

치과용 인상재의 기계적 물성 및 흐름성 비교

Comparison of mechanical properties and flowability of dental impression materials

김 지 엽* 송 근 호** 이 광 래***
Kim, Ji-Yeob Song, Kun-Ho Lee, Kwang-Rae

Abstract

The purpose of this study is to determine and compare the mechanical and flow properties of polyvinylsiloxane impression pastes. Twelve polyvinylsiloxane impression materials were used. As mechanical properties, tensile strength and tear resistance were measured. Impression materials are subjected to tensile stresses when they are removed from the oral cavity and from stone models and tear resistance is the ability of the material to resist tearing under a tensile stress. Flow is dependent on the ability of the material to resist shear forces. Flow tests were performed to determine the handling characteristics and was measured using a shark fin testing device. An impression material must be able to penetrate the narrow subgingival sulcus and tight interproximal areas. Therefore, it must be able to resist the shear forces as it is pushed between tooth and gingival walls. It is necessary to understand the properties of interocclusal recording materials and is considered that the results obtained in this study will provide guideline information for the manufacturing of impression materials and for selecting appropriate impression materials.

키워드 : 인상재, 기계적 특성, 흐름성

Keywords : *impression materials, mechanical properties, flow property*

1. 서론

최근 생활수준의 향상과 더불어 인간수명 연장
과 노령화 추세에 따라 치과진료에 대한 수요가
급격하게 증가하고 있으며, 치과의 보철 치료에 있
어서 구강내의 정확한 인상 채득은 성공적인 보철
물 제작을 위한 중요한 요소이다. 구강의 인상채득
에 사용되는 치과용 고무 인상재는 치료 보철치료
과정에서 없어서는 안 될 중요한 재료로서 구강

내 상태를 복제하여 음형인기를 얻는 재료이며[1],
점주도에 따라 low(light body), medium(regular
body), high(heavy body), very high (putty)로 구
분된다. 이들 중 light body는 지대치 주입용이고
heavy body와 putty는 트레이용으로 사용된다.
Medium은 monophasic 또는 단일 점주도형으로 사
용할 수 있으며, pseudoplastic한 성질 즉, 재료에
전단응력이 많이 가해질수록 흐름성이 좋아지는
성질을 이용하는 것이다. 인상재는 적절한 흐름성
을 가지고 있어 변연부나 치은열구와 같은 얇은
부위나 미세부에 잘 흘러 들어가고 경화 후에는
찢김 없이 제거될 수 있는 기계적 강도를 가져야
한다[2]. 여러 가지 인상재 중에서 부가중합형 실
리콘 고무 인상재는 인상 채득시 반응 부산물이

* 강원대학교 대학원 화학공학과 석사과정

** 강원대학교 LINC사업단, 공학박사

*** 강원대학교 화학공학과 교수, 공학박사, 교신
저자

없고, 정밀도가 높으며, 경화 후 크기 변화가 적고, 작업시간과 경화시간이 짧으며, 탄성 회복력이 우수하다는 장점[4]들 때문에 가격이 비싸고 함몰부위 인상채득이 다소 힘들다는 단점에도 불구하고 현재 임상에서 널리 사용되고 있다[3]. 시중에서 유통되고 있는 부가중합형 실리콘 인상재 제품은 각각의 특성을 가지고 있으며, 본 연구에서는 국내에서 유통되고 있는 인상재의 기계적 물성(인장강도, 인열강도, 연신율, 점주도)과 흐름성의 척도로서 Shark fin test[4][5]를 수행하고 비교하였다.

2. 실험방법 및 결과

국내에서 시판되고 있는 12종 (국내제품 6종, 수입제품 6종)의 제품에 대하여 기계적 물성, 즉, 인장강도(Tensile strength), 인열강도(Tear resistance), 연신율 (Elongation), 점주도(Consistency), Shark's Fin height를 측정하였다.

2.1 인장강도(Tensile strength)

인장강도를 측정하기 위하여 ASTM D412번 커터를 사용해 두께 2mm의 시편 3개를 제조하였다. 제조한 시편을 37℃의 오븐에서 30분간 경화시킨 후 UTM (LLOYD, LR 10K, U.S.A)의 Cross head speed는 5mm/s에서 측정하였다.

Table 1에서 알 수 있듯이, 시중에 유통되고 있는 인상재의 인장강도는 2.1~4.4 Mpa의 범위에 속해 있으며, 대부분의 제품들은 2.3~2.4 정도의 인장강도를 보였다. Dentsply사의 Aquasil 제품이 가장 큰 인장강도 4.4Mpa와 3.7Mpa를 나타내었다.

2.2 인열강도(Tear resistance) 측정

인열강도를 측정하기 위하여 ASTM D624번 커터를 사용해 두께 2mm의 시편 3개를 제조하였다. 제조한 시편을 37℃의 오븐에서 30분간 경화시킨 후 UTM (LLOYD, LR 10K, U.S.A)의 Cross head speed는 5mm/s에서 측정하였다.

Table 2에 나타내었듯이, 국산제품은 7.0~9.3 N/mm를 나타내었으며, Vericom사의 제품이 가장 큰 인열강도인 9.3 N/mm를 나타내었다. 수입제품은 4.8~8.2 N/mm를 나타내었으며, GC사 제품이 가장 낮은 4.8N/mm를 나타내었다. 국산제품의 수입품보다 우수한 인열강도를 나타내는 것을 알 수 있다.

Table 1. Tensile strength(MPa)

Manufacturer	Product	TS [Mpa]	Remark
Vericom	Vonflex light	2.6	domestic
SungboTech	Dentasil	2.2	"
Denkist	Charmflex Light premium	2.2	"
Happyden	Delikit	2.8	"
Spident	I-Sil	2.6	"
Handae Chemical	PERFECT-F	3.9	"
3M ESPE	Imprint™ II Garant™ LB	2.1	imported
Dentsply	Aquasil Ultra XLV	4.4	"
	Aquasil Ultra LV	3.7	"
Shinwon Dental	S-Silicone	2.3	"
Coltene	Affinis	2.4	"
GC	EXAMIXFINE Injection type	2.1	"

Table 2. Tear resistance(N/mm)

Manufacturer	Product	TR [N/mm]	Remark
Vericom	Vonflex light	9.3	domestic
SungboTech	Dentasil	8.2	"
Denkist	Charmflex Light premium	7.0	"
Happyden	Delikit	9.5	"
Spident	I-Sil	8.6	"
Handae Chemical	PERFECT-F	7.0	"
3M ESPE	Imprint™ II Garant™ LB	7.6	imported
Dentsply	Aquasil Ultra XLV	8.2	"
	Aquasil Ultra LV	6.8	"
Shinwon Dental	S-Silicone	6.1	"
Coltene	Affinis	5.7	"
GC	EXAMIXFINE Injection type	4.8	"

2.3 연신율(Elongation)

연신율은 인장시험 때 재료가 늘어나는 비율이며, 힘이 탄성한계 내에서 작용한다면, 늘어난 길이는 훅의 법칙에 따라 가해진 힘의 크기에 비례한다. 이 늘어난 길이를 퍼센트로 나타낸 양이 연신율이다. 연신율이 우수한 재료는 연성(ductility)이 좋다. 연신율은 인장강도 측정시에 UTM (LLOYD, LR 10K, U.S.A)의 Cross head speed를 5mm/s 로 하여 측정하였다.



Fig.1. Apparatus for consistency and elongation measurement

Table 3. Elongation [%]

Manufacturer	Product	Elongation [%]	Remark
Vericom	Vonflex light	298.4	domestic
SungboTech	Dentasil	243.1	"
Denkist	Charmflex Light premium	249.1	"
Happyden	Delikit	413.7	"
Spident	I-Sil	386.1	"
Handae Chemical	PERFECT-F	248.8	"
3M ESPE	Imprint™ II Garant™ LB	209.4	imported
Dentsply	Aquasil Ultra XLV	169.1	"
	Aquasil Ultra LV	175.2	"
Shinwon Dental	S-Silicone	184.2	"
Coltene	Affinis	184.8	"
GC	EXAMIXFINE Injection type	343.9	"

위의 Table 3에서 알 수 있듯이 시중에서 유통되고 있는 연신율은 169.1~413.7%를 나타내었으며, 국산제품은 248.8~413.7 이었고, 수입제품은 169.1~343.9% 이었다. 대체적으로 국산제품은 250%대가 많았으며, 수입제품은 180%대가 많았다.

2.4 점주도(Consistency)

아래 그림에서 나타낸 바와 같은 기구들을 이용하여 점주도(Consistency)를 측정하였으며, 측정치를 아래 Table 4에 나타내었다.

Table 4. Consistency [mm]

Manufacturer	Product	Consistency [mm]	Remark
Vericom	Vonflex light	44.0	domestic
SungboTech	Dentasil	47.7	"
Denkist	Charmflex Light premium	44.1	"
Happyden	Delikit	50.7	"
Spident	I-Sil	53.0	"
Handae Chemical	PERFECT-F	51.9	"
3M ESPE	Imprint™ II Garant™ LB	50.9	imported
Dentsply	Aquasil Ultra XLV	47.7	"
	Aquasil Ultra LV	41.3	"
Shinwon Dental	S-Silicone	48.7	"
Coltene	Affinis	54.0	"
GC	EXAMIXFINE Injection type	49.7	"

점주도는 41.3~54.0mm이었으며, 국산제품과 수입제품이 대체로 비슷한 수치를 나타내었다.

2.5 Shark fin test



Fig.2. Shark fin test device and procedure for measurement[4]

인상재의 흐름성 test로서 Shark fin device를 이용하여 Shark fin height[mm]를 측정하였다. Table 5에서 알 수 있듯이 Shark fin height가 9.5~22.5mm에 분포하고 있다. 국내제품은 9.5~16.6mm를 나타내었으며, 수입제품은 15.0~22.7 [mm]를 보였다. 이는 수입제품이 국내제품에 비하여 흐름성이 우수함을 의미한다.

Table 5. Shark fin height [mm]

Manufacturer	Product	Shark Fin height[mm]	Remark
Vericom	Vonflex light	11.5	domestic
SungboTech	Dentasil	12.0	"
Denkist	Charmflex Light premium	9.5	"
Happyden	Delikit	16.6	"
Spident	I-Sil	15.6	"
Handae Chemical	PERFECT-F	12.0	"
3M ESPE	Imprint™ II Garant™ LB	16.6	imported
Dentsply	Aquasil Ultra XLV	13.6	"
	Aquasil Ultra LV	21.3	"
Shinwon Dental	S-Silicone	15.0	"
Coltene	Affinis	22.5	"
GC	EXAMIXFINE Injection type	22.7	"

3. 결론

치과용 인상재는 치아 및 구강 내조직을 복제하여 다이나 모형을 제작하기 위해 사용되는 재료이다. 치과용 인상재는 치아나 구강조직을 정밀하게 복제할 수 있어야 하고, 인상채득 시 구강 내에 잘 안착될 수 있도록 적당한 흐름성과 탄성이 있어야 하며, 적절한 기계적 강도를 가지고 있어야 구강 내에서 제거 시 변형이 생기지 않는다. 따라서 치과용 인상재를 사용하는 치과 의사는 본 연구에서 측정·비교한 실험 data를 이용하여 지과 진료에 적절한 인상재를 선정하는 데 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 인상재를 개발하고자 하는 기업에서는 본 연구에서 측정·비교한 실험 data를 인상재 개발을 위한 가이드로 유용하게 활용할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] K. J. Anusavice, Skinner's science of dental materials, 11th ed., 205-231, Saunders Press, St. Louis, 2003.
 [2] T. Aziz, W. Mark, and J. Robert, Development of a new poly (dimethyl siloxane) maxillofacial prosthetic material, J.

- Biomed. Mater. Res. B. Appl. Biomater.,
65B, 252, 2003.
- [3] J. F. McCabe and H. J. Wilson, Addition
curing silicone rubber impression materials.
An appraisal of their physical properties,
Brit. Dent. J., 145, 17, 1978.
- [4] B. Richter*, Th. Klettke, B. Kuppermann,
C. FührerFlow, Properties of Light Bodied
Impression Materials During Working
Time. 3M ESPE AG, Seefeld, Germany
- [5] 박기목, “부가중합형 실리콘 인상재에 대한
연구”, 강원대학교 석사학위논문, 2013.