



열가소성 가타퍼차 근관충전재료의 흐름성 특성

백명현¹, 송부석¹, 최은미^{2,*}

메타바이오메드 기술연구소¹, 경동대학교 치위생학부²

Flow properties of thermoplasticized Gutta Percha obturation materials

Myong-Hyun Baek¹, Bu-Seok Song¹, Eun-Mi Choi^{2,}*

¹*Meta Biomed R&D Institute*

²*Department of Dental Hygiene, Kyungdong University*

The purpose of this study is to evaluate the flow ability of the thermoplasticized Gutta Percha in different temperatures. Four Gutta Percha products were classified by its hardness (soft, medium, and hard) and were experimented by the Rheometer (Melt flow indexer MFI-10, DAVENPORT, England) measuring apparatus, in $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, and in a relative humidity of $(50 \pm 5) \%$, following the guidelines of ISO 1133-1:2011. The heating temperature ranged from 108°C , 160°C to 200°C , and the load at 2.16 kg and 3.8 kg. The Gutta Percha was cut in 5 mm to be suitable for the rheometer pressurization process. After the experiment was conducted with a preheating time of 5 minutes, a cutting time of 5-240 seconds, and a sample of 10 grams, the Gutta Percha did not show any changes in fluidity for 108°C , 160°C , but showed a change in its flow ability in 200°C . Also, the Gutta Percha did not show any changes in its fluidity when it was pressurized by 2.16 and 3.8 kilograms. Therefore, this experiment shows that the heating temperature and the cut-off time showed a significance while measuring the melt flow rate.

Key words : Canal filling, Melt flow rate, Gutta Percha, Thermoplastic, Weight

백명현 (ORCID ID: 0000-0002-0537-8331)

송부석 (ORCID ID: 0003-3368-9759)

Corresponding author : 최은미 (0000-0003-4621-5923)

(26495) 강원도 원주시 문막읍 견훤로 815 경동대학교
치위생학부

Tel: 033-738-1301, Fax: 033-738-1349

E-mail: emchoi@kduniv.ac.kr

Received: Nov. 05, 2018; Revised: Dec. 10, 2018; Accepted: Dec. 17, 2018

The purpose of this study is to evaluate the flow ability of the thermoplasticized Gutta Percha

서론

근관충전용 포인트는 ISO 6877에서 제시한 포인트 형태의 외형과 생체적합성(KS P ISO 10993-1과 KS P ISO 7405), 길이, 크기, 물리적 충실도, 방사선 불투과성, 색상코드에 대한 규정을 제시하고 있으며 (1), 충전재료의 임상적용 시에는 근관에 대한 밀폐성, 근관벽에 대한 접착성 그리고 항균성, 방사선 불투과성, 유동성, 체적 안전성 및 조작성 등의 특성을 가져야 한다. 열가소성 가타퍼차가 개발되기 전까지 사용하던 고휘형 가타퍼차는 전통적인 근관충전재료로 다양한 유형의 실러와 함께 사용되어 왔다. 근관충전용 실러로는 레진계, 산화아연유지놀계, 수산화칼슘계 및 칼슘실리케이트계 등의 소재들로 구성 되어있으며, 과거에는 주로 근관 밀폐성과 근관벽에 대한 접착성을 높여 근관부 감염방지를 위해 두세가지 재료를 복합적으로 사용했다 (2). 그러나 1990년대부터 열가소성 근관충전재가 개발되어 단일 충전재료 치근관을 밀폐하여 사용할 수 있게 되었다.

가타퍼차는 1967년 Schilder에 의해 고안되어 (3) 현재까지 다양하게 개발되어 진료실에서 근관충전 재료로 사용되고 있으며 (4), 우리나라 가타퍼차의 역사는 1980년대에 시작되어 현재 전 세계 시장의 약 30% 이상을 생산하여 공급하고 있다.

일반적으로 열가소성 근관충전재는 재료가 갖는 가역적인 열가소성을 이용하여 주입하는 시술 방법으로 충전 재료는 유기 폴리머와 무기 성분, 가공 조제의 첨가량에 따라 연질

(soft, light), 중질(medium, regular), 경질(hard, heavy)형으로 분류할 수 있다. 가타퍼차의 무기 성분의 비율은 이들 물질의 열적 특성에 영향을 줄 수 있으며, 가열 요소의 온도 설정은 사용 된 근관 충전재의 소성 특성에 영향을 준다 (5).

또한 근관충전재는 근관 첨단까지 재료가 도달할 수 있도록 적절한 흐름성이 요구될 뿐 아니라 열화된 가타퍼차 주입기 내에서도 최적 온도와 흐름성이 요구된다. 과거 사용 하던 고휘형 근관충전재는 국제표준 기준이 제시되어 있고, 근관충전 재료의 성능 및 안전성 시험 방법이 가이드라인으로 보고되어 있다 (1).

근관 충전재의 연구 동향은 열분석 및 열가소성에 대한 평가에서 가타퍼차의 가열온도에 따른 PR(penetration resistance) 측정과 열 안정성의 연구 (6), MFT(melt-flow temperature) 측정과 적외선 열화상 장치로 온도를 측정한 연구 (7), Thermoplastic endodontic obturation materials로 흐름성 측정 연구방법이 있으나 아직까지 열가소성 근관충전재의 흐름성에 대한 측정 규격이 제시되어 있지 않았다 (8).

따라서 본 연구에서는 서로 다른 온도 설정을 받았을 때 열가소성 가타퍼차의 흐름성 특성을 평가 해보고자 했다. 일반적으로 고휘형 근관충전재료의 제품들은 KS P ISO 6877에 제시된 물리적 특성의 시험방법으로 평가하여 사용하고 있으나 현재까지 열가소성 근관충전재료의 흐름성에 따른 물리적 특성 연구가 없어 흐름성 특성을 시험하여 기준을 제시하고자 하였다.

Table 1. Gutta Percha test materials used in this study

Group	Materials	Composition	Lot number	Manufacturer
GPM	Gutta Percha Obturator MEDIUM	Gutta Percha, Zinc Oxide, Barium Sulfate, Stearic Acid	DOR-1709-01	DIADENT GROUP INTERNATIONAL, Korea
GPR	Gutta Percha Obturator Regular type	Gutta Percha, Zinc Oxide, Barium Sulfate, Coloring Agent	8044C	Sure Dent corporation, Korea
BLGPR	B&L Gutta Percha Pellet regular	Gutta Percha, Zinc Oxide, Barium Sulfate, Coloring Agent	8237F	Bnlbio co.,ltd, Korea
GPH	Gutta Percha Rope, heavy &	Gutta Percha, Zinc Oxide, Barium Sulfate, Bees wax, Coloring Agent	GRH18070303	META BIOMED CO., LTD, Korea
	Gutta Percha Bar Plus, medium		GBP18032108	

재료 및 방법

1. 재료 및 시편제작

현재 임상에서 사용되는 열가소성 가타퍼차 4개 제품을 대상으로 실험하였다(Table 1). 가타퍼차의 흐름성 특성은 국제표준에서 규정하고 있는 시험 방법에 따라 측정 시편을 24시간 동안 (23 ± 2) °C, (50 ± 5) % 상대습도 조건에서 보관한 후 사용하였다.

흐름성 측정 온도는 열연화 가타퍼차 주입법에 사용되는 펠릿이나 바(bar) 형태의 재료들이 근관충전재의 적절한 흐름성을 갖기 위해서는 Soft type의 재료는 150~160°C, Hard type 재료는 180~200°C의 온도로 가열하도록 권장하고 있는 온도에 따라 108°C, 160°C, 200°C로 설정하여 (7), Soft, Medium(regular), Hard(heavy) type 6개 그룹으로

분류하여, 하중을 2.16 kg, 3.8 kg로 가압하여 측정했다. 6개 그룹의 실험조건은 각 그룹당 3가지 온도 변수와 2가지 하중 변수로 총 6회 실험조건으로 하여 각각의 시편마다 10회 반복 실험으로 총 360개의 시편을 가지고 실험 했다. 이때 가타퍼차 시편은 특별한 제작과정 없이 생산된 제품을 그대로 사용했으며, 레오미터 사용 시 가압과정에 적합하도록 약 5 mm 단위로 잘랐으며, Preheating time 5분, Cutting time 5~240초, Sample 10 g으로 설정했다.

2. 실험방법

일반적인 열가소성 플라스틱 물질은 온도와 하중이 물질별로 규격이 정해져 있어 Cut-off time을 ISO 1133-1:2011과 ASTM D 1238-13에서 제시한 대로 측정이 가능하나 본 연구에 사용된 실험군에 ISO 규격을 적용하여 실험한 결과 Cut-off

Table 2. Sample Mass and Cut-off time

Melt Flow Rate (g/10min)	Sample Mass(g)	Cut-off time (sec)
>0,1 - 0,5	10	240
>0,5 - 1,0		120
>1,0 - 3,5		60
>3,5 - 10,0		30
>10,0 - 25,0		10 - 15
>25,0		5

Table 3. Sample Condition, Temperature(°C)/Cut-off time(s)

Sample Code	Product	Load (kg)	group	Temperature(°C)/Cut-off time(s)					
				108°C		160°C		200°C	
1	Dia-dent GPR	2,16	1-1	1-1-1	30	1-1-2	15	1-1-3	15
		3,8	1-2	1-2-1	15	1-2-2	5	1-2-3	5
2	Sure-endo GPR	2,16	2-1	2-1-1	120	2-1-2	60	2-1-3	30
		3,8	2-2	2-2-1	60	2-2-2	15	2-2-3	10
3	B&L GPR	2,16	3-1	3-1-1	240	3-1-2	60	3-1-3	30
		3,8	3-2	3-2-1	60	3-2-2	15	3-2-3	10
4	Meta Biomed	2,16	4-1	4-1-1	60	4-1-2	30	4-1-3	15
		2,16	4-3	4-3-1	30	4-3-2	15	4-3-3	5

time이 짧아 사이클당 나오는 시료 양이 너무 적어 측정오차가 발생하고 ASTM D 1238-13 규격은 상대적으로 Cut-off time이 너무 길어서 측정이 어려워 측정기구 설비 업체에서 제시한 표를 참고하여 재료를 측정했다. 또한 MFR 25 g/10 min 초과 시 제시된 값이 없어 5초로 설정하여 측정했다(Table 2). 실험방법은 ISO 1133-1:2011, ASTM D1238-13, KS M ISO 1133-1:2016의 제시에 따라 레오미터 (Melt flow indexer MFI-10, DAVENPORT, England) 측정했다 (9-12).

실험 과정은 재료의 용융점에 대한 지식을 근거로 온도, 하중을 선택하여(Table 3), 실험 장치의 실린더가 15분 이상 온도를 유지하는지 확인 한 후 펠릿형태의 10 g의 시료를 실린더에 압력을 가하여 패킹용 봉으로 압축시켜 채운다. 이때 충전물에 공기가 없도록 하여 1분미만으로 충전과정을 완료한다. 충전이 완료되면 즉시 피스톤을 실린더에 하중을 적용하며 피스톤 지지대를 설치한다. 5분간 예열시간 동안 온도를 확인 하면서 피스톤 지지대를 제거하고 필라멘트가

Table 4. Experiment results by group

No	Sample Code	Parameters temp/weight/time	Mean	SD	Average MFR (g/10min)
1	1-1-1	108/2.16/30	0.1600	0.0047	3.20
2	1-1-2	160/2.16/15	0.3669	0.0306	14.68
3	1-1-3	200/2.16/15	0.5903	0.0635	23.61
4	1-2-1	108/ 3.8/15	0.3361	0.0148	13.44
5	1-2-2	160/ 3.8/ 5	0.3463	0.0140	41.55
6	1-2-3	200/ 3.8/ 5	0.6913	0.0690	82.95
7	2-1-1	108/2.16/120	0.0734	0.0045	0.37
8	2-1-2	160/2.16/60	0.3405	0.0071	3.40
9	2-1-3	200/2.16/30	0.3943	0.0320	7.89
10	2-2-1	108/ 3.8/60	0.3038	0.0224	3.04
11	2-2-2	160/ 3.8/15	0.3120	0.0086	12.48
12	2-2-3	200/ 3.8/10	0.3972	0.0194	23.83
13	3-1-1	108/2.16/240	0.1704	0.0223	0.43
14	3-1-2	160/2.16/60	0.2775	0.0095	2.77
15	3-1-3	200/2.16/30	0.3448	0.0191	6.90
16	3-2-1	108/ 3.8/60	0.3004	0.0257	3.00
17	3-2-2	160/ 3.8/15	0.2984	0.0077	11.94
18	3-2-3	200/ 3.8/10	0.2863	0.0118	17.18
19	4-1-1	108/2.16/60	0.3259	0.0122	3.26
20	4-1-2	160/2.16/30	0.2700	0.0059	5.40
21	4-1-3	200/2.16/15	0.3979	0.0153	15.92
22	4-2-1	108/ 3.8/15	0.2287	0.0141	9.15
23	4-2-2	160/ 3.8/15	0.5455	0.0146	21.82
24	4-2-3	200/ 3.8/ 5	0.3501	0.0178	42.01
25	4-3-1	108/2.16/30	0.3622	0.0218	7.24
26	4-3-2	160/2.16/15	0.4506	0.0148	18.03
27	4-3-3	200/2.16/ 5	0.3578	0.0259	42.94
28	4-4-1	108/ 3.8/15	0.5859	0.0534	23.44
29	4-4-2	160/ 3.8/ 5	0.5262	0.0434	63.15
30	4-4-3	200/ 3.8/ 5	0.9928	0.0848	119.14

압출될 때까지 중력에 의해 피스톤이 내려가게 하여 피스톤 상의 하부의 기준표시가 도달했을 때 타이머를 시작시키고 동시에 절단 도구로 압출물을 절단시간 간격(t)으로 절단하여 시편들을 모아 질량(m)을 측정한다.

용융 질량 흐름률(MFR)은 g/10 min 단위로 다음의 공식으로 계산한다.

$$MFR(T, m_{nom}) = \frac{600 \times m}{t}$$

- T : 시험온도
- m_{nom} : 공칭 하중을 가하는 질량(kg)
- 600 : g/s를 g/10min으로 변환하는데 사용되는 인수(600sec)
- m : 절단 부분의 평균 질량(g)
- t : 절단 시간 간격(sec)

3. 통계분석

열가소성 가타퍼차의 흐름성을 측정하기 위해 평균과 표준편차는 빈도분석, 하중과 온도에 따른 흐름성의 평균값 분석은 t-test와 one-way ANOVA로 분석했다. 사후검증은 Tukey HSD를 이용해 0.05 수준에서 유의성을 분석 하였다 (SPSS 20.0, SPSS Inc., Chicago, USA).

결 과

1. 가타퍼차 제품에 따른 흐름성 측정 결과

열가소성 가타퍼차 4개 제품의 시편을 각각 하중 2.16 or 3.8 kg 그리고 가열 온도는 108℃, 160℃, 200℃, Preheating time 5분, Cutting time 5~240초, Sample 10 g으로 매 시편마

다 10회 측정된 결과 Table 4와 각 그룹간 비교의 평균과 표준편차는 Table 5와 같이 나타났다.

2. Lot No에 따른 제품 그룹 간 비교

열가소성 가타퍼차 4개 제품의 Lot No에 따른 흐름성 측정 결과는 Table 6과 같이 나타나 분산의 동질성이 있는 것으로 조사되었다.

3. 온도에 따른 흐름성 측정 결과

108℃, 160℃ 그리고 200℃의 온도에 따른 흐름성 측정 결과는 Table 7과 같다.

4. 하중에 따른 흐름성 측정 결과

2.16 kg와 3.8 kg의 하중에 따른 측정 결과는 Table 8과 Table 9와 같다.

고 찰

가타퍼차는 1800년대 후반부터 연화해서 금선(gold wire)을 이용하여 치근관에 사용했다 (13). 근관 폐쇄용 가타퍼차는 그 이후 약 100년간 고행 근관충전 재료로 사용되어지다가 1990년대부터 카트리지에 충전재를 삽입하여 사용이 가능한 열가소성 가타퍼차로 개발되었다. 열가소성 근관충전은 치근관의 해부학적 특성에 따라 근관 적합성을 높여주고 열화가 가능한 전용 가열주입기가 있어 시술자의 시술 편리성을 높여줄 수 있다. 특히 구치부 치아는 치근관이 2~3개로 나타나기 때문에 근관을 완전하게 밀폐하기가 어려워 과거에는 주로 고행 가타퍼차와 실러를 함께 사용해

Table 5. Mean comparison of experimental group

Division	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Mean	.3888	.3879	.3783	.3853	.3830	.3867	.3713	.3749	.3655	.3727
SD	.17161	.17817	.17566	.17775	.18315	.19358	.18491	.17467	.16107	.17107

Table 6. Comparison of Lot number by group

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	<i>p-value</i>
T1	Intergroup	.177	3	.059	2,271	.104
	Within group	.677	26	.026		
	Total	.854	29			
T2	Intergroup	.162	3	.054	1,857	.162
	Within group	.758	26	.029		
	Total	.921	29			
T3	Intergroup	.157	3	.052	1,850	.163
	Within group	.737	26	.028		
	Total	.895	29			
T4	Intergroup	.173	3	.058	2,019	.136
	Within group	.743	26	.029		
	Total	.916	29			
T5	Intergroup	.158	3	.053	1,683	.195
	Within group	.815	26	.031		
	Total	.973	29			
T6	Intergroup	.174	3	.058	1,647	.203
	Within group	.913	26	.035		
	Total	1,087	29			
T7	Intergroup	.163	3	.054	1,700	.192
	Within group	.829	26	.032		
	Total	.992	29			
T8	Intergroup	.157	3	.052	1,863	.161
	Group	.728	26	.028		
	Total	.885	29			
T9	Intergroup	.145	3	.048	2,071	.129
	Within group	.607	26	.023		
	Total	.752	29			
T10	Intergroup	.168	3	.056	2,132	.120
	Within group	.681	26	.026		
	Total	.849	29			

왔다. 사실 두세가지 근관 충전재로 근관을 충전 하는 것보다 단일충전재로 근관을 충전하게 되면 밀폐성과 적합성이 높아진다. 또한 열가소성 근관충전재는 1994년에 가타퍼차의 주입방법이 카트리지와 건으로 개발됨에 따라 사용량이

증가되고 있다. 현재 치과 진료실에서 치근관 충전재로 열가소성 가타퍼차를 많이 사용하고 있어 제조자와 사용자는 열가소성 근관충전재료의 물리적 특성을 잘 이해할 수 있어야 한다.

Table 7. Comparison of Melt flow rate by temperature

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p-value
Intergroup	.192	2	.096	3,719	.037
Within group	.696	27	.026		
Total	.888	29			

Table 8. Comparison of Melt Flow Rate by Weight

	Weight	N	Mean	SD	Std. Error
Mean	2.16kg	15	.3470	.14166	.03658
	3.8kg	15	.4119	.20281	.05237

*by chi-square test

Table 9. Multiple Comparisons of Melt Flow Rate by Weight

	F	p-value	t	df	p-value (both)	Mean Difference	Std. Error	OR(95% CI)	
								Low	High
Mean	1,000	.326	-1,015	28	.319	-.06485	.06387	-.19569	.06599

* one-way ANOVA

가타퍼차는 유기 폴리머와 산화 아연 및 황산 바륨과 같은 무기 성분으로 구성되어 있다 (14). Gurgel-Filho 등은 특히 제제 중 가타퍼차의 비율이 낮으면 가소성 및 유동성이 감소할 수 있다고 했다 (15). 또한 상이한 열가소성 값으로 가타퍼차를 실험한 결과 가타퍼차 제제의 유동성에 차이가 나타난다고 보고한 바 있다 (14).

그러므로 열가소성 가타퍼차의 열화물 온도와 같은 열적-기계적인 물성을 이해하여야 하며, 근관충전용 열가소성 가타퍼차는 치근관 특성에 따라 적절하게 유입되어야 하기 때문에 적절한 흐름성이 있어야 한다. 고형 근관충전재의 흐름성을 측정하기 위해 연질형 150~160℃, 경질형 180~200℃의 온도로 가열하도록 권장하고 있다 (7). 본 연구에서도 제조사의 시험시 가열온도인 108℃의 과거 연구 (16)에서 같이 시험조건에 온도를 맞추기 위해 108℃ 160℃와 200℃로 온도를 설정하여 측정 한 결과 평균값은 동질성이 있는 것으로 조사되었다.

또한 가타퍼차의 흐름성을 정확하게 파악하고자 각 시편은 별도의 시편제작 과정이 없이 시판되는 4개 가타퍼차

펠렛 제품으로 측정했다. 가타퍼차 재료는 가열시 지나치게 온도가 높거나 낮으면 흐름성이 영향을 받기 때문에 치근관을 균일하게 충전하기 어렵고, 흐름성에 따라 저충전과 과충전 또는 불안정한 충전으로 근관 내 빈 공간을 야기 시켜서 근관충전의 실패요인 되기도 한다 (17). 또한 열가소성 가타퍼차는 주입기에서 열연화 온도를 160℃ (Obtura II)로 실험한 결과 치근표면에서 8.5℃와 22.1℃로 상승된다고 보고되었다 (18). 그리고 재료의 가열 온도에 따라 측정된 결과 주입기를 통해 근관으로 열가소성 가타퍼차 주입 시 약간의 온도가 상승되기 때문에 흐름성 측정의 경우 온도와 하중, Cut-off time의 설정에 따라 흐름성 특성이 변화될 것으로 예측되어 본 조사에서는 온도와 하중 그리고 Cut-off time을 다양하게 설정하여 측정했다.

결론

본 연구에서는 근관충전재인 열가소성 가타퍼차를 Soft,

Medium 그리고 Hard type으로 분류 하여 가열 온도를 10 8℃, 160℃ 그리고 200℃ 설정하고 하중을 2.16 kg과 3.8 kg의 무게로 가압하여 측정된 결과 온도를 200℃까지 열화하면 흐름성 성질이 변화되었다. 하중은 흐름성 특성에 크게 영향을 미치지 않았으나 온도와 Cut-off time의 설정이 중요한 것으로 조사 되었다.

따라서, 열가소성 가타퍼차 열화 온도는 200℃까지 열화하면 흐름성 성질이 변화되기 때문에 최근 치과진료실에서 많이 사용되는 근관충전 재료인 열가소성 가타퍼차의 흐름성에 대한 제품의 특성을 사용설명서에 제시해야 할 것으로 사료되었다.

참고문헌

- International Organization for Standardization. ISO 6877:2006. _ Dentistry Root canal obturating points_. Geneva Switzerland: ISO; 2006.
- 권영대, 석수황, 이상혁, 임범순. 연고형 Mineral Trioxide Aggregates (MTA)와 분말용액혼합형 MTA의 물성 비교 연구. Korean J Dent Mater. 2017;44(1):011-020.
- Schilder H, Goodman A, Aldrich W. The thermo mechanical properties of gutta percha. Part V. Volume changes in bulk gutta-percha as a function of temperature and its relationship to molecular phase transformation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1985;59:285-296.
- Lipski Mariusz. In Vitro Infrared Thermographic Assessment of Root Surface Temperatures Generated by High-Temperature Thermoplasticized Injectable Gutta-Percha Obturation Technique. Am Asso of Endod. 2006;32:438-441.
- Marciano MA, Ordinola-Zapata R, Cunha TV, Duarte MA, Cavenago BC, Garcia RB, et al. Analysis of four gutta-percha techniques used to fill mesial root canals of mandibular molars. Int Endod J. 2011;44(4):321-9.
- 문현주. 열연화 주입방식 거타퍼차 근관충전재료의 열 분석 및 열가소성 평가에 관한연구. 전남대학교대학원 치의학과 치의학 박사학위논문; 2015.
- 문현주, 김민강, 최혜림, 김해영, 송호준, 박영준. 적외선 열화상장치를 이용한 열연화거타퍼차 근관충전재료와 주입기의 온도평가. Korean J Dent Mater. 2014;41(3): 223-231.
- Nathan Li, N. Luebke, Draft Protocol Thermoplastic endodontic obturation Material Flow rate testing. Interlaboratory Testing Proposal (ILT) ISO/IC 106 Subcommittee 1 Working Group 2 C.
- International Organization for Standardization. ISO 1133-1:2011. _First edition Plastic Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and melt volume flow rate(MVR) of thermo plastics. Part 1: Standard-method_. Geneva: ISO; 2011.
- ASTM D1238-13:2010. _ Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer, This standard is issued under the fixed. Current edition approved Aug.1, 2013. Published August 2013. Originally approved In 1965. Last previous edition approved in 2010 as D1238 -10_. ASTM;2010.
- KS M ISO 1133-1 플라스틱 열가소성 플라스틱의 용융 질량 흐름률(MFR) 및 용융체적 흐름률(MVR)의 측정, 제1부 : 표준 방법 KS MISO 1133-1:2012. 지식경제부 기술표준원.
- KS M ISO 1133-2 플라스틱 열가소성 플라스틱의 용융 질량 흐름률(MFR) 및 용융 체적흐름률(MVR)의 측정, 제2부: 시간-온도 또는 수분에 민감한 물질을 위한 방법 KSM ISO 1133-2:2016. 산업표준심의회.
- Perry SG. Preparing and filling the roots of teeth. Dent Cosmos. 1883;25:182-194.
- Tanomaru-Filho M, Pinto RV, Bosso R, Nascimento CA, Berbert FL, Guerreiro- Tanomaru JM. Evaluation of the thermoplasticity of gutta-percha and resilon(R) using the obtura II system at different temperature settings. Int Endod J. 2011;44: 764-768.
- Gurgel-Filho ED, Feitosa JP, Gomes BP, Ferraz CC, Souza-Filho FJ, Teixeira FB. Assessment of different

- gutta-percha brands during the filling of simulated lateral canals. *Int Endod J.* 2006;39(2): 113-8.
16. Velayutham Gopikrishna, Gali Pradeep, Nagendrababu Venkateshbabu, Assessment of pulp vitality: a review, Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Meenakshi Ammal Dental College, Chennai, India.
17. Song M, Kim H, Lee W, Kim E. Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery. *J Endod.* 2011;37: 1516-1519.
18. Lipski M. Root surface temperature rises in vitro during root canal obturation with thermoplasticized gutta-percha on a carrier or by injection. *J Endod.* 2008;30: 441-443.

열가소성 가타퍼차 근관충전재료의 흐름성 특성

백명현¹, 송부석¹, 최은미^{2,*}

메타바이오메드 기술연구소¹, 경동대학교 치위생학부²

본 연구의 목적은 서로 다른 온도 설정을 받았을 때 열가소성 가타퍼차의 흐름성 특성을 평가 해보고자 현재 임상에서 사용되는 가타퍼차 4개 제품을 연질, 중질, 경질로 분류하여 실험하였으며, 실험시편은 24시간 동안 (23 ± 2) °C, (50 ± 5) % 상대습도 조건으로 하여 ISO 1133-1:2011의 제시에 따라 레오미터(Melt flow indexer MFI-10, DAVENPORT, England)로 측정했다. 가타퍼차 재료의 열화 온도는 108°C, 160°C, 200°C의 온도로 하고 하중은 2.16 kg, 3.8 kg으로 설정했으며 시편은 레오미터 가압과정에 적합하도록 약 5 mm 단위로 잘랐으며, Preheating time 5 분, Cutting time은 5~240초, 샘플은 10 g 으로 하여 실험한 결과 108°C, 160°C의 온도에서는 흐름성 성질에 변화가 없었으나 200°C까지 열화하면 흐름성 성질이 변화되는 것으로 나타났다. 가압 하중은 2.16 kg과 3.8 kg으로 하여 측정한 결과 하중은 흐름성 특성에 영향을 미치지 않았으나 열가소성 가타퍼차의 흐름성 측정의 경우 온도와 Cut-off time의 설정이 매우 중요한 것으로 조사 되었다

색인 단어 : 근관충전, 흐름성, 가타퍼차, 열가소성, 하중
