

PEKK(Polyetherketoneketone) 표면처리가 치과용 베니어 레진의 전단결합강도에 미치는 영향

문윤희
대전보건대학교 치기공학과

PEKK(Polyetherketoneketone) Surface Treatment Effects on Shear Bond Strength to Dental Veneering Resin

Yun-Hee Moon

Department of Dental Technology, Daejeon Health Institute of Technology

요약 본 연구의 목적은 PEKK(Polyetherketoneketone)와 치과용 복합수지인 Sinfony(3M ESPE, Seefeld, Germany)사이의 결합강도를 알아보려고 하는 것으로 대표적인 표면처리방식 세가지를 제시하여 두 재료간 결합강도에 영향을 미치는지에 대하여 평가하고자 하였다. 총 30개의 PEKK (Pekkton® Ivory, Cendres+Métaux, Bienne, Switzerland)시편을 준비한 후 아크릴릭 레진에 포매한 후 표면 연마(P 1200 grid)하고 각 그룹을 10개의 시편으로 나누어 Air abrasion을 실시한 군(PN), Air abrasion을 실시한 후 Single Bond Universal(3M ESPE)을 적용한 군(PB), Air abrasion을 실시한 후 OPAQUE(3M ESPE)를 적용한 군(PO)의 표면처리 방식에 의해 3그룹으로 분류하였다(n=10). 이후 Sinfony(3M ESPE, Seefeld, Germany)를 이용하여 Veneering을 실시하였다. 완성된 모든 시편은 24시간동안 37 °C의 수조에 휴지시켰다. 각 그룹의 전단결합강도를 측정하고 파절양상을 분류하였다. 집단에 따른 전단결합강도 차이를 살펴보기 위하여 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며(p<.05), 사후분석으로는 Scheffe test를 실시하여 검증하였다(p<.05). 통계처리는 SPSSWIN 21.0 프로그램을 사용하여 분석하였다. 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과, PB그룹의 평균값은 27.67±4.18 MPa로 가장 높은 결합강도를 나타냈으며, PN과 PO는 각각 20.43±1.70과 19.8±4.77 MPa로 상대적으로 낮은 결합강도를 보였고(F=18.4, P<.001), 사후검증(scheffe test)을 살펴본 결과 PB>PO, PB>PN으로 유의한 차이를 보였다(p<.001). 본 연구를 통해 PEKK와 복합수지 사이의 결합력을 증진시키기 위하여 Air abrasion 실시 후 Single Bond Universal(3M ESPE)을 이용하여 표면처리할 것을 권장할 수 있으며 타 연구와 비교하여 볼 때 Air abrasion의 적용 시간의 증가가 전단결합강도의 증가에 영향을 미치는 것으로 유추되므로 추가적인 연구의 진행이 필요할 것으로 사료된다.

Abstract The purpose of this study was to investigate the bond strength between PEKK(Polyetherketoneketone) and Sinfony(3M ESPE, Seefeld, Germany) the dental composite resin by proposing the three representative surface treatment methods and evaluate to see if they affect the bond strength between two materials. A total of 30 PEKK(Pekkton® Ivory, Cendres+Métaux, Bienne, Switzerland) specimens were prepared, embedded in acrylic resin, polished(P 1200 grid) to surface, and each group was divided into 10 specimens. After then, by the surface treatment method, it classified into three groups(n=10) such as Air abrasion group(PN), applying Single Bond Universal(3M ESPE) after Air abrasion(PB), applying OPAQUE(3M ESPE) after Air abrasion(PO). Then, veneering was performed by using Sinfony(3M ESPE, Seefeld, Germany). All completed specimens were allowed to rest in a 37 °C water bath for 24 hours. Shear bond strength of each group was measured and fracture patterns were classified. Statistic analysis was performed with One-way ANOVA followed by post hoc Scheffe test (p<.05). Statistical analysis was performed using the SPSSWIN 21.0 program. As a result of one-way ANOVA, the average value of PB group was 27.67±4.18 MPa and it was shown as the highest bond strength, PN and PO were 20.43±1.70 and 19.8±4.77 MPa each, and these were relatively low(F=18.4, P<.001), and as the post-test the Scheffe test was conducted and verified (p<.05). After examining the scheffe test, it was showed significant differences as PB>PO, PB>PN(p<.001). Through this study, in order to enhance the bonding force between PEKK and the composite resin, perform the Air abrasion and surface treatment by using Single Bond Universal(3M ESPE) is recommended, and as coMPared with other studies. And it is assumed that the increase of the application time of the Air abrasion affects the increase of the shear bond strength. Thus, further research is required.

Keywords : PEKK, Sinfony, Shear Bond Strength, Single Bond Universal, Opague

*Corresponding Author : Yun-Hee Moon(Daejeon Health Institute of Technology)

Tel: +82-10-4450-0754 email: noyoon@hanmail.net

Received February 19, 2019

Revised March 26, 2019

Accepted April 5, 2019

Published April 30, 2019

1. 서론

치과용 CAD-CAM 시장의 급성장과 더불어 치과용 소재의 개발은 심미적이면서도 내구성이 우수한 보철물의 개발과 연구에 힘입어 지속적으로 발전하고 있다. 금속, 세라믹, 레진 등의 치과용 재료 등은 강도, 연성, 적합도, 화학적 안정성, 심미성은 충분히 고려하여 발전하여 왔다. 최근 콤포지트 레진, 시멘트, PMMA(Polymethyl methacrylate) 등으로 우리에게 익숙한 Polymer를 활용한 Polyaryletherketones(PAEKs)의 개발은 치과계에서의 활용도가 점점 높아지고 있다. 치과용 재료는 강도, 색안정성, 생체적합성, 용해도, 열적 성질 등을 충족시켜야 하는데 CAD-CAM과 3D printing의 등장으로 Polyaryletherketones (PAEKs)의 활용을 더욱 발전시키는 계기가 되었다.

고성능 열가소성 플라스틱 소재인 PAEKs는 단량체에 포함된 Ether기와 Keton의 개수에 따라 PEK, PEEK, PEKK, PEKEK 등으로 분류되는데[1], 이중 최근 치과계에서 사용하기 시작한 PEKK는 PAEK족의 여러 장점을 갖는 동시에 PAEK 족 내의 PEEK나 PEK보다 더 높은 굴곡강도, 인장강도, 우수한 표면 경도, 자연치와 유사한 탄성계수 등의 물리적인 특성을 보이고 있다[2-4]. PEKK는 고분자의 비정질형태와 결정질형태를 가지고 있어 비정질고분자에서 갖는 탄성과 결정질 고분자에서 갖는 강도를 가질 수 있다[5]. 이외에도 방사선 투과성을 가져 방사선 검사가 용이하고, CAD-CAM 밀링, 열가압 성형법으로 제작가능하다는 장점이 있어 점점 그 활용도가 높아지고 있다[6-7]. 이러한 특징으로 1990년대부터 체내 매식체로 폭넓게 사용되어 왔고[6], 최근 치과영역에서도 CAD-CAM 밀링, 열가압 성형법, 3D printing 등의 새로운 보철물 제작방법의 발전으로 Framework, Attachment, 임플란트 Milled Bar, 고정성 임시보철물, 임플란트 임시지대주 등으로 점점 다양하게 활용 및 개발되고 있다.

치과용 재료가 새롭게 개발되면 기존의 치과용 재료와의 접착성, 가공성, 파절시 수리 등의 방법을 다양하게 고려하여야 하고 충분한 연구가 함께 진행되어야 한다. 심미보철재료는 자연치와 유사한 반투명성이 요구되어 지지만[8] PEKK 소재는 유사한 색과 광학적 특성을 가지고 있지 않은 단점을 가지고 있어 만족스러운 심미적 결과물을 얻으려면 추가 축성이 필요한데, 보철물 제작

시 Resin facing 처리를 거쳐 심미적인 특성을 보완하게 된다. 아직 PEKK 단판에 대한 임상적용에 관한 연구는 없는 실정이지만 상아질과 법랑질에 대한 기능적인 조화, 우수한 마모저항도, 적절한 기계적인 물성, 컴포지트 레진이나 치아의 이상적인 접착이 검증된다면 만족스러운 구강내 생존력을 지닌 소재로 활용될 것을 기대해 볼 수 있을 것이다. 이러한 이유로 PEKK로 제작된 Core와 Resin facing 재료간의 결합력이 요구되어지고 이를 보완할 표면처리를 권장하고 있다[9]. 이러한 표면처리방법에는 Air abrasion, Etching, Silicate coating, Primer, Cement, Plasma 등의 여러 가지 적용방법이 있다. 최근 여러 연구를 통해 효율적인 표면 전처리 방법을 제시하고자 실험적인 연구가 진행되었고 그 결과 PEEK의 연마된 표면에는 결합을 얻을 수 없으며, 50 μm Aluminium oxide로 10초간 Sandblasting 처리한 군과 Rocatec 시스템(3M ESPE)을 이용한 실리카 코팅 처리한 군 모두가 결합력에 영향을 미치지 않았다고 보고되었다[10]. 또한 황산처리 한 군이 다른 산처리를 한 그룹보다 표면거칠기는 증가하였으나 Etching 처리한 후 Veneering resin에 접착하기 위해서는 추가적인 접착재료가 적용되어야 한다고 보고한 바 있으며, 타 레진에 비교하여 Sinfony(3M ESPE)로 축성된 PEEK의 TBS 측정 결과가 높게 나타났다고 보고하였다[11]. 황산(95%)과 Single bond universal (3M ESPE)를 적용한 군에서 Shear Bond Strength 측정결과가 현저히 높은 것으로 나타난 결과를 볼 수 있다[12]. 또한 Primer의 사용은 PEKK의 전단결합강도에 영향을 미치지 않는다고 보고한 바 있다[13].

이에 본 연구에서는 종래의 연구를 통해 PEKK표면의 활택한 연마면 제거를 위해 50 μm Aluminium oxide로 Sandblasting을 모든 시편에 공통적으로 적용하였고, 임상에서 사용이 어려운 황산을 대신할 기계적인 결합력을 얻기 위해 1분간 충분히 실시하였다. 또한 본당체는 종래의 연구에서 가장 효과적이었던 Single bond universal (3M ESPE)를 적용하였으며, 심미적인 색상을 얻기 위해 Resin facing에 필수적인 Opaque를 적용하는 분류로 임상에서 활용 가능한 조건을 토대로 각 그룹의 전단결합강도를 측정하여 PEKK와 Veneering Resin사이의 표면처리 방식의 차이가 전단결합강도에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 본 연구의 귀무가설은 표면처리 방법과 중간재의 적용방식은 두 재료간 결합력에 영

향을 미치지 않는다고 하고 이를 검증하고자 하였다.

2. 연구재료 및 방법

2.1 실험재료

본 연구는 PEKK core와 Composite Resin간의 표면 처리방식에 따라 결합강도의 차이를 비교해 보고자하는 실험으로, Core로 사용된 재료는 CAD-CAM용 밀링 디스크인 PEKK (Pekkton[®] Ivory, Cendres+Métaux, Bienne, Switzerland)을 이용하여 제작하였다. Veneer에 사용된 Composite Resin은 Sinfony (3M ESPE, Seefeld, Germany)를 사용하였다.

위의 두 재료간 연결부 처리방식에 따라 Air abrasion을 실시한 군(PN), Air abrasion을 실시한 후 Single Bond Universal(3M ESPE)을 적용한 군(PB), Air abrasion을 실시한 후 OPAQUE(3M ESPE)를 적용한 군(PO)으로 나누고, Bonding Agent는 Single Bond Universal(3M ESPE, St. Paul, MN, USA)을 사용하였고, OPAQUE(3M ESPE, Seefeld, Germany)를 사용하였다. 각 군당 10개의 시편을 제작하여 총 30개의 시편을 제작하였다.

2.2 시편제작

2.2.1 Core 제작

본 연구에 사용된 재료는 직경 98.5 mm, 두께 16 mm 인 CAD-CAM용 밀링 디스크인 PEKK (Pekkton[®] Ivory, Cendres+Métaux, Bienne, Switzerland)을 이용하여 직경 9 mm, 두께 2 mm 인 disk형태로 총 30개의 시편을 제작하였다. 시편연마는 시편연마기 (Labopol-5, Struers, Copenhagen, Denmark)와 SIC foil (R&B, Daejeon, Korea)를 이용하여 시행하였으며, 600, 800, 1000, 1200 grid SIC paper를 단계적으로 적용하여 활택한 면을 얻었다. 표면의 이물질 제거를 위해 증류수에서 20초간 초음파세척을 실시하였다. 이후 제작된 시편을 직경 30 mm높이 20 mm의 원기둥 형태의 teflon mold에 아크릴릭 레진인 Ortho-jet[®] (Lang dental, Wheeling, IL, USA)을 이용하여 포매하였다.

2.2.2 표면처리

총 30개의 시편에 50 μ m Aluminum Oxide (Renfert

GmbH, Hilzinger, Germany)를 이용하여 2 bar의 압력으로 60초간 Air abrasion을 공통으로 실시하고 steam cleaning을 실시하였다. 이후 50 μ m Aluminum Oxide를 이용하여 Air abrasion을 실시한 10개의 시편을 PN이라 명명하고, Air abrasion을 실시한 후 Single Bond Universal(3M ESPE)을 적용한 10개의 시편을 PB라 명명하고, Air abrasion을 실시한 후 OPAQUE(3M ESPE)를 적용한 10개의 시편을 PO라고 명명하고 총 3개의 그룹으로 분류하였다(Table 1.)

Table 1. Summary of surface treatment protocols for each group.

| Group | Surface treatment | N |
|-------|------------------------------------|----|
| PN | Air abrasion | 10 |
| PB | Air abrasion+Single Bond Universal | 10 |
| PO | Air abrasion+Opaque layer | 10 |

PN: air abrasion processed PEEK, PB: bonding after air abrasion processed PEEK, PO: opaque layer after air abrasion processed PEEK

2.1.3 컴포지트 레진의 축성 (Veneer제작)

Veneer의 용도로 사용될 광중합형 컴포지트 레진인 Sinfony (3M ESPE, Seefeld, Germany)를 이용하여 직경 4.5mm, 높이 3mm로 총 3회에 걸쳐 실리콘 몰드를 이용하여 축성한 후 최종 중합시켰다(Fig. 1.). 이후 37 $^{\circ}$ C의 수조에 24시간 보관하였다.

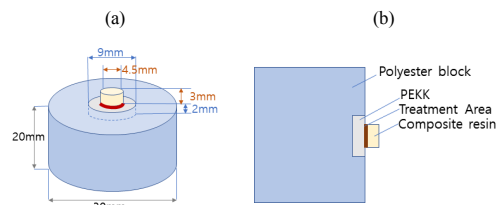


Fig. 1. Schematic diagram of specimen configuration. (a) Three dimensional view (b) side view

2.3 실험방법

준비된 시편을 만능물성시험기 (Instron Universal Testing Machine, OTU-05D; Oriental TM Corp., Korea)(Fig.2)를 이용하여 ISO/TR 11405에서 제시하는 crosshead speed인 0.45~10.5mm/min의 범주 중 0.5mm/min의 하중속도를 적용하고 접착된 레진이 분리

될 때의 최대하중 값을 (1)과 같이 단위면적당 결합강도 값인 MPa로 환산하였다. 그 계산식은 다음과 같다.

$$\text{shear bond strength(MPa)} = \text{KG} \times 9.8 / \pi r^2 \quad (1)$$

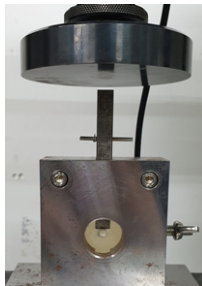


Fig. 2. Experimental setup in the shear bond strength.

2.4 통계분석

본 연구는 집단간 차이를 살펴보기 위하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 사후분석으로는 Scheffe test를 실시하여 검증하였다(p<.05).

본 연구의 분석은 모두 유의수준 p<.05에서 검증하였으며, 통계처리는 IBM SPSSWIN 21.0 프로그램을 사용하여 분석하였다.

3. 결과

3.1 전단결합강도

측정된 각 3개의 그룹의 평균 및 표준편차는 다음과 같다(Table 2.). PB그룹의 평균값은 27.67±4.18 MPa로 가장 높은 결합강도를 나타냈으며, PN과 PO는 각각 20.43±1.70과 19.8±4.77 MPa로 상대적으로 낮은 결합강도를 보였다(F=18.4, P<.001). (Fig. 3.)

Table 2. Mean and standard deviation of the shear bond strength. (unit: MPa)

| Group | N | Mean | SD | p-value |
|-------|----|-------|------|---------|
| PN | 10 | 20.43 | 1.70 | <.001* |
| PB | 10 | 27.67 | 4.18 | |
| PO | 10 | 19.82 | 4.77 | |

One-way ANOVA(*:p<.05), Scheffe post hoc
SD: standard deviation, PN: air abrasion processed PEEK, PB: bonding after air abrasion processed PEEK, PO: opaque layer after air abrasion processed PEEK

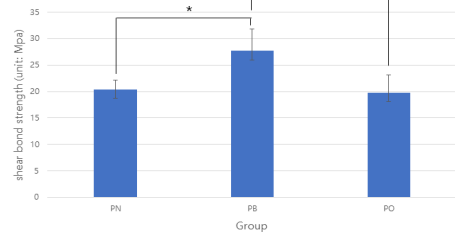


Fig. 3. Mean and standard deviation for experimental groups.

PN: air abrasion processed PEEK, PB: bonding after air abrasion processed PEEK, PO: opaque layer after air abrasion processed PEEK * denotes significant difference between the groups (p<.001).

일원배치분산분석 (one-way ANOVA)에서는 p<.001으로 그룹간 유의한 차이가 있는 것으로 확인되었으며 각 실험 그룹간의 전단결합강도 차이를 검증하기 위해 수행한 사후검증(Scheffe test)를 살펴본 결과 PB>PO, PB>PN으로 유의한 차이를 보였다(p<.001) (Table 3.).

Table 3. Results of one-way ANOVA on the shear bond strength.

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 381.374 | 2 | 190.687 | 18.413 | .000 |
| Within Groups | 279.618 | 27 | 10.356 | | |
| Total | 660.992 | 29 | | | |

3.2 파절양상분석

세 그룹의 파절면 관찰결과 PN에서는 시편 표면에 잔존된 레진이 관찰되지 않는 접착성 파절(adhesive failure)이 모든 시편에서 나타났으며, PB와 PO에서는 접착성 파절(adhesive failure) 양상과 잔존레진이 부분적으로 시편과 결합된 채로 남아있는 혼합형 파절(mixed failure) 양상이 함께 나타났다. 이러한 파절양상은 대부분의 파절이 시편과 접착재료사이에서 시작되어 진행된 것을 확인할 수 있었으며, 모든 실험 그룹에서 응집성 파절(cohesive failure)은 나타나지 않았다. 파절양상 분석 결과는 Fig. 4.와 같다.

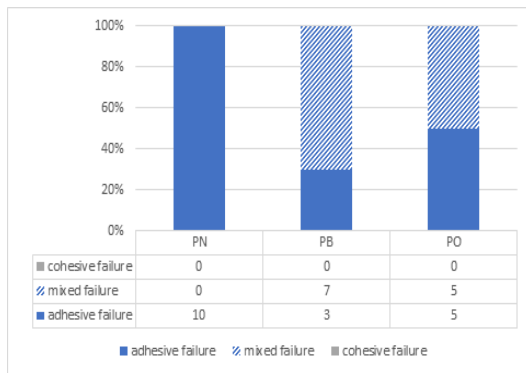


Fig. 4. Failure modes after shear bond strength test. PN: air abrasion processed PEEK, PB: bonding after air abrasion processed PEEK, PO: opaque layer after air abrasion processed PEEK.

4. 고찰

본 연구에서는 광중합복합수지인 Sinfony(3M ESPE, Seefeld, Germany)를 이용하여 veneering을 실시할 경우에 PEKK의 표면처리방식이 전단결합력에 미치는 영향을 평가하였다.

본 연구에 사용된 표면처리 방식은 Veneering 작업 시 필요한 표면의 기계적인 결합력과 화학적인 결합력에 국한지어 살펴볼 수 있다. 신소재인 PEKK에 앞선 PEEK의 종래연구를 살펴보면, 결합을 위한 표면처리에 98% 황산에칭, 알루미늄옥사이드를 이용한 10초간 샌드블라스팅(Air-abrasion), Rocatec system(3M ESPE)을 이용한 실리카 코팅, 시멘트 등과의 전단결합강도를 비교분석을 볼 수 있는데, 이들 연구를 통해 황산(19.0 ± 3.4 MPa)으로 에칭한 시편을 제외하고 모든 PEEK표면에 결합을 만들 수 없다고 하였고 연마된 표면에서는 결합이 이루어지지 않는다고 하였으며 황산과 Air abrasion을 함께 적용한 경우에도 결합력이 상승하였다고 보고하였다[10].

표면의 기계적인 결합력의 극대화를 위하여 PEEK의 접착시 황산의 직접적인 적용은 효과적이다. 하지만 사용시 위험성이 있고 또한 PEKK와 수지복합재료를 결합할 때 산표면처리가 필요하지 않다고한 연구결과를 보고 [12]에 따라 본 연구에서는 임상에서 쉽게 적용할 수 있는 Aluminum Oxide를 이용한 Air abrasion만을 적용하여 보다 안전하고 쉬운 접근을 모색하고자하였다. 따라

서 PEAKs의 대표적인 family member인 PEKK에도 적용될 것으로 보고 샌드블라스팅(Air-abrasion) 적용시간을 증가시켜 결합력이 상승하는지 확인해보고자 하였다. PEKK에 황산처리와 Air abrasion 적용을 비교한 연구에서는 알루미나 Air abrasion으로 인한 표면이 화학적으로 에칭된 표면과 비교하여 더 불규칙성이 강조된 표면 패턴을 보인다고 하였다[12]. 이에 본 연구에서는 종래의 연구를 통해 PEKK표면의 활택한 연마면 제거를 위해 Alumina oxide($50\mu\text{m}$)를 이용한 Air abrasion을 모든 시편에 공통적으로 적용하였고, 임상에서 사용이 어려운 황산을 대신할 기계적인 결합력을 얻기 위해 1분간 충분히 실시하여 표면의 불규칙성을 증가시켰다. 결국 기계적인 결합력 증가를 위하여 작업성이 안전한 Aluminum Oxide를 이용한 Air abrasion방법을 적용하는 연구를 실시한 것으로 종래의 연구의 Aluminum Oxide를 이용한 Air abrasion 적용시간을 종래의 10초 적용한 실험[10] 혹은 20초 적용한 실험[12]보다 Aluminum Oxide를 이용한 Air abrasion 적용 시간을 증가시켜 1분을 적용한 결과 기계적인 결합력이 향상된 것을 확인하였다. Air abrasion을 20초간 적용한 종래의 연구결과로 15.61 ± 2.42 MPa로 결합강도가 나타난 실험 [12]과 비교하여 볼 때 이와 유사한 본 연구의 Air abrasion을 1분간 적용한 본 연구의 PN그룹은 20.43 ± 1.70 MPa로 결합강도가 증가한 것을 볼 수 있다. 이렇게 결합강도가 높게 나타난 이유를 Air abrasion 적용시간의 증가로 인해 표면의 불규칙성이 증가되고 이로 인해 기계적인 결합력의 영역이 증가한 것으로 해석할 수 있겠다. 이는 위험요소를 내재하고 있는 황산의 직접적인 사용을 배제하고 효과적인 결합력을 얻을 수 있는 방법으로 Air abrasion의 적용시간 증가를 제안할 수 있겠다. 본 연구의 Aluminum Oxide를 이용한 Air abrasion 적용 군인 PN군은 임상적으로 받아 들여질만한 전부도재관의 전단결합강도로 보고[15]된 20~40 MPa의 범주에 약간 미치는 결과를 나타내어 임상에서의 활용을 기대해 볼 만 하겠다.

다양한 본딩제를 이용하여 결합강도를 측정한 종래의 연구를 살펴보면 Single Bond Universal(3M ESPE, St. Paul, MN, USA) 그룹이 다른 접착재료 그룹 사이에 유의한 차이가 있다고 하였는데, 다른 그룹에 비교하여 결합강도가 더욱 증가한 것은 Self-etching 기전을 가진 Bonding제의 특징과 Silane이나 MDP phosphoric

monomer의 영향이라고 하였다[12]. 본 연구에서는 종래의 연구를 통해 PEKK표면의 활택한 연마면 제거를 위해 50 μm Alumium oxide로 Sandblasting을 모든 시편에 공통적으로 적용하였고, 종래의 연구에서 가장 효과적이었던 Single bond universal (3M ESPE)를 본당체로 적용하였다. Air abrasion만 적용한 본 연구의 PN그룹(20.43 \pm 1.70 MPa)보다 Single Bond Universal(3M ESPE)의 적용한 결합력이 27.67 \pm 4.18 MPa로 효과적인 결합력을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 이 또한 임상적으로 받아 들여질만한 전부도재관의 전단결합강도로 보고[15]된 20~40 MPa의 범주에 미치는 결과로 임상에서의 활용 및 수리 등 활용영역의 확대까지 기대해 볼 수 있는 연구결과이다.

심미적인 Core의 색상재연 및 조정을 위해 PEKK와 Sinfony 사이에 필수적으로 사용되는 Opaque를 Air abrasion을 1분간 적용한 표면에 1회 적용한 PO그룹은 다른 두 그룹에 비하여 낮은 결합강도인 19.82 \pm 4.77 MPa를 나타내었다. 이는 Core의 색을 가리기 위해 두껍게 도포한 Opaque의 중합상의 문제가 오히려 기계적인 결합력을 저하시키는 환경을 만든 것으로 사료된다. 추후 Opaque의 도포두께를 얇게 여러차례 반복하여 도포하는 방식을 적용하는 추가 연구가 필요할 것이다.

전단 결합강도는 재료의 종류에 따라 적절한 값을 달리 보고하고 있는데, 금속코어-전장도재는 25MPa로 [13], Glass ceramic-glass infiltrated alumina ceramic은 23~41MPa로 [14] 지르코니아 코어-전장도재는 20~40MPa로 [15] 보고하고 있다. 본 연구의 전단결합강도는 PO(19.82 \pm 4.77) < PN(20.43 \pm 1.70) < PB(27.67 \pm 4.18)그룹의 순으로 나타났으며(p<.001), 세 그룹 중 PEKK-cement-복합수지와의 관계성을 알아본 PB 그룹에서 유의한 값으로 나타나는데 위에서 언급한 결합강도에 받아들여지는 의미있는 범주에 드는 것으로 나타나 PEKK를 이용하여 복합수지전장관 제작 및 수리 등 임상에서 활용할 것을 기대할 수 있다.

또한 본 연구는 열 순환(thermocycling)을 실시하지 않아 열충격과 시간 경과에 따른 내구성을 위한 제한은 이루어지지 않았으므로 추후 열순환에 의한 변성 및 노후화에 대한 연구가 추가적으로 필요할 것으로 사료된다.

5. 결론

본 연구에서는 광중합복합수지인 Sinfony(3M ESPE, Seefeld, Germany)를 이용하여 Veneering을 실시할 경우에 PEKK의 표면처리방식이 전단결합력에 미치는 영향을 평가하고자 Air abrasion을 적용한 PN그룹, Air abrasion처리 후 Single Bond Universal(3M ESPE)을 적용한 PB그룹, Air abrasion처리 후 Opaque(3M ESPE)을 적용한 PO그룹으로 분류 하였고 그중 PB그룹에서 유의하게 높은 전단결합강도 값을 보였다. (PO<PN<PB, p<.001)

따라서 본 연구의 귀무가설인 표면처리 방법과 중간재의 적용방식은 두 재료간 결합력에 영향을 미치지 않는다는 기각되었다.

PEKK와 복합수지 사이의 결합력을 증진시키기 위하여 Air abrasion 실시 후 Single Bond Universal(3M ESPE)을 이용하여 표면처리하여 사용하는 것을 권고하며, 타 연구와 비교하여 볼 때 Air abrasion의 적용 시간의 증가가 전단결합강도의 증가에 영향을 미치는 것으로 유추되므로 추가적인 연구가 필요하며 Opaque의 도포시 두께 및 도포횟수 등을 고려하여 추가적인 연구의 진행이 필요할 것으로 사료된다.

References

- [1] Gardner KH, Hsiao BS, Matheson RR, Wood BA. Structure, crystallization and morphology of poly (aryl ether ketone ketone). *Polymer*, Vol.33, No.12, pp.2483-2495, 1992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0032-3861\(92\)91128-O](https://doi.org/10.1016/0032-3861(92)91128-O)
- [2] Harsha, A. An investigation on low stress abrasive gear characteristics of high performance engineering thermoplastic polymers. *Wear*, Vol.271, No.5-6, pp.943-951, June. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wear.2011.03.019>
- [3] Harsha, A. Tewari U. Tribo performance of polyaryletherketone composites. *Polym Test*. 2002;21:697-709.7. *Polymer Testing*, Vol.21, No.6, pp.697-709, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0142-9418\(01\)00145-3](https://doi.org/10.1016/S0142-9418(01)00145-3)
- [4] Geringer J, Tatkiwicz W, Rouchouse G. Wear behavior of PAEK, poly(aryl-ether-ketone), under physiological conditions, outlooks for performing these materials in the field of hip prosthesis. *Wear*, Vol.271, No.11-12, pp.2793-803, Sep. 2011. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.wear.2011.05.034>
- [5] Reich S, Wichmann M, Nkenke E, Proeschel P. Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial dentures,

generated with three different CAD/CAM systems. *Eur J Oral Sci*, Vol.113, No.2, pp.174-179, Apr. 2005.

DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2004.00197.x>

- [6] Kurtz SM, Devine JN. PEEK biomaterials in trauma, orthopedic, and spinalimplants. *Biomaterials*, Vol.28, No.32, pp.4845-4869, Nov. 2007.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.biomaterials.2007.07.013>
- [7] Williams D, McNamara A, Turner R. Potential of polyetheretherketone(PEEK) and carbon-fibre-reinforced PEEK in medical applications. *J Mater Sci Lett*, Vol.6, No.2, pp.188-190, Feb. 1987.
- [8] Polyetheretherketon (PEEK). Part II: Application in clinical practice. *Acta Chir Orthp Traumatol Cech*, Vol.77, No.6, pp.470-8, 2010.
- [9] Sproesser O, Schmidlin PR, Uhrenbacher J, Roos M, Gernet W, Stawarczyk B. Effect of sulfuric acid etching of polyetheretherketone on the shear bond strength to resin cements. *J Adhes Dent*, Vol.16, No.5, pp.465-572, Nov. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.3290/j.jad.a32806>
- [10] Schmidlin PR, Stawarczyk B, Wieland M, Attin T, Hämmmerle CH, Fischer J. Effect of different surface pre-treatments and luting materials on shear bond strength to PEEK. *Dent Mater*, Vol.26, No.6, pp.553-559, June. 2010.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.02.003>
- [11] Stawarczyk B, Jordan P, Schmidlin PR, Roos M, Eichberger M, Gernet W, Keul C. PEEK surface treatment effects on tensile bond strength to veneering resins. *J Adhes Dent*, Vol.112, No.5, pp.1278-1288, Nov. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.05.014>
- [12] Ki-Sun LEE, Myoung-Sic Shin, Jeong-Yol Lee, Jae-Jun Ryu, Sngg-Wan Shin. Shear bond strength of composite resin to high performance polymer PEKK according to surface treatments and bonding materials. *J Adhes Dent*, Vol.9, No.5, pp.350-357, Oct. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.4047/jap.2017.9.5.350>
- [13] Eun-kyung Kim. *A coMParative study of bond strangth of polyetherketonketon(PEKK) and cobalt-chromium alloy to denture base resin.* a Master's thesis. Dankook University Graduate school department of Prosthodontics, cheonan, Korea, pp.22, 2017.
- [14] Dunder M, Ozcan M, Comlekoglu E, Gungor MA, Artunc C. Bond strengths of veneering ceramics reinforced ceramic core materials. *Int J Prosthodont*, Vol.23, No.5, pp.630-636, May. 2007.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.05.004>
- [15] Derand T, Molin M, Kvam K. Bond strength of composite luting cement to zirconia ceramic surfaces. *Dent Mater*, Vol.21, No.12, pp.1158-1162, Dec. 2005.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.02.005>

문 윤 희(Yun-Hee Moon)

[정회원]



- 2016년 2월 : 단국대학교 보건복지 대학원 보건학과 구강보건학 전공 (구강보건학박사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 대전보건대학교 치기공(학)과 겸임교수
- 2009년 10월 ~ 현재 : 이미지치과 기공소 대표

<관심분야>

치과기공, Dental CAD/CAM, ZIRCONIA, 3D PRINTING