

악간 기록재료의 물리적 특성에 관한 연구

전북대학교 치과대학 보철학교실

강정길 · 유형우 · 안승근 · 송광엽 · 박찬운

I. 서 론

대부분의 보철치료는 교합체득과정을 필요로 하는데, 여기에 사용되는 교합인기 재료로는 wax, zinc oxide, plaster, acrylic resin 등이 흔히 사용되어 왔으며, 최근에는 silicone, polyether 등의 elastomer가 많이 사용되고 있다.

재료를 선정하는데에는 여러가지 요소를 고려해야 하는데, 정확도, 체적안정성, 작업시간, 유효기간, 미각등이 연관되며, 인상체득시 환자에게 보다 편리하고 정확성과 안정성을 갖춘 재료를 선택해야 한다.

이상적인 교합관계 기록 재료는 체득시에 연조직의 변형이나 하악의 변위를 일으키지 않도록 최소한의 폐구저항을 가져야 하며, 구강내에서 인기된 재료를 변형없이 제거할 수 있을 정도의 견고성을 갖추어야 한다. 또한 미세부위 재현성이 뛰어나야 하며 오랜 시간 동안 체적안정성을 유지해야 하고, 교합기상에 모형을 mounting할때 모형자체의 무게와 교합기의 구성성분으로부터 발생할 수 있는 변위력에 저항할 수 있어야 한다.

Breeding¹⁾, Fattore²⁾, Müller³⁾, Millstein^{4, 10, 11, 22, 26)}은 교합관계를 기록하기위해 사용되는 다양한 재료의 체적안정성과 정확성을 연구하였다.

Breeding¹⁾은 탄성 교합기록 재료의 압축 저

항성을 연구하였는데 polyether와 silicone간의 유의한 차이는 없으나 silicone중 Blu-Mousse가 가장 높은 압축 저항성을 보였다고 하였다. Fattore²⁾는 carrier를 사용하지 않는 상태의 polyether가 ZOE paste나 carrier를 사용한 polyether보다 그 정확성이 우수하다고 보고하였다. Müller³⁾은 교합기록 재료의 시간 경과에 따른 삼차원적인 정확도 분석에서 polyether는 혼합 후 6시간 이내에서 가장 안정성이 있다고 하였다. Millstein⁴⁾은 polyether의 시간경과에 따른 무게감소는 0.0915%로서 수종의 silicone(0.015%)보다 상당히 높았으나 체적안정성의 비교에서는 상호 유의한 차이가 없었다고 보고하였다.

교합관계 기록재료의 물리적 특성을 평가하기 위해 본 연구에서는 Polyether와 네가지 Silicone materials의 체적 안정성, 압축 저항성, 탄성 회복율, 표면 경도등을 비교 분석해본 결과 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 실험 재료 및 방법

가. 실험재료

본 실험에서 사용된 교합관계 기록 재료는 table 1. 에 표시된 바와 같다.

Table 1. Materials used in this study

Material	Type	manufacturer
Ramitec(RT)	polyether	ESPE, Seefelds. W. Germany
Regisil(RS)	vinyl silicone	Caulk/dentsply, Milford, Del.
Blu-Mousse(BM)	vinyl silicone.	Parkell Farmingdale, N.Y.
Stat-Br(SB)	vinyl silicone	Kerr, Romulus, Mich
Coltoflax(CF)	vinyl silicone	Colten, Swiss Quality Dentistry

나. 실험 방법

1. 시편 제작

A. 체적안정성 및 표면경도측정을 위한 시편

ADA specification NO. 19 (Fig. 1) 를 이용하여 각 재료당 10개의 원판형시편을 제작하였으며 제작된 시편을 Fig. 2에 예시해 놓았다.

B. 압축저항성 및 탄성회복을 측정을 위한 시편

제조사의 지시에 따라 혼합된 각 elastomer 들을 직경 10mm, 길이 20mm의 stainless steel cylinder (Fig. 3)에 담아서 경화시킨후 2분후에 제거하여 각 재료당 10개의 시편(Fig. 4)을 제작하였다.

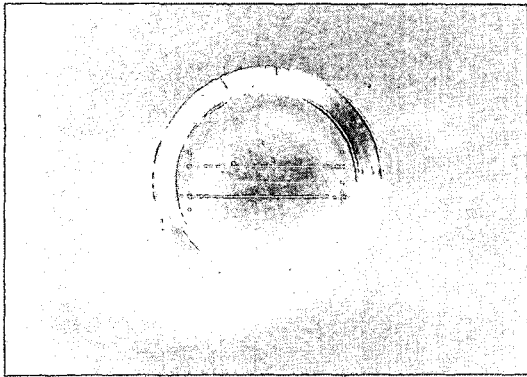


Fig. 1. The jig for fabrication of round plate type specimens.

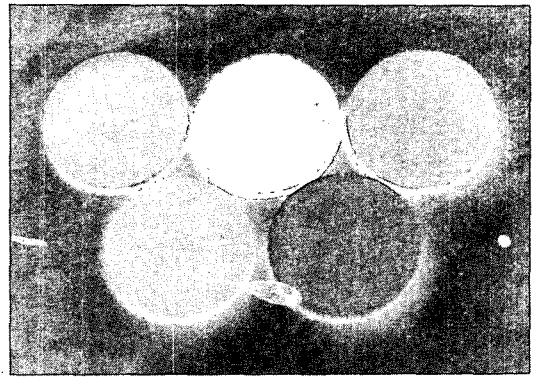


Fig. 2. Round plate specimens.

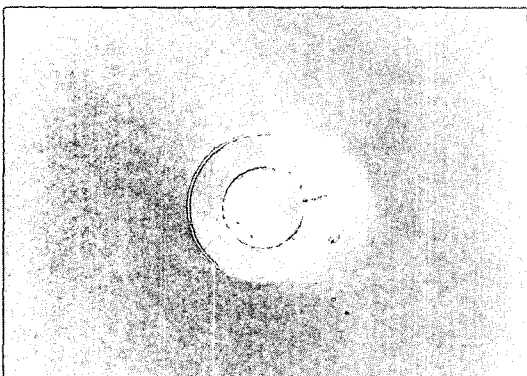


Fig. 3. The jig for fabrication of cylinder type specimens.

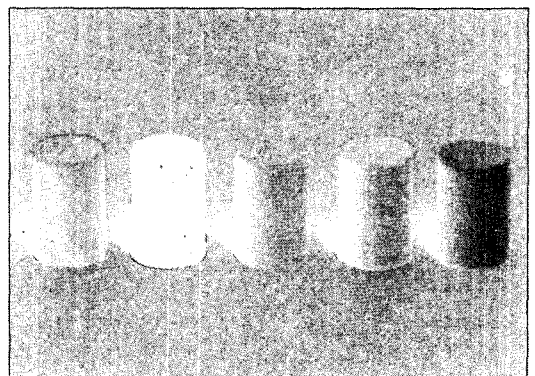


Fig. 4. Cylinder type specimens.

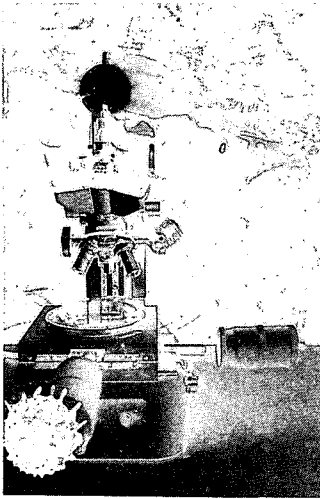


Fig. 5. Stereoscope(Union optical Co., Ltd.)

2. 측정 방법

각 시편의 물리적 특성은 경화후 24시간에 측정하였다. 시편의 체적안정성은 광학현미경(Fig. 5)으로 측정하였고, 압축저항성 및 탄성회복율은 압축시험기(Fig. 6)에 2.5kg 을 60 초 동안 가한 후 그 변위량을 10초간 측정하였고 무게를 제거한 다음 60초후에 회복된 양을 기록하였다. 각 재료의 표면 경도는 Shore 경도계를 이용하였다. 각 기구에 의한 측정은 각각 동일인이 시행하여 오차를 최대한 줄이고자 하였다.

III. 실험 성적

가. 체적 안정성

각 재료의 체적안정성과 통계적 유의성을 알아보기 위한, paired t-test의 결과는 table 2.와 같다.

Silicone recording materials가 polyether recording material 보다 체적변화가 더 적은것으로 나타났으며($P < 0.05$), silicone 간의 유의한 차이는 없었다. 다섯가지의 모든 재료가 ADA specification No. 19에 명기된 기준치 0.5 % 이하의 체적변화를 보였다.

나. 압축 저항성

각 재료의 압축저항성을 측정해본 결과 rub-

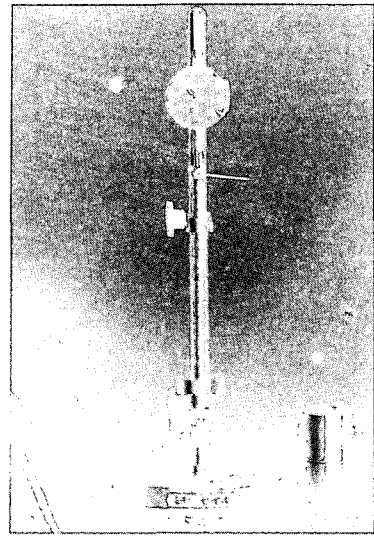


Fig. 6. Dial gauge(Seiki Co., Ltd)

Table 2. Calculated shrinkage distance data for each interocclusal recording materials.

Material	Mean(mm)	SD
RT	0.270	0.086
RS	0.191	0.039
BM	0.199	0.059
SB	0.182	0.033
CF	0.193	0.048

* RT : Ramitec RS : Regisil BM : Blu-Mousse SB : Stat-BR CF : Coltoflax

Table 3. Calculated compression distance data

Material	Mean(mm)	SD
RT	0.338	0.053
RS	0.441	0.044
BM	0.219	0.050
SB	0.309	0.030
CF	0.631	0.095

* Specimen dimension : 20mm.

* RT : Ramitec RS : Regisil BM : Blu-Mousse SB : Stat-Br CF : Coltoflax

Table 4. Calculated compression distance data

Material	Mean(mm)	SD
RT	0.031	0.011
RS	0.028	0.011
BM	0.019	0.004
SB	0.014	0.008
CF	0.102	0.042

* Specimen dimension : 20mm.

* RT : Ramitec RS : Regisil BM : Blu-Mousse SB : Stat-Br CF : Coltoflax

Table 5. Shore surface hardness value

Material	Mean	SD
RT	72.97	3.52
RS	76.12	2.51
BM	85.10	2.63
SB	82.37	1.57
CF	67.29	5.64

* maximum scale : 100

* RT : Ramitec RS : Regisil BM : Blu-Mousse SB : Stat-Br CF : Coltoflax

ber recording materials중에서 Coltoflax의 압축저항이 가장 낮게 나타났으며($P < 0.001$), 나머지 elastomers간의 유의한 차이는 없었다.

다. 탄성 회복률

Load를 제거한 1분 후에 측정된 탄성회복률은 Coltoflax가 가장 낮게 나타났으며($P < 0.05$), Blu-Mousse와 Stat-Br이 다른 rubber recording material에 비해서 회복률이 높은것으로 나타났다($P < 0.05$).

라. 표면 경도

표면 경도는 Blu-Mousse와 Stat-Br이 제일 높게 나타났으며($P < 0.05$), Coltoflax가 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$).

IV. 총괄 및 고안

교합관계 기록 재료는 임상과정에서 환자의 악간 관계를 교합기에 옮기는 역할을 하기때문에 재료의 선택은 중요하다고 하겠다. 교합 기록재료의 선택시 고려해야할 물리적 특성으로는 점성, 폐구 저항성, 미세재현성, 체적안정성, 유연성, 탄성, 조작용이성, 작업시간, 경화시간, 환자 수용성등을 들 수 있다. Silicone elastomer는 부가중합형과 축중합형이 있으며 부가중합형의 안정성이 더 높다. 이 재료의 장점으로는 정확성과, 경화후의 견고성이 높고, 교합체득시의 저항성이 낮은점, carrier가 필요하지 않은점을 들 수가 있으나 경화후의 높은 압축저항성으로 인해 모형을 교합기에 위치시킬 때 어려움이 따른다는 단점이 있다. Polyether elastomer는 1970년대 초에 도입되었으며 일반적인 고무인상재가 주원료이고 여기에 가소제와 충전제를 첨가하여 제조된 것으로서 치아가 인기된 부위 이외의 부분은 뒤틀림을 유발할 가능성이 있으므로 절제해내야 한다는 점이 단점이라 하겠다.

Fattore등²⁾의 연구의 의하면 polyether(Ramitec)는 spring 효과가 있어서 교합재현시 악간의 수직적 교합상승의 가능성이 있다고 하였고, Causton등⁵⁾의 연구에서는 다른 고무인상재에 비해서 중합속도가 빠르고 전체구조가 깨끗하며 냄새가 없고 경화된 후 탄성이 다른 고무인상재에 비하여 두배이상이라고 보고하였다. Millstein등⁶⁾은 채득된 탄성교합기록 재료의 무게변화와 그에 따른 체적안정성을 연구하였는데 48시간까지의 무게 감소는 0.1%에 불과하였으며 체적안정성에 미치는 영향은 거의 없다고 보고하였다.

Müller, Götz 등^{3,17)}은 polyether의 시간경과에 따른 체적변화를 연구하였는데 혼합후 6시간까지는 그 수축량이 미미하였고 6시간에서 24시간사이의 수축량이 가장 크게 나타났다고 보고하였다. 본 연구에서는 기록재료의 체적변화가 거의 완료되었다고 인지되는 24시간 후에 시편을 측정하였다. Breeding¹⁾은 그의 연구에서 탄성교합 기록재료의 Cylinder형 시편

길이를 2, 5, 10, 20mm로 다양하게 하여 압축 저항성을 비교하였는데 길이에 따른 저항성의 유의한 차이는 없었다고 보고한바, 본 실험에서 시편의 길이를 20mm로 하여 압축저항성 및 탄성 회복률을 측정하였다. Standard office supply rubber band를 사용하여 교합기에 상하악 모형을 부착했을때 교합인기 재료가 받는 최대의 하중은 약 2.5kg이었고 본 실험에서도 2.5 kg을 시편에 가하는 하중으로 선택하였다. Polyether(Ramitec)의 체적 변화율을 측정된 결과 0.11%로서 다른 네가지의 Vinyl silicone보다도 컸다. 1970년대초에 polyether가 개발된 이래로 polyether와 ZOE paste, wax, acrylic resin 등과의 비교 연구에서는 polyether가 월등히 정확한 재료로 알려져 왔다. 그러나 최근에 새롭게 개발된 vinyl polysiloxane 류의 교합기록 재료가 polyether보다 우수하다는 평가를 받고 있다. Chai 와 Tan²⁹⁾의 연구에서 Ramitec의 체적변화율은 0.18 %였고, Silicone은 0.05 % 이하의 체적변화율을 나타냈다고 보고하였는데, 본 연구의 결과도 이와 거의 일치하였다. Millstein^{4,6,26)}은 탄성교합 기록재료의 무게감소에 따른 체적변화를 연구하였는데, 중합반응 시작후 48시간 까지 Ramitec의 무게 감소는 약 0.09 % 였고, Silicone의 경우에는 0.01 % 미만의 결과를 보였다고 보고하였다. 이러한 무게 감소에 따른 체적안정이 미치는 임상적 중요성은 고려하지 않아도 될 정도라고 밝히고 있으며, 그는 특히 Ramitec과 Silicone이 휘발성인 재료인 관계로 밀봉된 플라스틱 상자에 보관했을 때의 체적 안정성이 증가됨을 보고 하였다²⁶⁾.

모형을 교합기에 올릴때 탄성기록재료인 경우에 유발되는 압력은 부정확한 교합상태를 유도하고 그로 인해 보철물의 제작시 교합의 오류도 일으키게 되는 요인이므로 교합기록 재료가 이러한 압력에 저항하려는 성질은 교합 오차를 줄이는데 중요한 요인이다. Breeding¹⁾의 연구에서 Ramitec은 Silicone 재료인 Blu-Mousse 보다는 압축저항성이 떨어지나 Stat-Br과는 유사하며, Regisil 보다는 우수한 결과를 얻었는데 본 연구에서도 같은 결과를 얻었다.

교합기록재료로서 탄성재를 사용한 경우 mounting시 모형에 가해지는 압력은 적을수록 오차가 작기 때문에 기록재료의 두께가 얇을때 이상적인 교합관계를 재현할수 있다²⁰⁾. Coltoflax를 제외한 Ramitec 및 다른 Silicone이 모두 90 % 이상의 탄성회복율을 보였는데, Coltoflax가 교합기록 전용재료로 개발된 것이 아니기 때문에 다른 탄성재에 비해서 그 회복율이 낮은 것이 아닌가 사료된다.

탄성기록 재료중에서 Blu-Mousse와 Stat-Br이 가장 높은 표면경도를 보였고($P < 0.05$), Coltoflax가 가장 낮았다($P < 0.05$). Coltoflax를 제외한 모든 탄성재료의 shore 경도는 70 이상을 보였으며 평균 76.77 를 나타냈다. Chai 와 Tan 의 연구에서²⁹⁾ 재료의 혼합후 표면 경도는 시간경과에 따라 증가하는 양상을 보였는데 경화후 24시간 경과시의 경도는 30분 후보다 상당히 높은 수치를 나타냈다고 보고하였다($P < 0.01$). 그는 또 Regisil의 두께를 달리하여 경도를 측정하였는데, 두배의 두께를 가진것의 shore 경도가 75 로 표준두께(shore 정도³⁰⁾보다 대단히 낮은 경도를 보였다고 보고 하였다. 그러므로 탄성기록 재료 사용시는 기록 재료의 두께가 얇을수록 교합오차의 발생율이 적다고 할수 있겠다.

V. 결 론

저자는 교합관계 기록 재료의 물리적 특성을 비교 연구하고자 5가지의 elastomers를 선택하여 탄성회복율 및 압축저항성 측정을 위한 원주형 시편과 체적안정성 및 표면경도 측정을 위한 원판형 시편을 각각 10개씩 제작하고 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 체적안정성은 Silicon 이 Polyether 보다 더 우수한 것으로 나타났다($P < 0.05$).
2. 압축저항성은 rubber recording material 중에서 Coltoflax가 가장 낮게 나타났으며 ($P < 0.001$), Elastomer간의 유의한 차이는 없었다.
3. 탄성회복율은 Coltoflax가 가장 낮게 나타

났으며($P < 0.05$), Blue-Mousse와 Stat-Br이 다른 rubber recording material에 비해서 회복률이 더 높은 것으로 나타났다. ($P < 0.05$).

4. 표면경도는 Blue-Mousse와 Stat-Br이 제일 높게 나타났으며($P < 0.05$), Coltoflax가 가장 낮게 나타났다($P < 0.05$).

참고문헌

1. Breeding LC, Dixon DL. Compression resistance of four interocclusal recording materials. JPD 1992 ; 68 : 876-8.
2. Fattore L, Malone WF, Sandrik JL, Mazur B, Hart T. Clinical evaluation of the accuracy of interocclusal recording materials. JPD 1984 ; 51 : 152-157.
3. Miller J, Gtz G, Horz W, Kraft E. An experimental study on the influence of the derived casts on the accuracy of different recording materials. Part I : Plaster, impression compound, and wax. JPD 1990 ; 63 : 263-269.
4. Millstein PL, Chii-chin Hsu. Differential accuracy of elastomeric recording materials and associated weight change. JPD 1994 ; 71 : 400-403.
5. Causton B, Bradon M. : Polyether impression rubber. J. Dent. Res. 1971 ; 50 : 667.
6. Millstein PL, Clark RE. Differential accuracy of silicone-body and self-curing resin interocclusal records and associated weight loss. JPD 1981 ; 46 : 380-384.
7. Millstein PL. Accuracy of laminated wax interocclusal wafers. JPD 1985 ; 54 : 574-577.
8. Halperin GC, Halperin AR, Norling BK. Thickness, strength, and plastic deformation of occlusal registration strips. JPD 1982 ; 48 : 575-578.
9. Skurnik H. Accurate interocclusal records. JPD 1969 ; 21 : 154-165.
10. Millstein PL, Clark RE. Determination of the accuracy of laminated wax interocclusal safers. JPD 1983 ; 50 : 327-331.
11. Millstein PL, Kronman JH, Clark RE. Determination of the accuracy of wax interocclusal registrations. JPD 1971 ; 25 : 189-196.
12. Fairhurst CW, Furman TC, Schallhorn RV, Kirkpatrick EL, Ryge G. Elastic properties of rubber base impression materials. JPD 1956 ; 6 : 534-542.
13. 강충희, 방몽숙. 고무 인상재의 크기 안정성 및 친수성에 관한 연구. 대한치과보철학회지 Vol.30, No2, 1992.
14. Riise C, Ericsson SG. A clinical study of the distribution of occlusal tooth contacts in the intercuspal position at light and hard pressure in adults. J Oral Rehab. 1983 ; 10 : 473-480.
15. Berman MH. Accurate interocclusal records. J. Prosthetic Dentistry. 1960 ; 10 : 620-30.
16. Boucher CO. Occlusion in Prosthodontics. JPD 1953 ; 3 : 633-656.
17. Miller J, Gtz G, Horz W, Kraft E. Study of the accuracy of different recording materials. JPD 1990 ; 63 : 41-6.
18. Mullick SC, Stackhouse JA, Vincent GR. A study of interocclusal record materials JPD 1981 ; 46 : 304-7
19. Dman PA, Jemt TM. Accuracy of impression materials in a semi-clinical model. Dent Mater 1988 ; 4 : 64-7.
20. Lacy AM, Bellman T, Fukui H, Jendresen MD. Time-dependent accuracy of elastomer impression materials. Part I : Condensation Silicones.
21. Eames WB, Wallace SW, Suway NB, Rogers LB. Accuracy and dimensional stability of elastomeric impression materials. JPD ; 1979 : 42 : 159-162.
22. Millstein PL, Clark RE, Kronman JH. De-

- termination of the accuracy of wax interocclusal registrations. Part II. JPD 1973 ; 29 : 40–45.
23. Preiskel HW. Considerations of the check record in complete denture construction. JPD 1967 ; 18 : 98–102.
 24. Prombonas A. The effect of altering the vertical dimension of occlusion on biting force. JPD 1994 ; 71 : 139–143.
 25. Lamers EM. Verifying the adaptation of final impression trays. 1991 ; 66 : 572–3.
 26. Millstein PL, Clark RE, Myerson RL. Differential accuracy of silicone-body interocclusal records and associated weight loss due to volatiles. JPD 1975 ; 33 : 649–54.
 27. Assif D, Himel R, Grajower Y. A new electromechanical device to measure the accuracy of interocclusal records JPD 1988 ; 59 : 672–6.
 28. Breeding LC, Dixon DL, Kinderknecht KE. Accuracy of three interocclusal recording materials used to mount a working cast. JPD 1994 ; 71 : 265–70.
 29. Chai J, Tan E. A study of surface hardness and dimensional stability of several intermaxillary registration materials. Int. J. Prothodont ; 1994 ; 7 : 538–591.
 30. Balthazar-Hart Y, Sandrik JL. Accuracy and dimensional stability of four interocclusal recording materials. JPD 1981 ; 45 : 586–591.

Abstract

A STUDY ON PHYSICAL PROPERTIES OF INTEROCCLUSAL
RECORDING MATERIALS

Jeong-Kil Kang, D.D.S., Hyoung-Woo Yu, D.D.S., M.S.D.,
Seung-Geun Ahn, D.D.S., M.S.D., Kwang-Yeob Song, D.D.S., Ph.D.,
Charn-Woon Park, D.D.S., Ph.D.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Chonbuk National University

The purpose of this study was to compare the dimensional stability, compression resistance, elastic recovery and surface hardness of elastomeric interocclusal recording materials.

Five commonly used elastomeric interocclusal recording materials (Ramitec, Regisil, Blue-Mousse, Stat-Br, Coltoflax) were selected for this study. According to ADA specification No. 19, two types of specimen were fabricated. Cylinder type specimens were used to test compression resistance and elastic recovery and plate type specimens were used to evaluate dimensional stability and surface hardness.

Paired t-test was applied to detect significance among the occlusal registration materials. The obtained results were as follows:

1. There were statistical difference in dimensional stability between the elastic interocclusal recording materials. The dimensional stability of silicone was higher than that of polyether tested ($p < 0.05$).
2. Coltoflax was significantly less resistance to compression than the other elastic interocclusal recording materials ($p < 0.001$).
3. The elastic recovery capacity of Blu-Mousse and Stat-Br is better than that of Coltoflax ($p < 0.01$).
4. The surface hardness of Coltoflax was lower than that of Blu-Mousse and Stat-Br ($p < 0.05$).
5. The percentage dimensional change of all materials was acceptable according to the limit of 0.5% suggested by ADA specification No. 19.