Margin Design

인하대학교 의과대학 치과학교실 보철과
조교수 오 남 식

치아 삭제의 원리 중 변연과 관련된 조건들과 다양한 보철물 마무리에 따른 특성을 살펴보고 완전도재관의 변연 각도에 따른 적합도와 응력분포에 대한 실험 결과를 참고해 적절한 변연 디자인 선택시에 도움이 되고자한다.

성공적인 보철물 변연은 마무리선에 정확히 맞아야하는 fitness(cement의 노출 최소), 환자와 술자의 입장에서 청결 가능한 부위에 위치되어야하는 location, 그리고 교합력에 충분히 저항할 수 있는 stress를 만족할 수 있어야 할 것이다.

Fitness

일반적으로 변연의 적합이 우수해야 구강내 환경에서 수복물의 잔존시간이 길어진다. Finsh line의 형태는 변연부에서 수복재료의 모양과 부피를 결정하며 적합도에도 영향을 미친다. 각 finish line의 형태를 살펴보면 다음과 같다.

Knife Edge

Knife edge 형태의 변연은 주로 하악구치 설면, 경사진 지대치에 적용되며 그 단점으로는 변연의 불분명, 부족한 부피, 이로인한 과풍융의 위험성, 주조의 어려움 및 교합력에 의한 주조체 변형 가능성을 들 수 있다.

Chamfer

변연부의 삭제량은 약 0.3~0.5mm 정도로 대부분의 주조 수복물에서 이상적이며 veneer metal restoration에서 가장 좋은 디자인으로, 형성이 용이하고, undercut 가능성이 적다. 시멘트에 가해지는 응력이 적으며 힘을 가장 적게 받는 디자인이지만 도재 수복물에 사용시 소성 과정중 변형 가능성의 단점을 가지고 있다.

Heavy Chamfer

Chamfer의 변형으로 large-radius rounded internal angle을 가지며 ceramic crown에 사용되기도 한다. 적절한 지지를 제공하지만 lip enamel 형성 가능성이 있다.

Shoulder

90° internal line angle을 가지는 shoulder margin은 완전도재관에서 사용되며 교합력에 저항하는 충분한 변연 강도를 가지고 있어 도재 파절을 최소화한다. 기공과정에서 쉽게 확인이되는 변연 형태이며 도재 축성을 위한 충분한 공간을 부여하지만 많은 치질 삭제의 단점으로 인해 일부 전치부에서는 치관부 파절이 야기되기도 한다.

Round Shoulder

Shoulder의 변형으로 완전도재관에 많이 사용되는 형태로 cavosurface 각도는 90°이지만 shoulder width는 rounded internal line angle로 조금 감소된 상태이며 rounded internal line angle은 치질에 대한 응력을 감소시킨다. 교합력에 대한 지지가 우수하고 undercut 생성 가능성 감소로 삭제가 용이하며 변연 변형에 대한 저항성을 가지고 있다. 그 외에도 설측 chamfer로의 간단한 이행과 50%의 응력 분산 효과의 장점을 가지고 있다[1].

Shoulder with Bevel

Shoulder에 bevel을 부여하여 적합도를 개선시키고자 고안된 형태로 금속도재 수복물에 사용가능하지만 metal collar의 노출로 인해 심미적 문제를 가지며 치근이 노출된 치아의 수복에서는 삭제량이 많아 제약이 따른다.

Margin Placement

변연의 이상적인 위치는 환자에 의해 청결 유지가 가능하며 인상체가 잘 나올 수 있는 법랑질 상의 치은연상 변연을 추천한다. 이 치은연상 위치의 장점은 마무리가 쉬우며 청결유지가 용이하고 적은 연조직 손상과 수복물의 평가가 쉽다는 것이다. 그러나 대부분의 보철물은 치은연하 변연을 가지게 되는데 이것은 임상 치관이 짧은 경우 부가적인 유지가 요구되거나 축면 외형의 변형이 필요한 경우에 적용된다. 또한 치아우식, 치경부 우식, 이전 수복물의 위치, 치근과민, 심미성, 외상 등의 이유로도 변연은 치은연하에 위치하게 된다.

이런 여러가지 이유로 치은연하에 변연을 위치시킬 경우 고려해야할 것은 생물학적 폭경을 확보하는 것이다. 생물학적 폭경은 상피부착부와 결합조직의 합으로 최소 2mm가 확보되어야 한다. 생물학적 폭을 확보하지 못한 경우에는 치은염, 치조골 높이 상실, 치주낭이 형성된다[2].

그러므로 수복물 변연의 위치는 치조골에서 3mm 정도의 간격을 유지해야하며 치은열구의 기저부에서 약 1mm 정도는 떨어져 위치되어야 치주건강이 유지될 수 있다.

Metal-Ceramic Finish Line

일반적인 금속-도재 수복물에서의 변연은 금속과 세라믹이 같이 끝나는 형태로 변연 처리에 따라 metal collar와 collarless의 형태가 있으며 변연 삭제 형태는 shoulder(38%), beveled shoulder(24%), chamfer(10%), beveled deep chamfer(6%)의 비율로 미국 치과대학에서 교육되어지고 있다[3].

Metal Collar의 Design

변연에 금속이 보이는 형태로 비심미적인 이유로 임상적 사용을 줄이려는 경향을 가지고 있으나 도재 소성시 발생하는 응력에 잘 저항하며, 우수한 변연 봉쇄성, 치주 건강에 유리함과 합착시 견고성의 장점을 가지고 있다.

삭제 형태의 선택은 국소적, 심미적, 경제적 기술요소를 고려하여 임상적으로 결정해야하며 임상 치관의 길이에 따라 짧은 경우 금속 도재 수복물에서 안정성 확보를 위해 90°shoulder의 변연 디자인을, 임상 치관의 길이가 긴 경우 beveled chamfer나 sloped shoulder를 선택하는 것이 좋다. 또한 치열궁내 치아의 위치, 저항성, 형태, 안정성, 심미성을 고려하여 삭제될 변연의 형태는 결정되어야 할 것이다.

Metal Collar-beveled Edge

변연의 bevel 처리가 부여된 형태로 수복물 bevel의 각도는 30-45° 정도가 적당하며 30° 이하일 경우 보철물의 강도가 저하된다[2]. McLean, Wilson은[4] 수복물의 bevel이 10-20°의 각도가 되어야 사면의 의도한 역할이 수행가능하다고 주장하였으나 이런 각도의 형성을 위해서는 치은열구내 깊게 변연을 형성해야되며 강도의 저하 및 장착 방해가 일어난다.

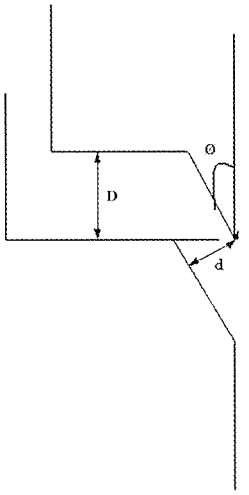

그림 1. D: vertical discrepancy,
d: marginal discrepancy,
Ø : restoration bevel

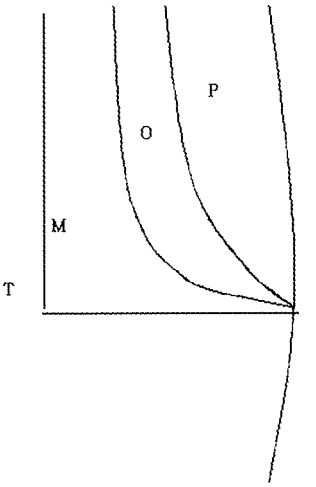

그림 2. T: tooth, M: metal,
O: opaque, P: porcelain

Beveled edge의 marginal disrepancy를 줄이는 방법은 Rosner의 주장에 의하면[5]

$$d = D \times \sin \varnothing$$

결국 변연이 예각으로 날카로우면 d는 감소하게 된다는 것이다. 그러나 이러한 공식은 시멘트가 없는 경우에 적용된다. 치아삭제 bevel의 각도는 최소 45°가 되어야 하며 70°이상에서 효과적이라고 하였으며 bevel이 큰 경우 시멘트의 film thickness에 의해 장착방해 가능성이 있다고 발표하였다[6].

Ostlund의 경우 치아삭제 bevel이 심하면 주조체의 장착을 시멘트가 방해하고 변연 적합도는 시멘트의 film thickness와 연관되어 있다고 하였다[7].

$$D = d/\sin \varnothing$$

수복물이 30°bevel인 경우 D는 film thickness의 2배가 된다(sin 30° = 0.5). 그러므로 시멘트 film thickness의 2배만큼 장착방해를 받게된다.

Metal Collar-feather Edge

Metal collar의 형태 중에서도 금속부분을 줄이는 방법으로 금속, opaque, 도재가 변연에서 같이 존재하는 형태로 숙련된 기공 기술이 요구된다. Metal collar의 노출이 적어 심미적으로 우수하나 과풍융의 가능성이 있으며 opaque 노출의 가능성, 마무리 및 연마의 어려움, 그리고 변형 가능성이 높아 적합도 감소의 우려가 있다.

Porcelain Margin -Collarless

금속 부분의 노출이 없어짐으로 인해 심미적으로 우수하며 도재 골면의 치태 침착이 적어 생물학적으로도 건강한 환경을 제공한다. 0.8-1.2mm의 변연폭과 round shoulder, 90-100°로 만나는 부드럽고 정확한 변연부 외형을 가져야 하며 metal to shoulder 와 metal off shoulder의 형태로 제작이 가능하다. Metal to shoulder의 경우 더 우수한 적합도를 보인다[8].

All Ceramic Crown

완전도재관의 변연 선택 기준은 재료에 따른 stress(파절 저항성)와 적합도가 될 수 있다. Finish line의 dimension은 순면으로 폭이 1.0mm 그리고

다른 부위는 0.5-0.7mm의 round shoulder의 형태를 가져야 한다. 완전도재관의 변연형태에는 round shoulder, heavy chamfer, 50°shoulder, 70°shoulder가 있다.

Marginal Fitness vs Stress

다음으로 완전도재관에서 변연형태에 따른 적합도와 stress를 살펴보자. 완전도재관의 변연형태로 많이 사용되는 round shoulder는 치질에 대한 적은 응력, 교합력에 대한 우수한 지지, undercut 생성 가능성 감소로 용이한 삭제 등의 장점을 가지고 있다. 그런데 round shoulder의 치질에 대해 다양한 각도에 따른 적합도와 강도의 차이가 있어 이에 3가지 각도: 90°, 110° , 135°에 따른 적합도와 응력 분포 비교 실험을 참고하였다.

서로 다른 변연 각도(90° Round shoulder, 110° Round shoulder, 135° Round shoulder)의 완전도재관을 실험 1에서는 적합도를 고배율하에서 관찰하였고, 실험 2에서는 교합력에 저항하는 응력을 비교하기 위해 2차원 유한요소법을 사용하였다.

실험 1

90°,110°, 135° round shoulder의 형태로 삭제된 치아모형을 제작하여 실리콘 인상제로 인상을 채득, 총 45개의 표본을 얻기 위해 각각 15개의 die를 제작하였다. Special plaster die에 alumina core을 sintering하고 glass infiltration 후 porcelain을 build up하여 embeding과 sectioning, polishing 후 200배율하에 적합도를 측정하였다.

Measuring

근원심측과 협설측으로 시편을 잘라 marginal gap과 marginal discrepancy를 구하였다 (표 1, 2). 90°round shoulder에서 가장 낮은 적합도를 보였으며 135°와 110°round shoulder의 적합도는 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았다[9].

표 1. 순측, 설측, 근심, 그리고 원심 중앙에서의 평균 marginal gap (㎛)

Group	Mean of Marginal gap	S.D	Min	Max	Significant Difference
1(90°)	**75.1**	33.1	13.1	153.8	A
2(110°)	**41.5**	22.9	10.0	123.7	B
3(135°)	**51.7**	30.0	6.8	140.5	B

표 2. 평균 marginal discrepancy

Group	Mean of Marginal gap	S.D	Min	Max	Significant Difference
1(90°)	86.6	37.5	10.5	176.5	A
2(110°)	50.7	27.5	14.1	128.0	B
3(135°)	54.2	27.3	14.3	130.2	B

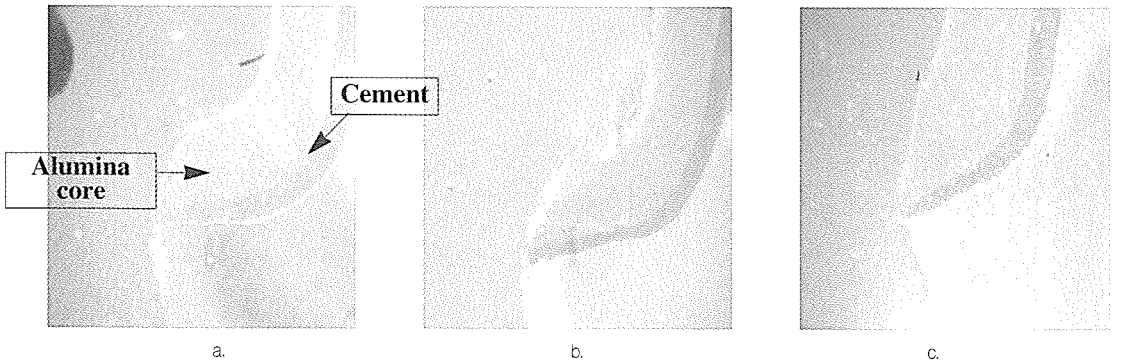

그림 3. a) 90° round shoulder, b) 110° round shoulder, c) 135° round shoulder

실험 2

변연에서 발생되는 stress의 분석을 위해 2차원 유한요소법을 이용, 각 변연 각도에 상응하는 치아 모형과 allumina core를 사용하는 완전도재관에 하중을 가하여 표 3과 같은 결과를 얻었다.

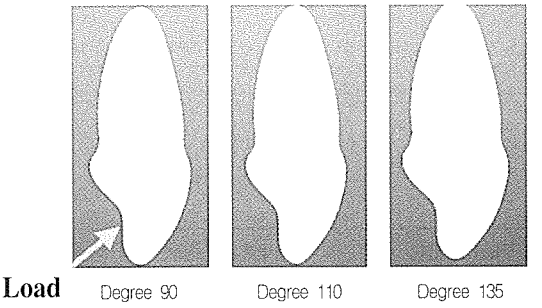

그림 4. 90°, 110°, 135° round shoulder의 모형

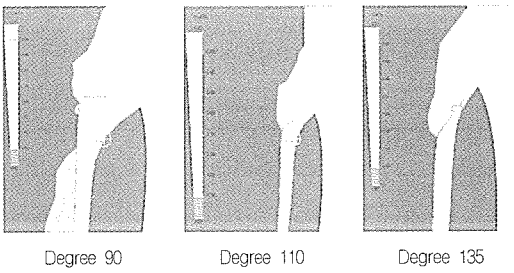

그림 5. 90°, 110°, 135° round shoulder의 stress 분포

변연 디자인 측면에서 응력 분포는 90°, 110°, 135°round shoulder 순으로 유리하였으며 응력은 변연의 내부 lineangle 부위에 집중되었고 설면에서는 변연부 끝에 집중되었다.

표 3. 90°, 110°, 135° round shouldre의 maximum equivalent stress

	Degree 90	Degree 110	Degree 135
Maximum Equivalent Stress	5.91×108 Pa	7.18×108 Pa	9.57×108 Pa

3차원 유한요소법을 이용한 또다른 응력분포 실험에서는 도재와 알루미나 코아의 응력 분포를 개별적으로 분석한 결과 도재변연에서는 135°round shoulder의 응력집중이 높게 나타나 변연에서의 파절 가능성이 다른 각도에 비해 높았다. 도재내부 응력은 90°와 110°사이에는 유의한 차이를 보이지 않았으나 알루미나 코아에서는 90°round shoulder에 비해 110°round shoulder의 내부응력이 보다 고른 분포를 보였다. 앞으로도 더 많은 연구가 필요한 부분이지만 이런 결과를 종합해 볼 때 완전도재관에서는 좀더 형성이 용이한 100°~110° 정도의 기울기가 있는 round shoulder margin이 우수할 것으로 가정된다.

끝으로 여러 형태의 수복물에서 변연의 선택은 과도한 연장없이 쉽게 형성되어야하며 인상과 다이에서 쉽게 확인, 명확한 변연을 형성하여 wax up 시 용이해야하고 재료의 충분한 두께를 부여할 수 있어 강도 및 심미성을 만족시켜야 하지만 치질을 보존시킬 수도 있어야 한다.

참 고 문 헌

1. El-Ebrashi MK, Craig RG, Peyton FA. Experimental stress analysis of dental restorations. The concept of the geometry of proximal margins, J Prosthet Dent 1969;22:333-345.
2. 양재호역. 고정치과보철학 신흥인터네셔널 출판사 1998
3. Butel E, Champbell I, DiFiore P. Crown margin design. A Dental school survey., J Prosthet Dent 1991;65:303
4. McLean J, Wilson S. Butt joint versus bevelled gold margin in metal ceramic crowns, j Biomed Mater Res 1980;14:239-250
5. Rosner D. Function, placement, and reproduction of bevels for gold castings., J Prosthet Dent 1963;13:1160-1166
6. Rosner D. Function, placement and reproduction of bevels for gold castings., J Prosthet Dent 1960;13:1161
7. Ostlund L. Cavity design and mathematics. The effect on gaps at the margins of cast restorations., Oper Dent 1988;10:122-137
8. Belles D, Cronin R, Duke E. Effect of metal design and technique on the marginal characteristics of the collarless metal ceramic restoration, J Prosthet Dent 1991;65:611
9. 오남식, 유병수 등. Marginal fit related to margin types of glass infiltrated alumina core fabricated from aqueous-based alumina tape, 대한치과 보철학회지 2002;40:262