는데 도재 라미네이트에서 이러한 불완전하

게 경화된 레진이 있는 경우 변연부 이차 우식을 유발할 수 있다. 전치부 도재 라미네이트에서 0.5mm~0.1mm 두께의 도재는 쉽게 빛이 투과할 수 있으나 변연부나 또는 도재 라미네이트의 두께가 증가되는 곳은 보다 충분한 빛의 조사가 요구된다.

V. 결 론

본 연구는 도재 라미네이트의 두께에 따른 레진 시멘트의 중합정도를 측정하기 위하여 각각 0.5mm, 1.0mm의 두께로 라미네이트를 제작하고 G-Cera resin bonding system(G-C int., Japan)을 이용하여 레진 시멘트의 시편을 제작한 후 micro hardness tester(matsuzawa, Model MXT-70, Japan)로 레진시멘트의 표면경도를 측정하여 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 색조 A1의 경우 레진시멘트의 표면강도는 100초 광조사시 도재 라미네이트 두께 0.5mm, 1.0mm, 1.5mm에서 각각 17.0, 12.9, 11.0(K. H. N.)으로 나타나 도재 라미네이트의 두께가 증가함에 따라 레진 시멘트의 표면 경도는 감소되었다.
2. 색조 A3의 경우, 레진시멘트의 표면경도는 100초 광조사시 도재 라미네이트 두께 0.5mm, 1.0mm, 1.5mm에서 각각 12.5, 10.3, 7.0(K. H. N.)으로 나타나 도재 라미네이트의 두께가 증가함에 따라 레진 시멘트의 표면 경도는 감소되었다.
3. 광조사시간이 증가함에 따라 레진시멘트의 표면 경도는 증가하였다.

참고문헌

1. Pincus, C. R. : Building mouth personality. J Calif S Dent Assoc, 14 : 125-129, 1938.
2. Buonocore, M. G. A. : Simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. J Dent Res, 34 : 849-853, 1955.
3. David, A. G. et al. : Porcelain laminate veneers. Quintessence Publishing Co. 1988.
4. christensen, G. J. : Veneering of teeth. Dent Clin North Am, 29 : 373-391, 1985.
5. Perez, N. M., Bassiouny, M. A., and Caredl, R. : In vitro micro-leakage of the laminate veneer system. Acta Odont Paediat, 1 : 77-82, 1980.
6. Boyer, D. B. and Chalkley, Y. : Bonding acrylic laminates and composite resin. J Dent Res, 61 : 489-492, 1982.
7. Cannon, L., et al. : Surface resistance to abrasion of preformed laminate resin veneers. J Prosthet Dent, 52 : 323-330, 1984.
8. Walls, A. W. G., McCabe, J. F., and Murray, J. J. : The bond strength of composite laminate veneers. clinical evaluation over two years. Br Dent J, 155 : 85-88, 1983.
9. Rochette, A. A. : Ceramic restoration bonded by etched enamel and resin for fractured incisors. J Prosthet Dent, 33 : 287-293, 1975.
10. Calamia, J. R. : Etched porcelain facial veneers : A new treatment modality based on scientific and clinical evidence. NY J Dent, 53 : 255-259, 1983.
11. Calamia, J. R. : Etched porcelain veneers. The current state of the art. Quintessence Int., 1 : 5-12, 1985.
12. Calamia, J. R. and Simonsen, R. J. : Effect of coupling agents on bond strength of etched porcelain. J Dent Res, 63 : 162-363, 1984.
13. Strang, R., et al. : The setting of visible light cured resins beneath etched porcelain veneers. Br Dent J, 63 : 149-151, 1987.
14. Blackman, R., Barghi, N., and Duke. E. : Influence of ceramic thickness on the polymerization of light cured resin cement. J Prosthet Dent, 63 : 295-300, 1990.
15. Hobo, S. and Iwata, T. : A new laminate veneer technique using a castable apatite ceramic material. I. Theoretical considerations. J Prosthet Dent, : 451-456, 1985.
16. Hobo, S. and IWata, T. : A new laminate veneer technique using a castable apatite ceramic material. II. Practical Procedures. J Prosthet Dent, : 509-517, 1985.

17. Highton, R. M. et al. : Effectiveness of porcelain repair systems, *J Prosthet Dent*, 42 : 3, 1979.
18. Pratt, R. C., et al. : Evaluation of bond strength of six porcelain systems. *J Prosthet Dent*, 62 : 11-13, 1989.
19. 김성일, 임호남, 박남수 : 라미네이트 도재와 복합 레진 시멘트의 결합강도에 관한 연구. 대한 치과 보철 학회지, 29 : 91-104, 1991.
20. Semmelman, J. O. and Kulp, P. R. : Silane bonding porcelain teeth to acrylic. *J Am Dent Assoc*, 76 : 69-73, 1968.
21. Paffebarger, G. C., Sweeney, W. T., and Bowen, R. L. : Bonding porcelain teeth to acrylic resin denture bases. *J Am Dent Assoc*, 74 : 1018-1023, 1967.
22. Newberg, R. and Pameijer, C. H. : Composite resin bonded to porcelain with silane solution. *J Am Dent Assoc*, 96 : 228-291, 1978.
23. Horn, H. R. : Porcelain laminate veneers bonded to etched enamel, *Dent Clin North Am*, 27 : 671-684, 1984.
24. Mclean, J. W. : The science and art of dental ceramics, Vol. 1 : The natural of dental ceramics and their clinical use. Quintessence Publishing Co., 1979.
25. Mellor, J. W. : A comprehensive treatise on inorganic and theoretical chemistry. Longman-Green Co., 1947.
26. Hussain, M. A., Bradford, E. W., and Charlton, G. : Effect of etching on the strength of aluminouse porcelain jacket crowns. *Br Dent J*, 147 : 89-1979.
27. Lange, C., Bausch, J. R., and Davidson, C. L. : The influence of shelf life and storage conditions on some properties of composite resins. *J Prosthet Dent*, 49 : 349- , 1983.
28. Onose, H., et al. : Selected curing characteristics of light-activated composite resins. *Dent Mast*, 1 : 48-54, 1985.
29. Kanto, H., Takahashi, M. and Tamura, T., : Effect of mixing environment on the cure of chemically cured composites. *Japan J Conserv Dent*, 26 : 298-9, 1983.
30. Moseley, H., Strang, R., and Stephen, K. W. : An assessment of visible light polymerising system. *Oral Rehabil*, 13 : 215-224, 1986.
31. Asmussen, E. : Restorative resins : Hardness and strength vs. quantity of remaining double bonds. *Scand J Dent Res*, 90 : 484-9, 1982.
32. Ruyter, I. E. : Methacrylate-based by polymeric dental materials : Conversion and related properties. Summary and review. *Acta Odont Scand*, 40 : 359-76 1982.

Abstract

THE SURFACE HARDNESS OF RESIN CEMENT BY THICKNESS OF PORCELAIN LAMINATE

Seok-Koo Kang, Jin-Keun Dong, D. D. S., Ph.D., Tai-Ho Jin, D. D. S., Ph. D.

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, WonKwang University

The purpose of this study was to evaluate the effect of porcelain laminate thickness on polymerization of resin cement. G-Cera resin bonding system(G-C int., Japan) was used in this study and Heliolux II (Vivadent, Austria) was used for polymerization of resin cement.

The thickness of porcelain laminates used in this study were 0.5mm, 1.0mm and 1.5mm and the degree of polymerization of resin cement was measured by microhardness tester(Matsuzawa, Model MXT-70, Japan).

The obtained results were as follows :

1. The surface hardness of resin cements increasing the thickness of porcelain laminate was decreased.
2. The surface hardness of resin cements increasing the curing time was decreased.