

Spark-Erosion을 이용한 임플란트 보철물의 제작

부산대학교 치과대학 보철학교실
정희찬, 임장섭, 전영찬, 정창모

임플란트 보철물의 장기적 성공을 위하여 보철물과 임플란트 사이에 수동적 적합(passive-fit)이 이루어져야 한다는 것은 주지의 사실이다. 임플란트와 보철물 사이에 긴밀한 적합이 이루어지지 않은 경우에는 지속적인 인장력이 발생하게 되어 보철물 고정체의 풀림이나 파절은 물론 임플란트 고정체나 상부 보철물의 파절이 일어날 수 있으며, 또 다른 후유증으로 구강내 동통이나 압통, 임플란트 골유착의 실패 등이 야기될 수도 있다.

통상적으로 구조체의 적합도가 불량한 경우에는 구조체를 절단한 다음 납착을 시행한다. 그러나 이러한 술식에는 시간이나 비용이 추가로 소요되며, 만족스러운 납착결과를 얻지 못하는 경우가 많다. 따라서 근래에 들어 납착의 대안으로 cast connecting이나 laser welding 등이 사용되고 있으나 이러한 방법 역시 완전한 수동적 접합을 얻는 데는 한계가 있다.

Spark-erosion은 Electrical Discharge Machining (EDM, 방전가공법)이라고도 불리며, 번개의 원리를 응용하는 것으로서 일련의 불꽃 방전에 의한 금속 제거과정이라고 정의할 수 있다. Spark-erosion은 열과 전기에 의해 금속을 가공하기 때문에 모든 귀금속 합금 및 비귀금속 합금을 변형 없이 10 μ m 정도의 정밀도로 가공할 수 있다.

Spark-erosion은 1982년 Rübeling에 의해 치과임상

에 처음 소개되었으며, 고정성-가철성 보철물에서 비귀금속을 이용한 정밀 attachment의 receptacle 형성에 주로 사용되었다. 현재 spark-erosion은 여러 가지 치과기공제작에 응용되고 있으며, 이중 SAE社(독일)의 SAE-Secotec system은 임플란트 보철물의 불량한 적합도를 수정하기 위해 개발된 시스템으로 그림 1과 같이 임플란트 보철물의 적합도가 불량한 경우 abutment와 불균등하게 접촉하고 있는 임플란트 보철물 밑면의 조기접촉부를 spark-erosion으로 균등하고 정확하게 적합할 때까지 제거하는 방법이다. 따라서 이 system을 이용함으로써 모든 치과용 합금으로

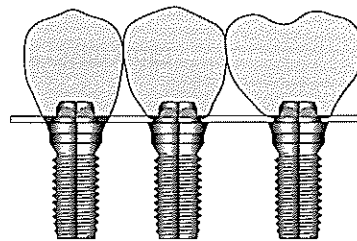


그림 1. SAE-Secotec system의 원리. 붉은 색으로 표시된 보철물 밑면의 조기접촉부를 spark-erosion으로 제거하면 보철물과 임플란트는 균등한 접촉을 이루게 된다.

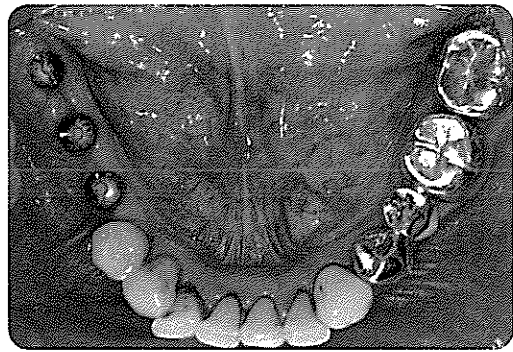
주조한 보철물의 수동적 적합, 즉 임플란트와 지지골 계면사이에 압축응력이나 인장응력을 일으키지 않는 적합을 얻을 수 있을 뿐만 아니라 이미 레진이나 도체가 피개되어 있는 임플란트 보철물의 불량한 적합 문제도 수정할 수 있다는 장점이 있다.

이에 본 글에서는 하악 우측 구치부에 3개의 임플란트가 식립된 환자의 임상증례를 통하여 비귀금속 합금과 SAE-Secotec system을 이용한 임플란트 보철물 제작과정을 소개하고자 한다.

임상증례



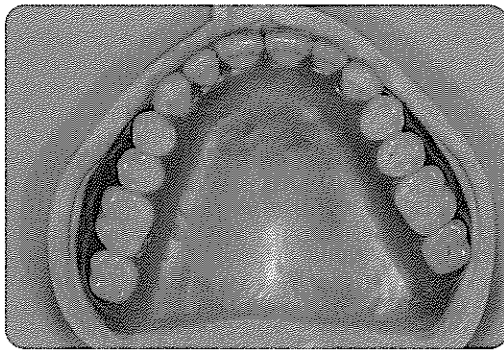
2. A



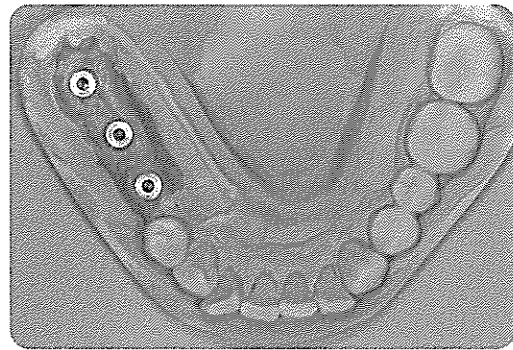
2. B

그림 2. A, B. 보철치료 전 구강내 사진

심미장애와 저작곤란을 주소로 내원한 44세의 남성 환자로 상악은 무치악상태로 임시의치를 장착하고 있었으며, 하악은 #45,46,47 치아가 결손된 상태였다. 상악은 통상적인 종의치, 하악은 3개의 임플란트에 의해 지지되는 고정성 임플란트 보철물로 치료하기로 계획하였다.



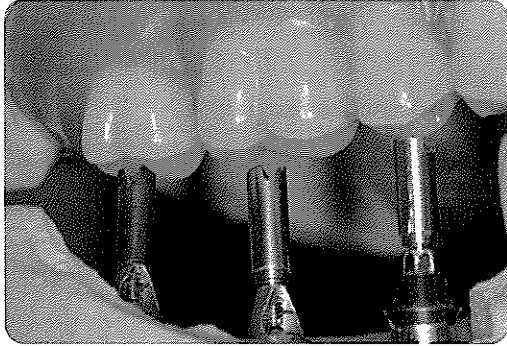
3. A



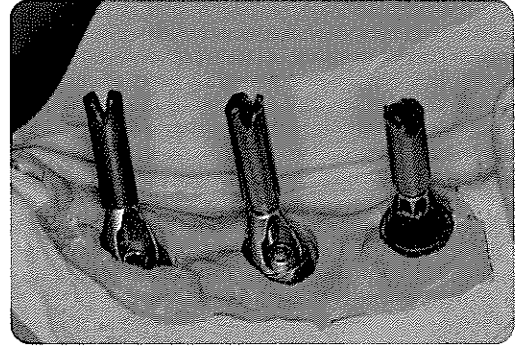
3. B

그림 3. A, B. 상악 인공치 배열 및 abutment 선택

통상의 방법에 따라 상악 무치악 인상채득 후 mounting하여 인공치를 배열(A)하였으며, 하악은 abutment 선택을 위해 fixture level에서 인상채득(B) 하였다.



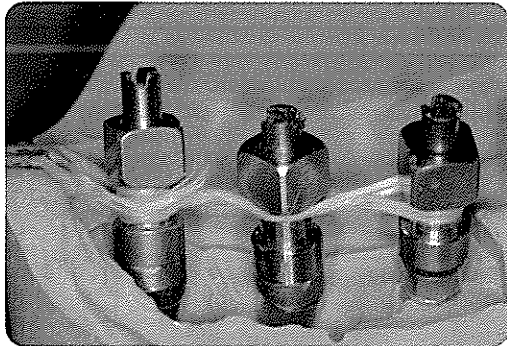
4. A



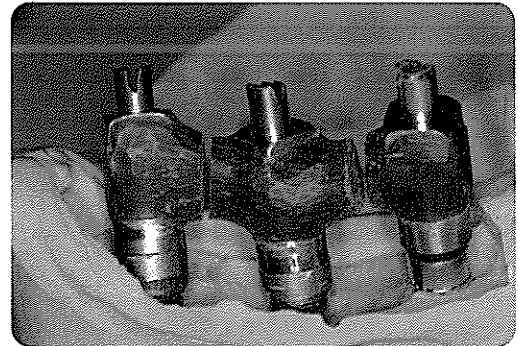
4. B

그림 4. A, B. Abutment 선택.

연조직의 두께와 임플란트의 식립위치를 고려하여 #450에는 collar 1mm의 EsthetiCone abutment, #460에는 collar 2mm의 17° Angulated abutment, #470에는 collar 3mm의 17° Angulated abutment를 선택하였다.



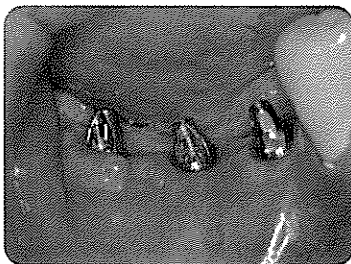
5. A



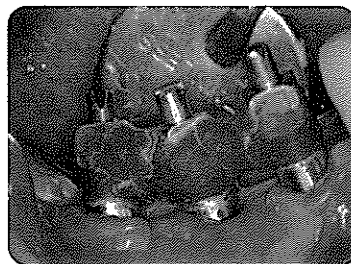
5. B

그림 5. A, B. Impression을 위한 resin index제작.

Impression coping을 장착하고 치실로 결찰(A)한 후 패턴레진으로 연결한 다음 disk(B)를 시행하였다.



6. A



6. B



6. C

그림 6. A, B, C. 구강내 abutment 연결 및 인상채득.

선택된 abutment를 연결하고(A) impression coping을 장착한 다음 resin index들은 패턴레진으로 연결하였다(B). 개별 트레이와 silicone 인상재를 이용하여 인상채득하였다(C).



그림 7. EsthetiCone abutment를 위한 SAE-Secotec system.

1. Implant analog 2. Implant abutment 3. Copper electrode 4. Acrylic sleeve
5. Titanium screw

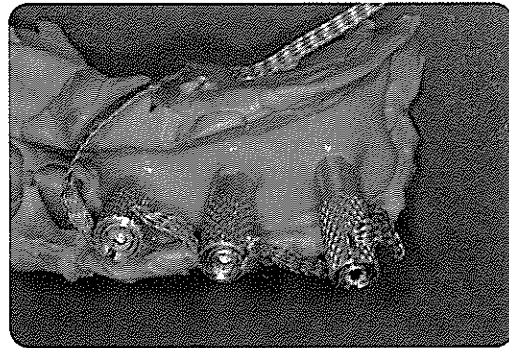
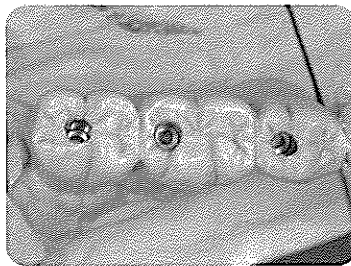


그림 8. 구리선 연결 및 모형제작.

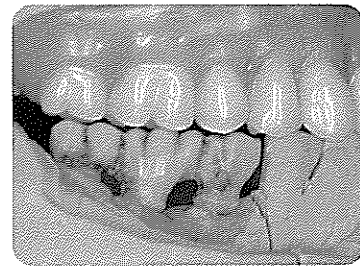
Implant analog와 abutment를 결합한 다음 impression coping에 고정하고 긴장이 가해지지 않도록 구리선을 연결한다. 다음 통법에 따라 초경석고를 주입하여 작업모형을 제작하였다.



9. A



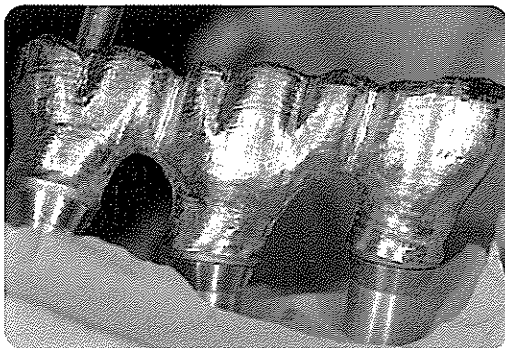
9. B



9. C

그림 9. A, B, C. 납형제작.

Implant abutment 상에 acrylic sleeve를 장착한 다음 패턴레진으로 연결하고(A) full contour wax-up을 시행 한 후(B) 도재 축성을 위해 cut-back 하였다(C). 본 증례에서는 주조금속으로 Ni-free 비귀금속 합금인 SAE사의 Okla-C(Co-Cr-Mo)를 사용하였다.



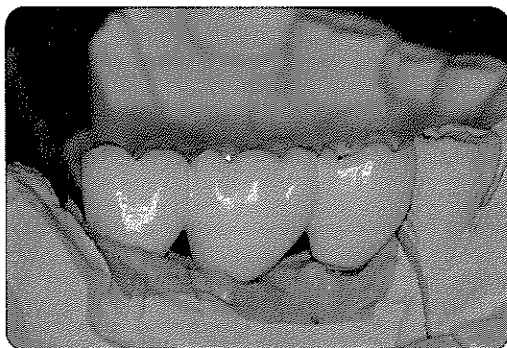
10. A



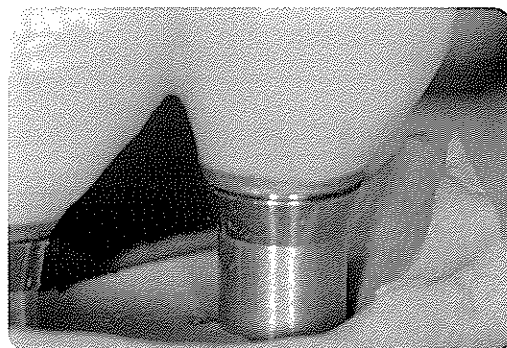
10. B

그림 10. A, B. Sheffield test.

작업모형상에서 주조체 적합도를 검사하기 위하여 Sheffield test를 시행하였다. #45 부위에서 적합불량이 관찰되었으며(A), 구강내에서도 이를 확인할 수 있었다(B). 이 증례에서는 적합오차의 양이 크지 않았을 뿐만 아니라, 도재소성 시 발생할 수 있는 주조체 변형의 수정 및 비귀금속 표면에 형성되는 두꺼운 산화막 제거를 동시에 해결하기 위하여 도재소성 후 spark erosion을 시행하기로 하였다.



11. A



11. B

그림 11. A, B. 도재소성 후 보철물의 적합도.
Sheffield test 시 소성전과 마찬가지로 #45 부위에서 gap이 관찰되었다.

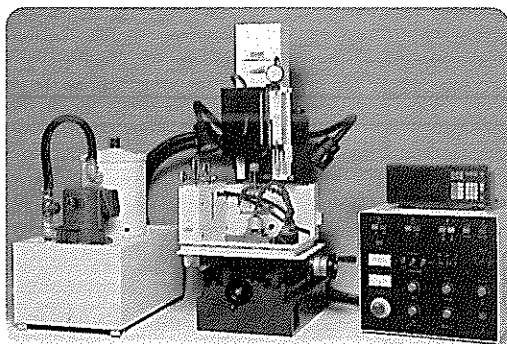


그림 12. 치과전용 spark-erosion 장비인 SAE EDM 2000.
이 장비는 machining unit, generator와 control box, oil과 filter system으로 구성되어 있다.



그림 13. Implant abutment와 copper electrode의 교환.
Implant analogue로 부터 implant abutment를 제거하고 copper electrode를 torque wrench를 이용하여 일정한 힘으로 연결하였다. 적인 과정은 copper electrode의 마모로 인하여 3개의 electrode를 교환하여 전체 반복 시행한다.



그림 14. Machining unit와 보철물의 연결고정.
Machining unit의 승용장치와 보철물을 가능한 가까이 위치시킨 다음 패턴레진으로 고정한다.

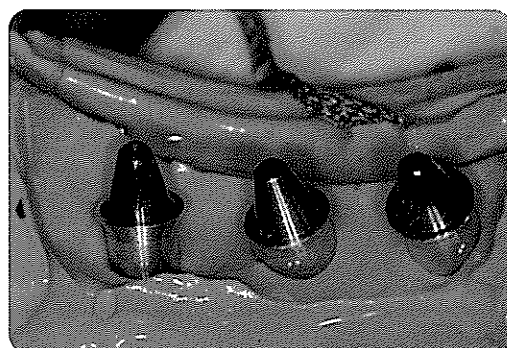
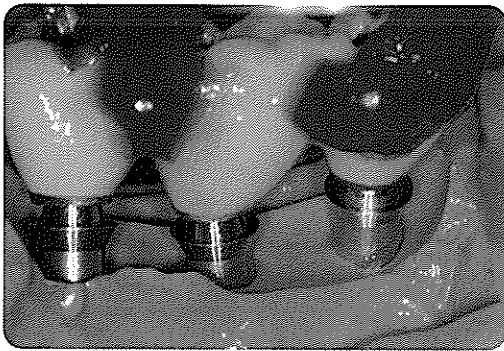


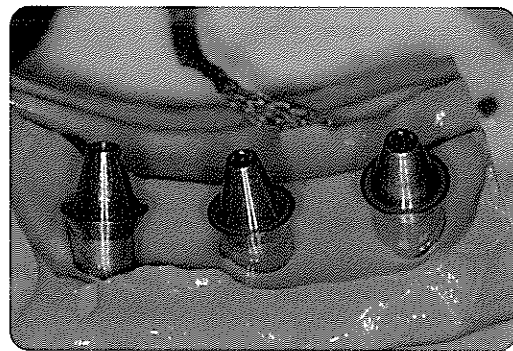
그림 15. 1차 spark-erosion 후의 copper electrode.
전극의 표면, 특히 보철물 밑면과 접촉하는 전극의 모든 반연주위로 검은 sludge가 침착되어 있음을 확인한다. 이 sludge는 방전액의 파괴로 생기는 가스와 탄소, 그리고 전극과 보철물에서 부식된 입자로 구성된다.



그림 16. 1차 spark-erosion 후의 보철물 가공면.
Copper electrode와 접촉하는 모든 면에 erosion이 일어난 것이 관찰된다.

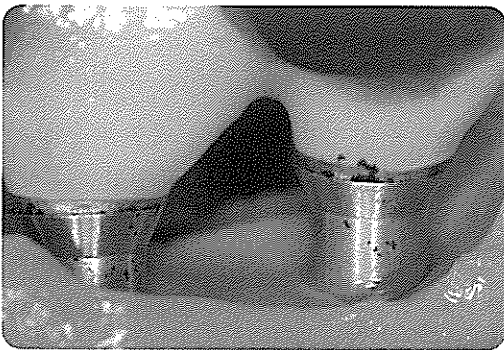


17. A

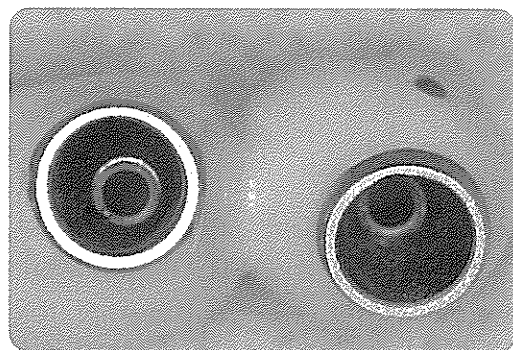


17. B

그림 17. A, B. 2차 spark-erosion.
Copper electrode를 교환하고 낮은 전류치에서 2차 spark-erosion을 시행하여 가공면을 refining한다(A).
1차 가공때보다 sludge의 생성이 적은 것을 알 수 있다(B).

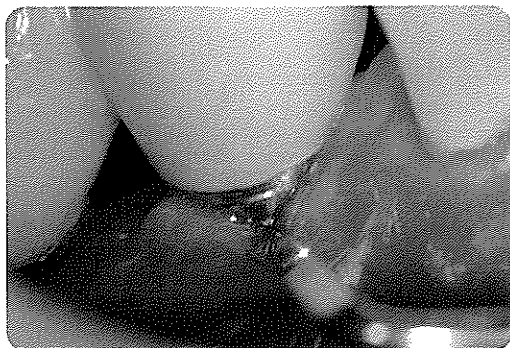


18. A

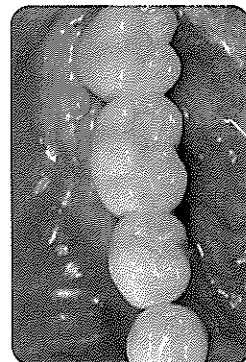


18. B

그림 18. A, B. 3차 spark-erosion 후의 보철물 적합도(A) 및 가공면(B).
육안으로는 식별하기 힘들 정도의 수동적 적합과 비교적 깨끗한 가공면을 볼 수 있다. Copper를 electrode 로 사용할 경우 $6\mu\text{m}$ 정도까지 미세한 가공면조도를 얻는 것이 가능하다고 한다.



19. A



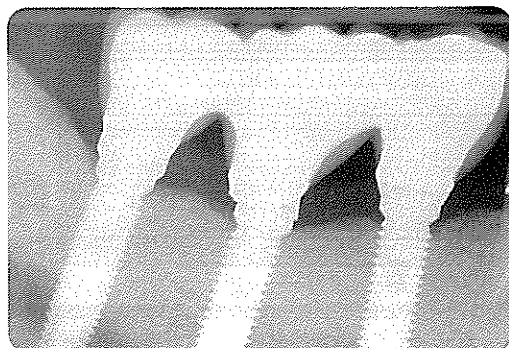
19. B

그림 19. A, B. 구강내 장착된 보철물.

Sheffield test 시 구강내에서도 매우 우수한 적합도를 보이고 있다. 사진에서 볼 수 있는 것처럼 spark erosion을 이용하면 경제적이고 심미적이며 또한 적합도가 우수한 보철물을 제작할 수 있다.



20. A



20. B

그림 20. A, B. Spark-erosion 전(A)과 후(B)의 X-ray 사진 비교.

Spark-erosion 전(A)에 #45부위에 관찰되던 적합오차가 spark-erosion 후(B)에는 완전히 수정된 것을 확인할 수 있다.

결론

현재 spark-erosion system은 임플란트 보철물의 적합도 수정뿐만 아니라, attachment의 제작, hybrid telescope crown의 제작, Ti-ceramic crown의 제작 등 여러 가지 가철성 및 고정성 보철물 제작에 응용되고 있다.

본 증례를 통해 알 수 있듯이 SAE社의 Secotec system은 사용된 금속의 종류에 관계없이 임플란트

보철물의 적합도를 수정하는데 있어 매우 유용한 방법이다. 하지만 이 술식을 사용하는데 있어 매우 중요한 전제조건은 작업모형의 정확도이다. 아무리 작업모형상에서 우수한 적합도를 갖는 보철물을 제작한다 하더라도 작업모형이 부정확하다면 그 보철물은 구강내에서 작업모형에서와 같은 정확한 적합도를 얻을 수 없을 것이다. 따라서 정확한 인상채득과 제작된 모형의 정확도를 검사, 확인하는 모형정확성 검사(model verification)가 필수적이다.

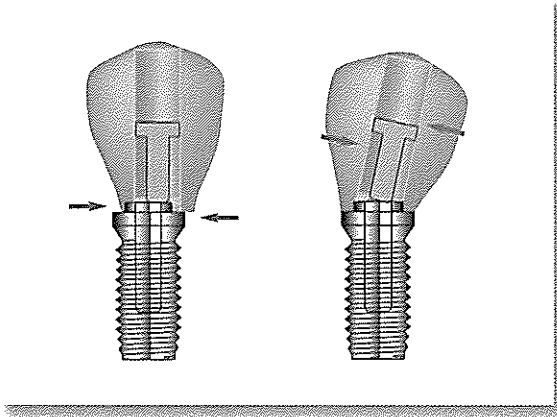


그림 21. 과도한 오차수정 후 변화된 임플란트 또는 abutment와 보철물 나사 삽입구와의 상대적인 각도와 위치. 변연에서는 수동적 적합을 얻었으나 보철물 고정나사를 잠글 수 없다.

한편 이 술식 역시 다른 술식들과 마찬가지로 다음과 같은 나름대로의 몇 가지 문제점을 안고 있다. 먼

저 200 μ m 이상의 적합오차를 수정하는 경우에는 비록 변연 부위에서는 수동적 적합을 얻을 수 있지만 그림 21과 같이 임플란트 또는 abutment와 보철물 나사 삽입구와의 상대적인 각도와 위치가 변화됨으로 인해 나사를 잠그지 못하는 문제가 발생할 수 있다. 또한 방전으로 인해 보철물 밑면과 내면에 형성되는 미세요철은 위생적인 문제를 야기할 수 있으며, 이외에도 spark-erosion 장비와 아직은 국내수요가 많지 않은 Secotec system에 사용되는 소모부품 역시 고가라는 점 등을 문제점으로 들 수 있다.

비록 spark-erosion을 이용한 Secotec system이 이러한 문제점을 갖고 있기는 하지만, 임플란트 보철물의 적합도를 증진시킬 수 있는 술식으로서 spark-erosion은 현재까지 소개된 어떤 방법보다 신뢰할 만 하며 경제적인 방법임에 틀림없다.

참고문헌

1. van Roekel NB. Prosthesis fabrication using electrical discharge machining. Int J Oral Maxillofac Implants. 1992;7:56-61.
2. Evans DB. Correcting the fit of implant-retained restorations by electrical discharge machining. J Prosthet Dent 1997;77:212-5.
3. Rübeling G., Kreylos HA. Spark erosion in dental technology: Possibilities and limitations. Quint Dent Technol 1984;649-657.
4. van Roekel NB. Electrical discharge machining in dentistry. Int J Oral Maxillofac Implants. 1992;5:114-121.
5. Rübeling G. New techniques in spark erosion: The solution to an accurately fitting screw-retained implant restoration. Quintessence Int 1999;30:38-48.
6. Rübeling G., Eismann E. 단일금속, stress free의 임플란트 보철. the Quintessence 1998;24:93-102.