유동성 복합레진의 물리적 성질에 대한 연구

김지영 · 정병초 · 양규호

전남대학교 치과대학 소아치과학 교실 및 치의학 연구소

국문초록

최근 유동성 복합레진은 조작시 빠르고 간편하며 우수한 접근성으로 임상에서의 사용이 증가하고 있으나 각 제품간 그리고 혼합형 복합레진과의 물리적 성질이나 특성에 관한 비교 연구는 미흡한 실정이다.

이에 본 연구에서는 현재 임상적으로 자주 쓰이는 4종의 유동성 복합레진(Filtek Flow, Tetric Flow, Revolution, Palfique Esthelite LV high flow)의 압축 강도, 상대적 유동성, 방사선 불투과성을 측정하여 그 특성을 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 압축강도에 있어서 4종의 유동성 복합레진 각 제품간의 유의한 차이는 없었으나 유동성 복합레진이 혼합형 복합레진(Z-100, 3M, USA)에 비하여 유의성 있게 낮은 압축강도를 나타내었다($p<0.001$).
2. 각 제품간의 상대적 유동성은 Palfique Esthelite LV high flow, Revolution, Filtek Flow와 Tetric Flow 순으로 높았고($p<0.001$), Filtek Flow와 Tetric Flow간에 유의한 차이는 없었으며, 모든 제품은 TeethmateF-1(Kuraray, Japan)에 비하여 유의성 있게 낮았다($p<0.001$).
3. 유동성 복합레진 4종의 방사선 불투과성을 비교 분석한 결과 측정된 모든 유동성 복합레진은 상아질과 유사하거나 높은 방사선 불투과성을 나타내었고 각 제품간 유의한 차이가 있었다($p<0.001$). 그 중 Tetric Flow와 Filtek Flow는 법랑질과 유사하거나 높은 방사선 불투과성을 나타내었다($p<0.001$).

이상의 실험 결과는 4종의 유동성 복합레진은 혼합형 복합레진 보다 낮은 압축강도를 가지므로 임상에 적용 시 가해질 수 있는 응력을 고려하여야 하며, 각 제품간 유동성의 유의한 차이는 시술 시 재료의 선택에 고려사항이 될 수 있으리라 사료된다. 또한 4종의 유동성 복합레진의 방사선 불투과성은 모두 국제 인증 규격에 합당한 것으로 사료된다.

주요어 : 유동성 복합레진, 압축강도, 유동성, 방사선 불투과성

Ⅰ. 서 론

수복용 복합레진이 개발된 이래 물리적 성질의 꾸준한 향상과 다양한 종류의 복합레진의 개발로 전치부 심미용뿐만 아니라 구치부의 수복용까지 널리 사용되고 있다. 제조자들은 수복용 복합레진의 높은 물리적 성질뿐만 아니라 술자가 임상에서 더 사용하기 쉽고 균일한 임상적 결과를 얻을 수 있는 조작성의 향상을 위해 많은 노력을 하고 있으며, 그 결과 재료의 점성을 크게 낮추어 복합레진을 적용시 기구가 아닌 적절한 구경의 단(tip)이나 주사기를 이용하여 와동에 직접 도포될 수 있는 유동성 복합레진이 소개되었다[1].

1996년 후반에 소개된 유동성 복합레진은 전통적인 혼합형 복합레진과 같은 크기의 필러를 함유하나 필러의 함량을 낮추고 기질의 성분을 조절하여 재료의 점성을 감소시켜 임상적 적용시 시간절약과 용이한 조작성을 제공한다[2,3]. 유동성 복합레진의 가장 큰 장점으로는 기구의 사용없이 와동에 직접 적용될 수 있고 유동성과 표면장력으로 와동의 미세부위까지 도포가 가능하다는 점이며, 이는 소와열구전색제 뿐 아니라 응력이 크지 않은 Ⅰ급, Ⅱ급, Ⅳ급 와동의 충전재, Ⅱ급 와동의 치은측 변연 이장재, 임시 수복물 및 각종 수복물의 변연부 수리 등에 다양하게 적용될 수 있다[2-4]. 이러한 유동성 복합레진은 사용이 간편하고 우수한 접근성을 제공하며, 또한 혼합형 복합레진에 비해 표면 활택도가 우수하여 치태침착을 줄이고 고유의 유동성으로 인하여 와동벽에 잘 적합하므로 술 후 민감성을 감소시킨다[4,5]. 그러나 재료의 높은 유동성은 와동내 주입하기는 쉬우나, 끈적임으로 인해 오히려 조작이 어려운 면[2]을 함께 가지고

있고, 치과용 수복재의 요구조건으로 2차 우식의 진단을 위한 적정 수준의 방사선 불투과성을 가져야 하는데[4], 혼합형 복합레진에 비하여 필러의 함량이 낮아 상대적으로 낮은 방사선 불투과성을 보인다고 보고되고 있다[6]. 또한 현재 늘어나는 사용 빈도에도 불구하고 강도, 점조도, 방사선 불투과성 등 물리적 성질이나 제품간 특성에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

이에 본 연구는 최근 시판되고있는 수종의 유동성 복합레진의 압축강도와 상대적인 유동성 그리고 상대적 방사선 불투과성에 관하여 비교 연구하고자 하였다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

최근 시판되고 있는 유동성 복합레진 4종류를 실험군으로 선택하였다(Table 1).

2. 실험방법

가. 압축강도

1) 4가지 유동성 복합레진(Table 1)을 실험군으로 하고 대조군으로 Z-100(Batch No. 5904, 3M, USA)을 사용하였다.

2) 시편제작

직경 4mm, 높이 6mm의 실린더형 알루미늄 몰드를 이용하여 각 군당 10개씩의 시편을 제작하였다[7]. 시편의 제작은 몰드에 2mm씩 적층충전하여 상부에서 광조사기 Optilux 500 (Demetron, USA)을 이용하여 40초씩 중합하였다. 상부 중합 후 상하 양방향에서 40초간 부가적으로 중합하였다. 시편은 광선이 통하지 않는 함에 증류수를 넣어 48시간 보관하였다.

3) 측 정

만능 물성 실험기(Instron 4302, England)를 이용하여 압축강도를 측정하였다.

나. 상대적 유동성

1) 4가지 유동성 복합레진(Table 1)을 실험군으로 하고 대조군으로는 Sealant인 Teethmate F-1 (Batch No. 0033, Kuraray, Japan)을 사용하였다.

2) 측 정

ADA flow test[8]를 변형한 평판 가압법[2]을 이용하여 재료의 상대적 유동성을 평가하였다. 광원이 차단된 공간에서 편평한 유리판에 일정 부피의 유동성 복합레진($53mm^3$)을 올려놓은 후 즉시 4장의 slide glass로 가압(18g)하였다. 30초간 기다린 후 광조사기 Optilux 500을 이용하여 40초 동안 광중합하였다.

각 군당 6개씩 제작하였으며 이미지 분석 프로그램(Image-Pro Plus, Media Cybernetics, USA)을 이용한 단면적의 측정으로 상대적 유동성을 평가하였다.

다. 방사선 불투과성

1) 4가지 유동성 복합레진(Table 1)을 실험군으로 하고 방사선 불투과성의 기준을 얻기 위해 1부터 10 mm의 10단계로 되어있으며, 순도 99.6%이상인 Aluminum step wedge를 사용하였다.

2) 시편제작

가) 레진 시편

직경 8mm, 두께가 2mm인 실린더형 알루미늄 몰드를 이용하여 각각의 실험재료를 충전 후 광조사기 Optilux 500으로 40초간 광중합하였다. 각 군당 5개의 시편을 제작하였다.

Table 1. Experimental restorative materials used in this study

Materials	Manufacturer	Batch No.(shade)	Composition
Filtek Flow	3M , USA	1400 (A2)	Matrix : BIS-GMA and TEGDMA Filler : Zirconia/silica weight-68%, volume-47% particle size-average 1.5㎛
Revolution	Kerr , USA	912738 (A2)	Matrix : BIS-GMA Filler : Barium glass; synthetic silica weight-62%,volume-46% particle size-average 1㎛
Tetric Flow	Ivoclar/Vivadent Liechtenstein	B00051 (A2)	Matrix : BIS-GMAandTEGDMA,UDMA Filler : Barium glass,synthetic silica weight-68%, volume-44%
Palfigue Estelite LV high flow	Tokuyama, Japan	105 (A2)	Matrix : BIS-GMA Filler : Zirconia/silica weight-68%, volume-49%

나) 치아 시편

우식이나 파절, 수복물이 없는 발치된 영구 대구치를 선택하여 법랑질과 상아질을 포함하고 2mm두께로 근원심 절단하여 한 개의 시편을 제작하였다.

3) 방사선 촬영

4종의 유동성 복합레진, 법랑질 및 상아질 시편, Aluminum step wedge를 구내 방사선 필름(Kodak, USA)에 놓고 후방산란을 방지하기 위해 5mm의 납판상에서 촬영하였다. 촬영은 65kVp, 7.5mA로 고정된 dental X-ray unit(Gendex®, Italy)를 사용하여 필름과의 거리 30cm, 조사시간 0.2초로 하여 시행하였으며 자동현상기(PERIO MAT plus, DÜRR Dental, Germany)로 현상하였다.

4) 방사선 불투과성 측정

현상된 방사선 사진상의 시편들은 Transmission densitometer (Nuclear Associates, Division of victoreen, USA)를 이용하여 측정하였다.

Densitometer에 표시된 수치는 optical density를 상용대수로 표시한 것으로 수치가 클수록 방사선 불투과성이 낮다. 즉, 방사선 불투과성이 높을수록 optical density는 낮으므로 더 작은 수치로 표시된다. Densitometer로 측정된 Aluminum step wedge의 optical density와 두께간의 상관관계를 이용하여 calibration curve를 얻고, 이 curve를 이용하여 복합레진, 법랑질, 상아질의 optical density에 해당하는 알루미늄의 단계(step number)로 환산하였다.

라. 통계학적 분석방법

압축강도와 상대적 유동성 그리고 방사선 불투과성에서 제품간 차이를 검정하기 위해 일원 분산 분석(One-way ANOVA test)을 시행하였고, 사후검정을 위해 Scheffe's test를 실시하였다. 또한 각 제품과 Aluminum step wedge의 방사선 불투과성 비교 분석을 위해 계층적 군집 분석을 시행하였다.

Ⅲ. 실험 성적

1. 압축강도

각 제품의 압축강도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다(Table 2, Fig. 1).

유동성 복합레진 각 제품간의 압축강도는 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 대조군인 Z-100은 나머지 실험군에 비해 높은 압축강도를 나타내었다($p<0.001$).

Table 2. Compressive strength of flowable composite resins(n=10)

	Filtek Flow	Tetric Flow	Revolution	Palfique Esthelite LV high flow	Z-100
Mean	417.69	381.29	425.50	432.71	570.05*
SD	40.23	50.13	65.06	38.32	25.26

* : $p<0.001$

Table 3. Relative flowability of flowable composite resins (n=6)

	Filtek Flow	Tetric Flow	Revolution	Palfique Esthelite LV high flow	Teethmate
Mean	173.36	171.07	214.04*	356.4*	668.55*
SD	4.75	4.79	8.59	7.22	34.55

* : $p<0.001$

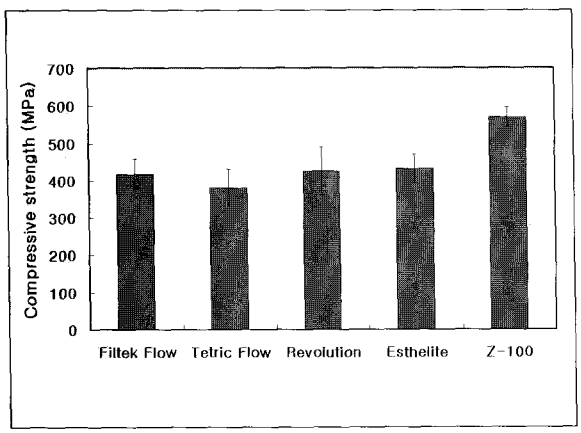

Fig. 1. Compressive strength of flowable composite resins.

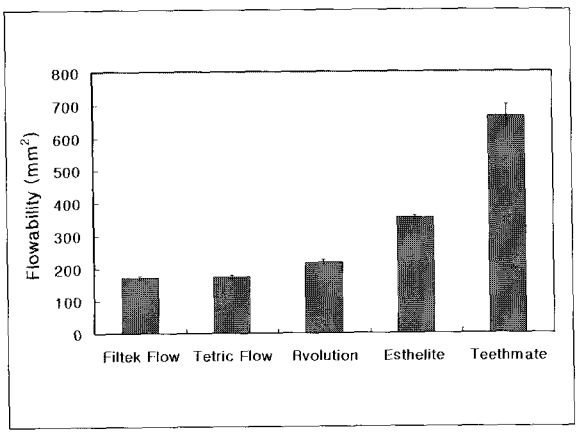

Fig. 2. Relative flowability of flowable composite resins.

2. 상대적 유동성

각 제품간의 상대적인 유동성을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다(Table 3, Fig. 2). 상대적 유동성은 Palfique Esthelite LV high flow, Revolution, Filtek Flow와 Tetric Flow 순으로 유의성 있게 높았으나($p<0.001$), Filtek Flow와 Tetric Flow는 유의한 차이를 보이지 않았다. 대조군인 Teethmate F-1은 다른 실험군에 비하여 유의성 있게 높은 유동성을 나타내었다($p<0.001$).

3. 방사선 불투과성

가. Aluminum step wedge 광학밀도 측정곡선

Transmission densitometer를 이용하여 측정한 Aluminum step wedge 광학 밀도 측정곡선이 다음에 나타나 있다(Fig. 3).

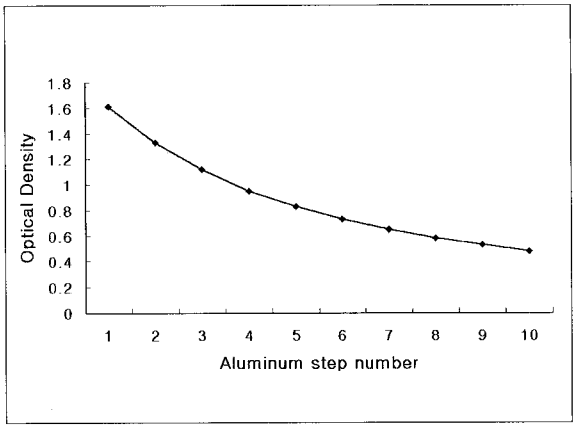

Fig. 3. Optical density calibration curve of aluminum step wedge.

나. 유동성 복합레진의 방사선 불투과성

4종의 유동성 복합레진과 법랑질 및 상아질의 방사선 불투과성을 나타내는 광학 밀도는 다음과 같다(Table 4).

모든 실험군에서 방사선 불투과성은 상호 유의성 있는 차이를 나타내었다($p<0.001$).

각 실험군의 방사선 불투과성을 Aluminum step wedge의 두께로 환산한 값은 다음과 같다(Table 5).

모든 유동성 복합레진 실험군은 상아질과 유사하거나 높은 방사선 불투과성을 나타내었고($p<0.001$), 그 중 Tetric Flow와 Filtek Flow는 법랑질과 유사하거나 높은 방사선 불투과성을 나타내었다($p<0.001$).

Ⅳ. 총괄 및 고찰

유동성 복합레진의 물성에 대해 몇몇 연구들이 행해졌는데 Bayne 등[2]은 유동성 복합레진과 혼합형 복합레진의 물성인 압축강도, 인장강도, 파절 인성을 비교하여 혼합형 복합레진 보다는 60~90%정도로 낮으나 비교적 근접하는 물성을 가진다고 하였고, 필러의 크기가 작은 편에 속하므로 마모저항성이 우수하다고 하였다. 또한 필러함량이 낮아 혼합형 복합레진에 비해 중합시 수축량이 많을 것이라고 하였다. Leinfelder[9]도 유동성 복합레진이 혼합형 복합레진에 비해 중합 수축이 약간 크다고 하였다. 유동성 복합레진의 굴곡률에 대해 Lamerand 등[10]은 유동성 복합레진이 혼합형 복합레진에 비해 낮다고 하였고, Willkerson 등[11]은 혼합형 복합레진에 비해 유동성 복합레진이 유의하게 낮은 파절 인성을 나타냄을 보고하였으며 Yau 등[12]은 유동성 복합레진의 마모 저항성이 혼합형 복합레진보다 크고 아말감과 비슷한 값을 나타냄을 보고하는 등 아직까지 유동성

Table 4. Optical density of flowable composite resins and tooth substances.

Material	n	Mean optical density	SD
Filtek Flow	5	0.948*	0.009
Tetric Flow	5	0.685*	0.014
Revolution	5	1.244*	0.032
Palfique Esthelite LV high flow	5	1.157*	0.012
Enamel	5	0.996*	0.027
Dentin	5	1.298*	0.014

*: ($p<0.001$)

Table 5. Aluminum step number of materials expressed in equivalent thickness of aluminum step wedge.

Material	Aluminum step number
Filtek flow	4
Tetric Flow	7
Revolution	2
Palfique Esthelite LV high flow	3
Enamel	4
Dentin	2

복합레진의 물성에 대한 연구가 다양하지 않았으며 상반된 결과가 많았다.

유동성 복합레진의 압축강도에 대한 연구는 Bayne 등[2]이 8종의 유동성 복합레진의 압축강도 측정 실험에서 3종은 혼합형 복합레진과 유의한 차이가 없고 5종은 다소 낮다고 보고하였다. 또한 Chadwick와 Glace[13]도 Bayne 등[2]의 연구와 유사한 결과를 보고하였다. 압축강도에 대한 또 다른 연구에서는 혼합형 복합레진과 거의 유사한 정도를 나타내고, 레진 강화형 글래스 아이오노머보다 현저하게 높은 압축강도를 보인다고 하였다[3].

본 연구에서는 압축강도에 있어 유동성 복합레진 제품간에는 유의한 차이를 보이지는 않았으나 혼합형 복합레진에 비해 낮은 수치를 나타냈다($p<0.001$). 따라서 응력이 많이 가해지는 구치부 수복에 있어 주의가 필요하며, 이러한 경우 혼합형 복합레진과 결합시켜 와동저의 미세한 부위는 유동성 레진으로 이장한 후 혼합형 복합레진으로 교합면을 수복하면 높은 응력에도 견딜 수 있으면서 미세한 부위까지 수복이 가능 할 것이다.

수복용 레진의 성공여부는 재료의 조작성에 크게 좌우된다[1]. 조작성에 영향을 미치는 유동성에 관한 많은 연구가 있어왔다. Opdam 등[14]은 수종 구치수복용 복합레진의 상대적 유동성을 평판가압법으로 측정, 비교하여 재료 입자의 크기보다는 레진을 적용하는 방식, 즉 단(tip)의 형태에 따라 유동성의 차이가 있다고 하였다. Bayne 등[2] 역시 평판가압법을 이용하여 유동성 복합레진간의 유동성의 차이가 있음을 보고하였는데 유동성이 너무 클 경우에는 와동내 적용 후 광중합 이전에 형태가 변할 수 있으므로 무게에 저항하여 형태를 유지할 수 있고 압력을 가했을 경우 흐르게 되는 겔타입의 유동성 레진의 사용을 추천하였다. Leinfelder[9]는 복합레진의 점성은 레진 기질의 종류와 비율, 필러입자의 형태와 크기 및 양에 의해 크게 영향을 받으며 특히 필러입자 사이의 상호작용 및 필러입자와 기질사이 간의 상호작용에 의해 좌우된다고 하였다. 또한 이 등[1]은 유동성 복합레진과 응축성 복합레진의 점탄성의 연구에서 복합레진의 점성과 필러의 양 사이에 상호관련성이 없으며 점도는 보다 많은 여러 요소에 의해 결정된다고 하였다.

본 연구에서는 18g으로 30초 동안 가압하고 30초 동안 중합 후 면적을 측정함으로써 각 제품간의 상대적 유동성에 있어 유의한 차이가 있음을 관찰할 수 있었다($p<0.001$). 이러한 유동성은 유동성 복합레진의 큰 특징이며 압축강도의 실험결과를 고려할 때 큰 교합력을 받지 않는 작은 와동, 접근이 어려운 Ⅲ급 와동 및 금속 포스트와 결합한 코어 형성 등에 사용 가능함을 보이고 있으며, 또한 각 재료간 유동성의 차이는 유동성 복합레진간에도 적용부위와 형태에 따라 선택하여 사용할 수 있음을 나타내고 있다[8,9]. 그러나 본 연구에서는 복합레진 사이의 단순한 상대적인 점도의 비교일 뿐 재료 자체 고유 특성에 관한 정보는 제공하지 못한다. 따라서 이러한 점도를 나타나게 하는 복합레진의 기질의 조성과 비율, 필러의 양과 모양, 크기 분포 및 상호 작용에 대한 미시적인 접근과 점성과 탄성을 고려한 다각적인 연구가 필요하리라 사료된다.

유동성 복합레진은 Ⅱ급 와동의 치은측 변연 이장재, Ⅰ급 와동의 이장재, Ⅲ급 와동의 수복재등으로 사용되고 있는데, 이러한 용도로서 사용시 방사선 불투과성은 재료의 필요조건이다[4-6]. 치과용 수복재의 방사선 불투과성은 수복물의 외형, 2차우식, 기포, 치질과 수복물의 접합도 등을 판별할 수 있다는 점에서 중요하다. 초기에 개발된 복합레진은 방사선 불투과성이 결여되어 이차우식을 진단하고 수복의 성공여부를 판단하는데 어려움이 있었다. 따라서 치과용 재료에는 생물학적, 물리적 및 기계적 발달과 함께 방사선 불투과성이 요구되었다[15]. 1998년 발표된 ISO No. 4049[16]기준에 의하면 복합레진의 방사선 불투과성은 동일두께의 알루미늄이 갖는 방사선 불투과성보다 커야 한다고 규정하고 있다. 그러나 Tveit와Espclid[17]는 Ⅱ급 와동의 경우에는 방사선이 인접한 협, 설측 두 층의 치질을 통과하여야 하므로 ISO기준을 임상에 그대로 적용하는 데는 문제점이 있을 수 있다하여, Ⅱ급 와동에 인위적으로 이차우식층을 만들고 복합레진과 아말감으로 충전한 후 방사선 사진 상에서 이차우식 진단의 용이성을 연구한 바 법랑질보다 약간 높은 방사선 불투과성을 가지는 경우가 가장 높은 이차우식 진단율을 보였다고 보고하였다. Bowen과 Cleek[18]은 복합레진에서 필러내 바륨 글래스의 함량에 따라 방사선 불투과성을 조절할 수 있다고 하였고, Taira 등[19]은 방사선 불투과성을 갖는 필러로서 지르코니움이 있고 15%의 지르코니움을 필러내에 함유 시켰을 경우 법랑질과 유사한 방사선 불투과성을 갖는다고 하였다. 본 연구에서 사용된 유동성 복합레진에서 Filtek Flow와 Palfique Esthelite LV high flow는 필러성분으로 지르코니움/실리카를 함유하고 Revolution과 Tetric Flow는 바륨 글래스를 함유하고 있다. 본 연구 결과 각 제품 모두 1998년 발표된 ISO No. 4049[16]기준에 부합되는 방사선 불투과성을 가지고 있는 것으로 나타났으며 측정된 모든 유동성 복합레진은 상아질과 유사하거나 높은 방사선 불투과성을 나타내었고($p<0.001$), 그 중 Tetric Flow과 Filtek Flow는 법랑질과 유사하거나 높은 방사선 불투과성을 나타내었다($p<0.001$). Tetric Flow의 방사선 불투과성이 다른 수복재에 비하여 유의하게 높은 것으로 나타났는데, 이는 필러의 성분 중 불소의 방출을 위한 Ytterbium trifluoride가 첨가되어 이 원소의 높은 방사선 불투과성에 인한 것으로 사료된다[6].

이상을 고찰해 볼 때 본 연구에 사용된 4종의 유동성 복합레진의 물리적 성질에 있어 전통적인 혼합형 복합레진과 견줄만한 압축강도를 가지나 높은 응력이 가해지는 부위의 수복에 주의를 요하고, 유동성과 방사선투과성에 있어 각 제품간의 유의한 차이가 있으므로 사용 용도에 따라 임상적 상황에 알맞은 재료를 선택하는 것이 중요하리라 여겨진다. 또한 레진 기질의 종류와 양, 필러의 양, 형태, 종류, 기질과 필러의 상호 작용 등을 고려한 물리적 성질의 상호관련성에 관한 다각적인 연구가 행해져야 하리라 사료된다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 최근 임상에서 이용되는 유동성 복합레진 Filtek Flow, Tetric Flow, Revolution, Palfique Esthelite LV high flow 4종의 압축강도, 상대적 유동성 및 방사선 불투과성을 비교 연구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 압축강도에 있어서 4종의 유동성 복합레진 각 제품간의 유의한 차이는 없었으나 유동성 복합레진이 전통적인 복합레진(Z-100, 3M, USA)에 비하여 유의성 있게 낮은 압축강도를 나타내었다($p<0.001$).
2. 각 제품간의 상대적 유동성은 Palfique Esthelite LV high flow, Revolution, Filtek Flow와 Tetric Flow순으로 높았고($p<0.001$), Filtek Flow와 Tetric Flow간에 유의한 차이는 없었으며, 모든 제품은 Sealant (TeethmateF-1, Kuraray, Japan)에 비하여 유의성 있게 낮았 다($p<0.001$).
3. 유동성 복합레진 4종의 방사선 불투과성을 비교 분석한 결과 측정된 모든 유동성 복합레 진은 상아질과 유사하거나 높은 방사선 불투과성을 나타내었고 각 제품간 유의한 차이가 있었다($p<0.001$). 그 중 Tetric Flow와 Filtek Flow는 법랑질과 유사하거나 높은 방사선 불투과성을 나타내었다($p<0.001$).

이상의 실험결과로 4종의 유동성 복합레진은 혼합형 복합레진보다 낮은 압축강도를 가지므로 임상에 적용시 가해질 수 있는 응력을 고려하여야 하고 각 제품간 유동성의 유의한 차이는 시술시 재료의 선택에 고려사항에 될 수 있으리라 사료된다. 또한 실험에 사용된 4종의 유동성 복합레진의 방사선 불투과성은 모두 국제 인증 규격에 합당한 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 이인복, 조병훈, 손호현 등 : 유동성 및 응축성 복합레진의 점탄성에 관한 유변학적 연구. 대한치과보존학회지 25:359-370, 2000.
2. Bayne SC, Thompson JY, Swift XJ, et al. : A characterization of first-generation flowable composite. J Am Dent Assoc 129:567-577, 1998.
3. Clinical Research Associate : Flowable resins: status report No.1. CRA Newsletter 21, special issue 2, 1997.
4. Kenneth WA : Esthetic dentistry. 2nd Ed, Mosby co, St Louis, USA: 70-71, 2001.
5. Mazer RB : The use of flowable composite resin class V restorations. J Dent Res 77:203,(Abstract No. 202) 1998.
6. 김효정, 김성교 : 디지털 방사선사진술을 이용한 치아색 수복물의 방사선 불투과성 비교. 대한치과보존학회지 25:499-508, 2000.
7. International Organization for Standardization(ISO 9917). Dental water-based cements. Geneva, 1991.
8. American National Standards/American Dental Association. ANS/ADA : specification no. 8 for zinc phosphate cement. Chicago, 1977.
9. Leinfelder KS : New developments in composite resins. Dent Today : 44-46, 1997.
10. Lamerand SD, Suh BI, Sandrik JL : Flexural modulus of commercial composite restorative materials. J Dent Res 76:422,(Abstract No 3272) 1997.
11. Wilkerson MD, Thompson JY, Bayne SC, et al. : Biaxial flexure strength and fracture toughness of flowable composites. J Dent Res 77:203,(Abstract No 779) 1998.
12. Yau L, Perry R, Kugel G : Three body wear of light cured flowable composites. J Dent Res 76:423, 1997. (Abstract No 3276)
13. Chadwick T, Glace WR : Physical properties of flowable composites. J Dent Res 77:633, 1998. (Abstract No 14)
14. Opdam NJM, Roeters JJM, Peters TCRB, et al. : Consistency of resin Composites for posterior use. Dent Mater 12:350-354, 1996.
15. Gurdal P, Akdeniz BG : Comparison of two methods radiometric evaluation of resin-based restorative materials. Dent Radiology 27:236-239, 1998.
16. International Organization for Standardization ISO 4049) Dental Resin-based Filling Materials, Geneva, 1988.
17. Tveit AB, Espclid I : Radiographic diagnosis of caries and marginal defects in connection with radiopaque composites fillings. Dent Mater 2:159-162, 1986.
18. Bowen RL, Cleek GW : A new series of X-ray opaque reinforcing fillers for composite resin. J Dent Res 51:177-182, 1972.
19. Taira M, Toyooka H, Miyawaki H, et al. : The studies on radiopaque composites containing ZrO_2-SiO_2 fillers prepared by sol-gel process. Dent Mater 9:167-171, 1993.
20. 김병현, 이적식, 엄정문 : 구치부 복합레진의 적정 Radiopacity에 관한 연구. 대한치과보존학회지 17:206-212, 1992.

Abstract

A STUDY ON PHYSICAL PROPERTIES OF FLOWABLE COMPOSITE RESINS

Ji-Young Kim, Byung-Cho Jeong, Kyu-Ho Yang

Depatrment of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Chunnam University

Recently, the clinical uses of flowable composite resins have increased because of fast, convenient and excellent accessibility, but little has been reported about physical properties of flowable resins.

The purpose of this study was to measure and compare the physical properties(compressive strength, relative flowability, relative radiopacity) of 4 contemporary flowable composite resins(Filtek flow, Tetric Flow, Revolution Palfique Estelite LV high flow).

The results were as follows:

1. There were no significant differences between 4 flowable composite resins in compressive strength, but all were lower than that of traditional hybrid composite resin($p<0.001$).
2. The relative flowability were increased in order of Palfique Estelite LV high flow, Revolution, Filtek flow, Tetric Flow and sealant($p<0.001$), but there were no significant differences between Filtek flow and Tetric Flow.
3. There were significant differences between flowable composite resins in relative radiopacity and they showed similar or higher radiopacity than dentin($p<0.001$), especially Tetric Flow and Filtek Flow showed higher radiopacity than enamel($p<0.001$).

This results suggested that the stress of application area have to be considered since flowable composite resins have lower compressive strength than hybrid composite, and the differences of flowability between these flowable composite resins can be considered when they are selected. All tested flowable composite resins showed optimal radiopacity to ISO's recommend.

Key word : Flowable composite resins, Compressive strength, Flowability, Radiopacity