



Polyetherketoneketone의 축성 단계에 따른 색조 변화

조미향¹, 전병욱^{2*}

원광보건대학교 치기공과¹
 부산대학교 치의학전문대학원 치과재료학교실²

Color change of polyetherketoneketone by layering step

Mi-Hyang Cho¹, Byung-Wook Jeon^{2*}

¹Department of Dental Lab, Wonkwang Health Science University

²Department of Dental Materials, School of Dentistry, Pusan National University

The purpose of this study is to compare the effect of two types of polyetherketoneketone, press type and milling type, on the color change after layering step. The specimens without any treatment as the control group, experimental groups were divided into rocatec treated specimens for the silica coating on the surface, the opaque coated specimens after rocatec treated, the resin coated specimens after rocatec treated, the opaque coated specimens after rocatec treated and then resin coated specimen. The CIE L*, a* and b* values was measured using VITA Easyshade advance 4.0 and analyzed by one way ANOVA. There was a significant difference in color stability between press type and milling type polyetherketoneketone due to layering step. The L* values and b* values were increased by layering step, and color stability was better when resin was applied after rocatec treatment. It is considered that it is the best combination to proceed to a step of applying a resin included in a clinically acceptable range.

Key words : Polyetherketoneketone, Rocatec, Opaque, Resin

서론

치과 영역에서 사용되는 다양한 재료 중 고분자는 금속과 세라믹처럼 여러 용도로 개발되어 오랫동안 사용하고 있으며, polymethylmethacrylate (PMMA)라 불리는 레진은 1930년대 소개된 이후 강도, 색 안정성, 생체적합성 등의 우수한 특성 덕분에 임시의치, 의치상, 임플란트 상부구조, 악관절 환자를 위한 스프린트 등 광범위하게 사용되고 있는 대표적인 치

과용 고분자 재료이다(Jeong 등, 2005; Noh 등, 2008). 하지만 중합수축, 수분흡수, 낮은 마모성, 미반응 단량체에 대한 알레르기 반응 등의 문제점이 나타나고 있어(Price, 1994; Lee 등, 2010a) 이러한 결점을 극복하고 심미성까지 겸비시킨 고분자 재료들이 개발되고 있다.

최근에 의료용으로 개발된 Polyaryletherketone (PAEK)는 성형할 때 변형되지 않는 고성능 열가소성 고분자로써 생체친화적인 재료로 사람의 뼈를 대체할 가장 적합한 재료라고 발표하고 있다(Han 등, 2016). 또한, 고온에서도 체적안정성이 우수하며 자연치와 비슷한 기계적 특성과 충격 흡수의 장점을 가지고 있으며(Tannous 등, 2012; Fuhrmann 등, 2014) 특히, 마모에 대한 높은 저항성을 나타내어 신장강도, 피로강도, 굴절강도 등이 높기 때문에 여러 조건에서 활용 가능하다

* Correspondence: 전병욱 (ORCID ID: 0000-0002-6180-8199)
 Department of Dental Materials, School of Dentistry, Pusan National University Beomeo-Ri, Mulgeum-Eup, Yangsan-Si, Gyeongsangnam-Do, 50612, South Korea
 Tel: +82-51-510-8227, Fax: +82-51-510-8228
 E-mail: nanjbu@nate.com

Received: Nov. 29, 2017; Revised: Dec. 18, 2017; Accepted: Dec. 25, 2017

*이 논문은 2017년도 원광보건대학교 교내 연구비지원에 의해서 수행됨

(Domininghaus, 2005; Mark, 2007).

PAEK 소재의 Polyetheretherketone (PEEK)과 Polyetherketoneketone (PEKK)의 특성은 서로 유사하지만, 에테르(ether)기와 케톤(ketone)기의 비율에 따라 구분된다. PEEK는 체온 및 실온에서는 유리질 상태이며 약 143°C에서 유리 전이가 일어나는 것에 반하여 343°C에서 결정 용해 전이가 되고, 390~420°C에서 사출 및 압축성형이 가능하여 다양한 형태의 기술로 가공된다(Kurtz와 Devine, 2007). PEKK는 다른 PAEK보다 화학적, 물리적 특성이 우수하여, 압축강도가 PEEK보다 80% 이상 더 높다고 제조사에서 보고한바 있다(Fuhrmann 등, 2014). PEKK는 PAEK계의 최신 세대로서 비 결정질과 결정질 재료의 특성을 가짐으로써 복잡한 형태도 가공이 가능하다(Fuhrmann 등, 2014). PEKK를 활용해 임플란트 framework를 제작할 경우 낮은 탄성계수 덕분에 높은 탄성계수를 가지고 있는 금속이나 지르코니아 등의 재료를 사용할 때보다 우수한 적합이 가능하고 또한, 저작 시 임플란트에 가해지는 압력의 분산과 충격 흡수에도 효과적이어서(Erkmen 등, 2011; Bacchi 등, 2013) 기존의 금속 framework를 대체할 수 있는 재료로 주목받고 있다. 하지만 아직 PEKK는 여전히 낮은 투과성과 회색빛이 나는 재료의 특성으로 인해 심미적인 관점에서 비니어를 필요로 한다(Stawarczyk 등, 2013). 구강 내 사용을 위해 만족스러운 심미성을 얻으려면 PEKK에 적절하게 결합된 추가 축성이 필수적이다. 최근 치과수복물은 저작의 기능 회복과 함께 인접치와 조화를 이루는 심미성을 재현해야 하므로 심미적인 관점에서 색은 매우 중요해지고 있다(Vichi 등, 2011). 하지만, PEKK의 색 안정성에 대한 연구는 미흡하며 특히 추가 축성에 따른 색 안정성에 대한 연구는 거의 전무하다.

Bae 등 (2017)은 내면 적합도와 변연적합도를 비교 연구하였고, Lee 등 (2017)은 표면처리 방법에 따른 전단결합강도를 연구하였으며, Oh 등 (2017)은 임플란트 피개의치의 framework를 제작 한 임상보고서를 발표하였다. 아직 치과 영역에서 PEKK는 최신의 고분자 재료이므로 이에 대한 정보와 연구가 부족하고 거의 없는 실정이므로 다양한 평가 및 적용을 통한 연구가 필요한 상황이다.

본 연구에서는 열 가압성형용(press type)과 캐드캠 가공용(milling type)의 2종의 PEKK에 추가 축성을 한 후 색조에 미치는 영향을 비교해 보고자 임상에서 쉽게 적용할 수 있는 VITA Easysshade advance 4.0을 이용하여 CIE 색체계를 적용하여 L*, a*, b* 값을 측정하여 분석하여 임상 적용의 기준을 마련하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 연구에서는 현재 시판되고 있는 PEKK의 제작방법에 따라서 분류된 열 가압성형용(Pekkton® ivory Press, Cendres+Metaux, Switzerland)과 캐드캠 가공용(Pekkton® ivory Milling, Cendres+Metaux, Switzerland)의 2종을 사용하였다(Table 1).

2. 실험 방법

1) 시편 제작

가. 열 가압성형용(press type) PEKK

베이스 플레이트 왁스를 이용하여 10×10×1mm의 왁스

Table 1. Materials used in this study

Product	Main composition	Manufacturer
Pekkton® ivory Press	PEKK Titanium dioxide	Cendres+Metaux / Switzerland
Pekkton® ivory Milling	PEKK Titanium dioxide	Cendres+Metaux / Switzerland

시편을 제작한 후 전용의 매몰재를 사용하여 매몰하고 제조사의 지시에 따라 소환한 후 잉곳(ingot)을 이용하여 pressing furnace(PEKKpress, Cendres+Metaux, Switzerland)를 이용하여 열가압 성형하였다. 성형 완료 후 주형을 꺼내어 상온에서 천천히 냉각시킨 후 110 μ m의 알루미나 입자를 이용하여 2bar의 압력 하에 10초 동안 샌드블라스팅을 시행하여 매몰재를 제거하였다. 매몰재를 완전히 제거한 후에 표면을 균일화하기 위해서 SiC 연마지로 순차적으로 연마한 후 1 μ m 다이아몬드 연마액으로 미세 연마하였다.

나. 캐드캠 가공용(milling type) PEKK

저속 다이아몬드 절단기(PICO 155, PACE Technologies, USA)를 이용하여 10 \times 10 \times 1mm의 관상 형태로 절단 가공하여 SiC 연마지로 순차적으로 연마한 후 1 μ m 다이아몬드 연마액으로 미세 연마하여 표면을 균일화하였다.

2) 시편 처리

PEKK의 제작방법에 따른 종류와 추가 측성에 따라 시편을 Table 2와 같이 분류하였다. 대조군으로 아무처리를 하지 않은 시편, 실험군으로 로카텍(Rocatec, 3M ESPE, Germany) 처리 시편, 로카텍 처리 후 shade A2 오펙(Sinfony Opaque Dentin, 3M ESPE, Germany) 도포 시편, 로카텍 처리 후

shade A2 레진(Sinfony Enamel, 3M ESPE, Germany) 도포 시편, 로카텍 처리 후 shade A2 오펙 도포 다음 shade A2 레진 도포 시편으로 나누어 전체 10개의 실험군으로 하였다 (Fig 1). 모든 시편은 미세 연마 후 초음파 세척한 뒤 건조하였다.

3) 색 측정

정확한 데이터를 얻기 위하여 치과 전용 색 측정기인 Easysshade Advance 4.0(VITA, Germany)를 사용하였으며 색 측정을 위하여 검은색 판을 이용하여 시편을 올려놓은 후 측정경을 시편에 밀착시켰다. 각 시편당 중앙부위를 5회씩 측정하여 평균값과 표준편차를 구하였다.

4) 통계처리

시편의 L*, a*, b* 값을 구한 후 아래의 식을 이용하여 ΔE 값을 산출하였다. L* 값은 밝기를 나타내는 명도 값이고, a* 값은 적색에서 녹색의 정도를 나타내는 채도 값이며, b* 값은 황색에서 청색의 정도를 나타내는 채도 값이며, ΔE 값은 색조 차이의 값이다. 색조 차이는 L*, a*, b* 값을 구한 후 ΔE 값을 계산하여 평균 처리하였으며, ΔE 값의 산출 공식은 다음과 같다. 모든 데이터는 SPSS ver.24.0(IBM Co., USA)을 이용하여 통계적 유의 수준은 0.05로 일원배치분산분석을 사용하였

Table 2. Classification of experimental groups according PEKK type and layering step

Group	Product	layering step
P	Pekkton [®] ivory Press	Press only(non treatment, control)
PR	Pekkton [®] ivory Press	Press + Rocatec
PRO	Pekkton [®] ivory Press	Press + Rocatec + Opaque(A2)
PRR	Pekkton [®] ivory Press	Press + Rocatec + Resin(A2)
PROR	Pekkton [®] ivory Press	Press + Rocatec + Opaque(A2) + Resin(A2)
M	Pekkton [®] ivory Milling	Milling only(non treatment, control)
MR	Pekkton [®] ivory Milling	Milling + Rocatec
MRO	Pekkton [®] ivory Milling	Milling + Rocatec + Opaque(A2)
MRR	Pekkton [®] ivory Milling	Milling + Rocatec + Resin(A2)
MROR	Pekkton [®] ivory Milling	Milling + Rocatec + Opaque(A2) + Resin(A2)

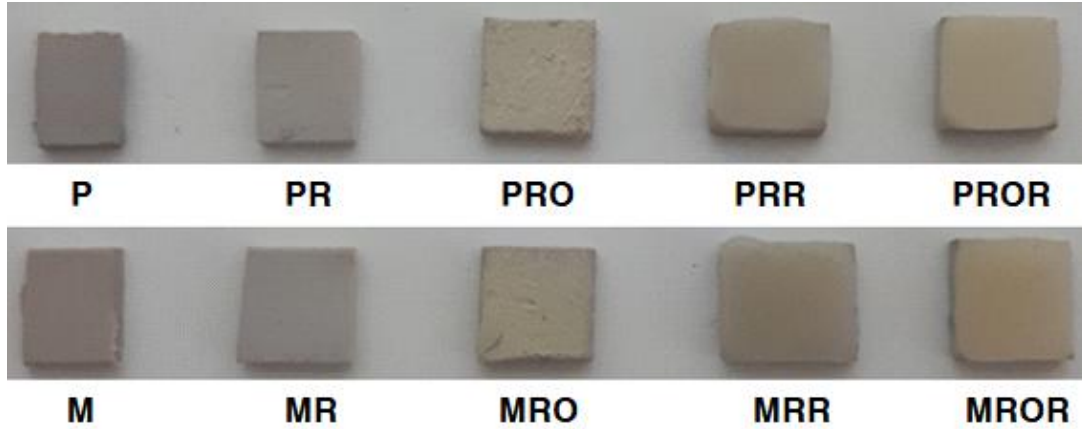


Figure 1. Images of completed specimens.

으며, Scheffe test로 사후 검정하였다.

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$\Delta L^* = L_2 - L_1$, L_2 =실험 후의 값, L_1 =실험 전의 값

$\Delta a^* = a_2 - a_1$, a_2 =실험 후의 값, a_1 =실험 전의 값

$\Delta b^* = b_2 - b_1$, b_2 =실험 후의 값, b_1 =실험 전의 값

결 과

1. 명도 및 색도 변화

명도 및 색도를 측정하여 얻은 CIE L^* , a^* , b^* 값의 평균과 표준편차의 결과는 Figure 2와 같다. L^* 값은 M 시편이 $8.5 (\pm 0.39)$ 로 가장 낮았고, MROR 시편이 $84.5 (\pm 0.43)$ 로 가장 높았다. a^* 값은 MRR 시편이 $0.6 (\pm 0.08)$ 으로 가장 낮았고, MROR 시편이 $1.6 (\pm 0.13)$ 으로 가장 높았으며, b^* 값은 MR 시편이 $5.4 (\pm 0.10)$ 로 가장 낮았고, MROR 시편이 $35.5 (\pm 0.14)$ 로 가장 높았다. L^* , a^* , b^* 값은 로카텍 처리 후 오펙 도포 다음 레진 도포를 한 시편(PROR, MROR 시편)의 변화가 가장 컸다.

2. 색차 변화

색차를 측정하여 얻은 ΔE 값의 평균과 표준편차의 결과는 Table 3과 같다. P그룹에서는 PRR 시편이 $1.9 (\pm 0.13)$ 로 가장

낮았고, PR 시편이 $53.7 (\pm 0.69)$ 로 가장 높았으며, M그룹에서는 MRR 시편이 $1.3 (\pm 0.26)$ 으로 가장 낮았고, M 시편이 $56.4 (\pm 0.36)$ 로 가장 높았다. 일원배치분산분석 결과 추가 측성에 따른 유의한 차이가 있었으며($p < 0.05$), PR 시편과 MR 시편, PRR 시편과 MRR 시편 사이에는 통계학적 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). PRR 시편과 MRR 시편을 제외한 나머지 시편에서는 ΔE 값이 3.3 이상을 보여 육안으로도 식별될 수 있을 정도의 색 변화를 보였다.

고 찰

PEKK는 치의학 영역에서는 생소할 수 있는 재료지만, 의학 분야에서는 다양한 장점들을 기반으로 이미 1990년대부터 체내 매식체로 폭넓게 활용되고 있다(Kurtz와 Devine, 2007). 치의학 영역에서도 앞으로 임플란트 임시 지대주, 임플란트 피개치의 framework, 임플란트 milled bar, 임플란트 attachment, 가철성 보철물의 framework 등의 다양한 분야에 활용이 가능할 것으로 기대되고 있다.

최근 치과수복물의 심미성에 대한 관심과 요구가 증가하면서 많은 노력을 하고 있으며, 미의 기준은 치아의 형태, 크기, 투명도, 배열, 안모와의 조화 등의 다양한 요인이 작용하지만, 특히 치아의 색상은 가장 중요한 요인이다(Kwon과 Lee, 2015). 색 안정성이란 오랫동안 여러 환경에서 재료 본연의

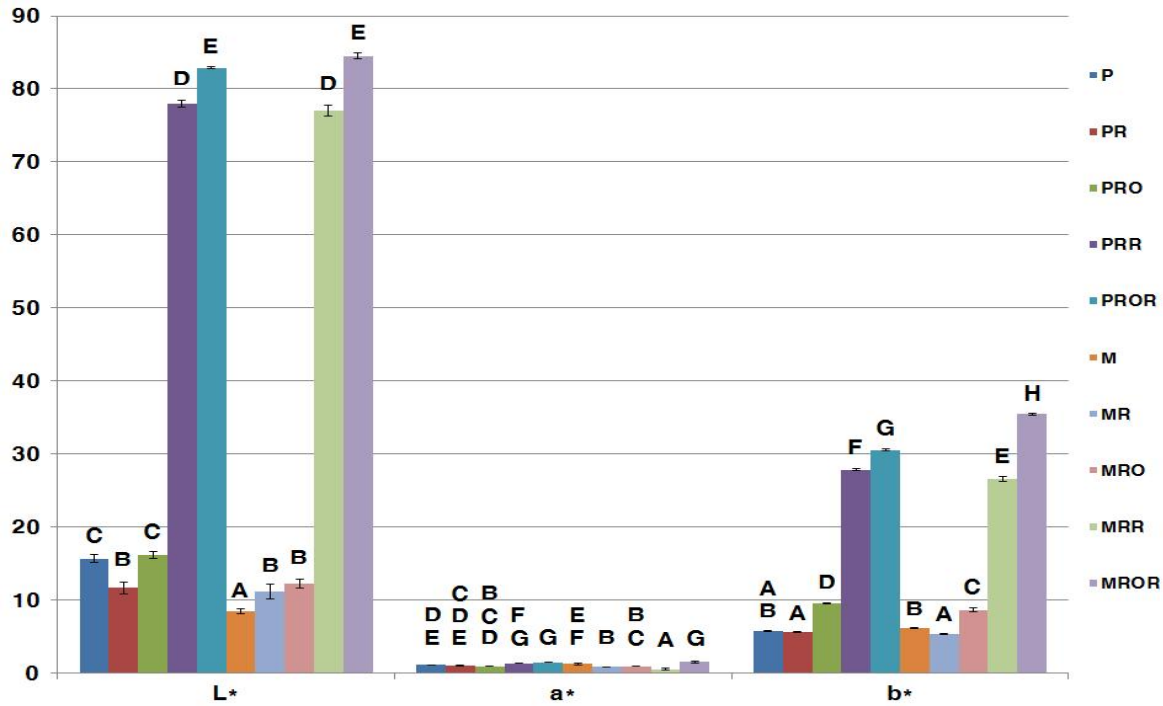


Figure 2. Means and standard deviations $L^*a^*b^*$ for layering step.

Table 3. Means and standard deviations ΔE for layering step

Group	ΔE	p
P	50.0 ± 0.45 ^e	.000
PR	53.7 ± 0.69 ^d	
PRO	48.1 ± 0.47 ^d	
PRR	1.9 ± 0.13 ^a	
PROR	6.7 ± 0.23 ^b	
M	56.4 ± 0.36 ^h	
MR	54.2 ± 0.95 ^g	
MRO	52.0 ± 0.64 ^f	
MRR	1.3 ± 0.26 ^a	
MROR	11.5 ± 0.33 ^c	

The same letters are not significantly different ($p > 0.05$).

색상을 유지하는 것을 의미하며 치의학에 사용되고 있는 여러 재료의 중요한 성질 중 하나이다(Mutlu-Sagesen 등, 2001). 치과 분야에서 색 안정성에 대한 연구는 금속, 레진, 세라믹 등 새로운 재료가 등장할 때마다 수행됐으며, 최근 고정성 및

가철성 보철물의 하부구조물로 많이 활용되는 PEKK의 추가 축성이 색 안정성에 미치는 영향을 관찰하여 환자에게 심미적으로 더욱 우수한 치과수복물을 제공하고자 본 연구를 시행하였다.

Kim과 Chung(2010)은 금속-도재관의 하부구조의 소재와 소성 단계가 색조에 영향을 미친다고 하였으며, Jang 등(2011)은 지르코니아 전부도재관의 반복 소성이 색조에 영향을 미친다고 보고하였다. 선행연구를 배경으로 색 변화가 있을 것으로 예상하며, 아무 처리를 하지 않은 시편을 대조군으로 하고 로카텍 처리, 로카텍 처리 후 오펙 도포, 로카텍 처리 후 레진 도포, 로카텍 처리 후 오펙 도포 다음 레진 도포 처리의 4가지 추가 축성을 실험군으로 하여 실험을 진행하였다. Park 등(2015)은 컴포지트 레진의 종류에 상관없이 색 안정성에 차이가 부분적으로 나타났다고 보고하였으며, Lim (2017)은 열 가압성형용과 캐드캠 가공용으로 구분되는 리튬디실리케이트 글라스-세라믹의 색차 비교연구에서 제작방법에 따른 유의한 차이가 나타났으며, 본 연구에서도 PEKK의 제작방법에 따른 색 안정성이 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 이는 열 가압성형용의 경우 제작과정에서 발생하는 열과 압력 등에 의해 최종 색조가 영향을 받았을 것으로 생각된다.

L^* 값은 밝기를 나타내는 명도지수로써 0부터 100까지이며 100은 완전한 백색이고 0은 완전한 흑색이다. a^* 와 b^* 은 채도 지수로써 a^* 값은 (+)방향으로 빨간색이 증가하며 (-)방향으로 녹색이 증가한다. b^* 값은 (+)방향으로 노란색, (-)방향으로 파란색이 증가한다(Joiner, 2004). 본 연구에서 추가 축성에 따른 L^* 값은 대조군보다 PR 시편을 제외하고 모두 증가하여 더욱 밝아지는 경향을 나타내므로 임상에서 PEKK를 선택할 때는 원하는 색상보다 조금 진한 것을 선택하는 것이 올바른 판단으로 생각된다. 또한, a^* 값의 변화는 b^* 값의 변화보다 작았으며, 치아의 색도에서 노란색이 증가함을 관찰할 수 있었다.

색 변화는 L^* , a^* , b^* 값의 변화를 하나의 값으로 조합한 ΔE 값을 이용하여 양적으로 표현하고 있으며, 변색 정도의 평가에 있어서 중요한 의미가 있다. ΔE 값이 1보다 작을 경우 관찰자가 인지할 수 없는 정도이고, ΔE 값이 1과 3.3 사이일 경우 숙련된 술자는 그 차이를 인지할 수 있으나 임상적으로 수용 가능한 정도이고 ΔE 값이 3.3보다 클 경우에는 일반인도 인지할 수 있어 임상적으로 수용되지 않는다(Inokoshi 등, 1996). 본 연구에서는 임상적으로 문제가 되는 수준인 ΔE 값이 3.3을 월등히 넘어서는 많은 색 변화가 있었다. 로카텍 처리 후 레진을 바른 PRR, MRR 시편에서만 치의학에서 임상

허용 기준인 ΔE 값 3.3 기준에서 볼 때 색 안정성이 우수한 추가 축성 방법으로 간주할 수 있다. 색 변화량(ΔE)은 PR 시편을 제외하고 대조군보다 모두 낮게 나타났다. 특히 오펙 까지만 바른 시편(PRO, MRO)과 오펙에 레진을 추가하여 바른 시편(POR, MROR)을 비교해 보면 레진을 바른 시편의 색 변화량이 상대적으로 아주 낮게 나왔으며, 이는 레진이 빛을 차단하고 반사하며 부분적으로 분산하는 기능을 하여 치과 수복물의 자연감과 심미성에 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다. Hwang과 Oh (1997)는 175개의 자연치의 색상 분포를 분석한 결과 L^* 값 63.18, a^* 값 1.11, b^* 값 5.79라고 하였으며, 본 연구에서는 로카텍 처리 후 레진을 바른 시편(PRR, MRR)은 L^* 값 77~78, a^* 값 0.6~1.4, b^* 값 26.6~27.9로, 로카텍 처리 후 오펙에 레진을 추가하여 바른 시편(POR, MROR)의 L^* 값 82.9~84.5, a^* 값 1.5~1.6, b^* 값 30.6~35.5보다 자연치와 L^* , a^* , b^* 값의 차이가 작게 나타났다.

최근 치과수복물의 색 안정성 평가는 shade guide를 이용한 시각적 평가보다는 spectrophotometer를 이용한 기계적 장치를 이용한 평가를 선호하고 있다. Shade guide를 활용하여 색차를 계측했을 때 A1, A2, A3, A4 등과 같이 숫자로 나타나는 차이와 실제 계측 값의 차이는 그 간격이 일치하지 않으므로(Lee 등, 2010b) shade guide를 절대적으로 신뢰하고 사용하는 것은 주의가 필요하다. 본 연구에서는 진료실에서 가장 많이 이용되는 shade A2를 기준 색상으로 하여(Lee 등, 2016) 오펙과 레진의 shade를 A2로 선택하였다.

제작방법에 따른 색상의 차이를 관찰 결과 열 가압성형용 P그룹에서는 PR 시편이 53.7로 가장 높았으며, 대조군 P 시편 50.0, PRO 시편 48.1, PROR 시편 6.7, PRR 시편 1.9 순으로 나타났으며, 대조군과 48.1의 차이가 나타났다. 캐드캠 가공용 M그룹에서는 대조군 M 시편이 56.4로 가장 높았으며, MR 시편 54.2, MRO 시편 52.0, MROR 시편 11.5, MRR 시편 1.3 순으로 나타났으며, 대조군과 55.1의 차이가 나타났다. 제작방법에 따라 열 가압성형용보다 캐드캠 가공용 PEKK의 색상 차이가 더 컸으며, 다르게 제작된 2종의 PEKK 하부구조물의 색조 차이는 있는 것으로 판단되나, shade A2 오펙과 레진을 사용한 결과 로카텍 처리 후 레진을 바른 경우가 shade A2를 나타냈으므로 열 가압성형용과 캐드캠 가공용의 PEKK는 임상적으로 모두 사용 가능한 심미성이 나타났다. 또한, PEKK

를 로카텍 처리 후 레진으로 바른 경우가 우리가 필요로 하는 자연치에 가까운 색조를 나타내는 것으로 분석되며, PEKK의 임상 적용이 가능한 것으로 평가된다.

PEKK를 사용할 경우 심미적인 요인뿐만 아니라 접착력 향상을 위해 기계적인 유지형태를 부여하여 비니어의 안정성 외에도 임상 적용을 위해서 필요한 다른 요인이 많으므로 임상 상황에 맞게 적절하게 적용하는 것이 현명하다고 생각되며, 분광분석기의 정확한 사용과 아울러 시편의 제작 시 주의 를 기울여서 신뢰할 만한 자료를 얻어야 할 것으로 생각된다. 또한, PEKK의 임상 적용을 위해서는 색조 평가는 물론 물리적, 생물학적 평가 등 다양한 연구가 계속 필요할 것으로 생각 된다.

결 론

본 연구의 목적은 열 가압성형용과 캐드캠 가공용의 2종의 PEKK에 추가 축성을 한 후 색조에 미치는 영향을 비교해 보 고자 임상에서 쉽게 적용할 수 있는 VITA Easyshade advance 4.0을 이용하여 CIE 색체계를 적용하여 L*, a*, b* 값을 측정 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 추가 축성에 따른 열 가압성형용과 캐드캠 가공용 PEKK의 색 안정성은 유의한 차 이가 있었으며, 열 가압성형용보다 캐드캠 가공용의 색상 차 이가 더 컸다. 추가 축성에 따른 L* 값(PR 시편 제외)과 b* 값(MR 시편 제외)은 증가하였으며, 로카텍 처리 후 레진을 바른 경우가 임상 허용 기준에 수용되었다. 이상의 결과로 임상에서 사용 시 허용 가능한 범위에 포함되는 레진을 바르 는 단계까지 진행하는 것이 최상의 조합이라고 생각된다.

참고문헌

Bacchi A, Consani RLX, Mesquita MF, dos Santos MBF (2013). Effect of framework material and vertical misfit on stress distribution in implant-supported partial prosthesis under load application: 3-D finite element

analysis. *Acta Odontol Scand* 71(5):1243-1249.

Bae SY, Park JY, Jeong ID, Kim HY, Kim JH, Kim WC (2017). Three-dimensional analysis of marginal and internal fit of copings fabricated with polyetherketoneketone (PEKK) and zirconia. *J Prosthodont Res* 61(2):106-112.

Domininghaus H (2005). Resin material and its properties, 6th ed. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, pp. 1203-1222.

Erkmen E, Meriç G, Kurt A, Tunç Y, Eser A (2011). Biomechanical comparison of implant retained fixed partial dentures with fiber reinforced composite versus conventional metal frameworks: A 3D FEA study. *J Mech Behav Biomed Mater* 4(1):107-116.

Fuhrmann G, Steiner M, Freitag-wolf S, Kern M (2014). Resin bonding to three types of polyaryletherketones (PAEKs)-Durability and influence of surface conditioning. *Dent Mater* 30(3):357-363.

Han KH, Lee JY, Shin SW (2016). Implant- and tooth-supported fixed prostheses using a high-performance polymer (Pekkton) framework. *Int J Prosthodont* 29(5): 451-454.

Hwang IN, Oh WM (1997). Colorimetric analysis of extracted human teeth and five shade guides. *Restor Dent Endod* 22(2):769-781.

Inokoshi S, Burrow MF, Kataumi M, Yamada T, Takatsu T (1996). Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials. *Oper Dent* 21(2):73-80.

Jang JE, Kim MH, Yun MJ, Jeong CM, Jeo YC (2011). The effect of repeated firings on the color of zirconia-based all-ceramic system. *J Kor Acad Prosthodont* 49(1):73-79.

Jeong SY, Kim JH, Yang BD, Park JM, Song KY (2005). Fracture toughness of self-curing denture base resins with different polymerizing conditions. *J Kor Acad Prosthodont* 43(1):52-60.

Joiner A (2004). Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 32(Suppl. 1):3-12.

- Kim CY, Chung IS (2010). Evaluation of color change according to process step of fused porcelain to SLM method. *The Journal of the Korea Contents Association* 10(12):236-242.
- Kurtz SM, Devine JN (2007). PEEK biomaterials in trauma, orthopedic, and spinal implants. *Biomaterials* 28(32):4845-4869.
- Kwon SS, LEE HE (2015). Effect of roughness on the color stability of artificial teeth according to the surface treatment. *The Journal of the Korea Contents Association* 15(6):267-275.
- Lee CJ, Bok SB, Bae JY, Lee HH (2010a). Comparative adaptation accuracy of acrylic denture bases evaluated by two different methods. *Dent Mater J* 29(4):411-417.
- Lee KS, Shin MS, Lee JY, Ryu JJ, Shin SW (2017). Shear bond strength of composite resin to high performance polymer PEKK according to surface treatments and bonding materials. *J Adv Prosthodont* 9(5):350-357.
- Lee CH, Lim BS, Lee IB (2016). Color and translucency of multi-shade layered composites. *Korean J Dent Mater* 43(4):369-377.
- Lee YK, Yu B, Lim HN (2010b). Lightness, chroma, and hue distributions of a shade guide as measured by a spectroradiometer. *J Prosthet Dent* 104(3):173-181.
- Lim CH (2017). Evaluation of fracture strengths and color differences of lithium disilicate single crown. Department of Bionanosystem Engineering, Graduate school, Chonbuk National University, Master's thesis.
- Mark H (2007). Encyclopedia of polymer science and technology, 3rd ed. Hoboken, NJ, John Wiley & Sons, pp. 377.
- Mutlu-Sagesen L, Ergun G, Ozakan Y, Bek B (2001). Color stability of different denture teeth materials: an in vitro study. *J Oral Sci* 43(3):193-205.
- Noh HS, Kim JM, Kim S, Jeong TS (2008). Effect of curing conditions on the monomer elution of orthodontic acrylic resin. *J Korean Acad Pediatr Dent* 35(3):477-484.
- Oh KC, Park JH, Lee JH, Moon HS (2017). Treatment of a mandibular discontinuity defect by using a fibula free flap and an implant-supported fixed complete denture fabricated with a PEKK framework: A clinical report. *J Prosthet Dent* (in press).
- Park HS, Seok SH, Lim BS (2015). The effect of alcohol contained in mouthrinses on color stability of composite resins. *Korean J Dent Mater* 42(1):21-27.
- Price CA (1994). A history of dental polymers. *Aust Prosthodont J* 8:47-54.
- Stawarczyk B, Keul C, Beuer F, Roos M, Schmidlin PR (2013). Tensile bond strength of veneering resins to PEEK: impact of different adhesives. *Dent Mater J* 32(3):441-448.
- Tannous F, Steiner M, Shanhin R, Kern M (2012). Retentive forces and fatigue resistance of thermoplastic resin clasps. *Dent Mater* 28(3):273-278.
- Vichi A, Louca C, Corciolani G, Ferrari M (2011). Color related to ceramic and zirconia restorations: a review. *Dent Mater* 27(1):97-108.

Polyetherketoneketone의 축성 단계에 따른 색조 변화

조미향¹, 전병욱^{2*}

¹ 원광보건대학교 치기공과

² 부산대학교 치의학전문대학원 치과재료학교실

본 연구의 목적은 열 가압성형용과 캐드캠 가공용의 2종의 폴리에테르케톤케톤을 추가 축성을 한 후 색조에 미치는 영향을 비교해 보고자 한다. 대조군으로 아무처리를 하지 않은 시편, 실험군으로 표면에 실리카 코팅을 하기 위해 로카텍 처리 시편, 로카텍 처리 후 오펙 도포 시편, 로카텍 처리 후 레진 도포 시편, 로카텍 처리 후 오펙 도포 다음 레진 도포 시편으로 나누어 VITA Easyshade advance 4.0을 이용하여 CIE 색체계를 적용하여 L*, a*, b* 값을 측정하고 SPSS 프로그램을 이용하여 일원배치분산분석으로 통계 분석하였다. 추가 축성에 따른 열 가압성형용과 캐드캠 가공용 폴리에테르케톤케톤의 색 안정성은 유의한 차이가 있었고, 추가 축성에 따른 L* 값과 b* 값은 대부분 증가하였으며, 로카텍 처리 후 레진을 바른 경우가 색 안정성은 가장 우수하였다. 임상에서 사용 시 허용 가능한 범위에 포함되는 레진을 바르는 단계까지 진행하는 것이 최상의 조합이라고 생각된다.

색인 단어 : 폴리에테르케톤케톤, 로카텍, 오펙, 레진