



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

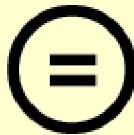
다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

CAD-CAM 지대주를 이용한 최후방
단일 대구치 임플란트 보철물의
기계적 합병증에 대한 후향적 연구

연세대학교 대학원

치 의 학 과

한 진 우

CAD-CAM 지대주를 이용한 최후방
단일 대구치 임플란트 보철물의
기계적 합병증에 대한 후향적 연구

지도교수 김 선 재

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2023년 12월 21일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

한 진 우

한진우의 석사 학위논문으로 인준함

심사위원_____ 김 선 재 _____ 인

심사위원_____ 김 지 환 _____ 인

심사위원_____ 장 재 승 _____ 인

연세대학교 대학원

2023년 12월 21일

감사의 글

2014 년 연세대학교에 입학한 후 10 년이 지나 같은 학교에서 석사과정을 마치게 되었습니다. 지난 수년 간의 수련의 생활과 대학원 과정 중 제게 많은 배움과 성장의 기회를 주었으며, 이 모든 것을 가능하게 해주신 분들께 좁은 지면을 빌려 감사의 말씀을 전하고자 합니다.

우선 보철과에 계신 김선재, 장재승, 표세욱 교수님께 감사의 인사를 드리고 싶습니다. 지난 3 년간 교수님들의 열정적인 지도와 인도에 힘입어 보철학 분야에서 이해를 넓혀갈 수 있었습니다. 특히 공무와 진료로 무척 바쁘신 와중에도 제 학위논문을 끝까지 세밀하게 지도해주신 지도교수 김선재 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 앞으로도 세 분 교수님들께 배운 바를 실천하며 성실하게 진료에 임하고 학문에 더욱 정진하겠습니다.

또 이 논문을 작성하면서 필요했던 자료를 같이 찾고 끝까지 연구의 방향을 같이 의논했던 남정현 선생 이하 여러 전공의 선생님들께도 고마운 생각이 듭니다. 늦은 밤까지 남아 방사선 사진과 의무기록을 열어보며 도와주지 않았더라면 학위논문을 완성하지 못했을 것입니다.

부족한 저를 늘 자랑스럽게 생각하고 그동안 지원을 아끼지 않으신 사랑하는 부모님 덕에 지난 10 년 간의 학업을 무사히 마칠 수 있었습니다. 마지막으로, 이 모든 것을 가능하게 하셨던 하나님께 감사드리며 영광을 바칩니다.

2024년 1월

저자 씀

차 례

그림 차례	-----ii
표 차례	-----iii
국문요약	-----iv
제 1장 서론	-----1
제 2장 재료 및 방법	-----6
2.1 연구대상자 모집	-----6
2.2 Surgical Protocol	-----6
2.3 Restorative Protocol	-----6
2.4 Inclusion Criteria	-----7
2.5 Exclusion Criteria	-----7
2.6 평가 요소	-----7
2.7 통계 분석	-----8
제 3장 결과	-----10
제 4장 고찰	-----22
제 5장 결론	-----25
참고문헌	-----26
영문요약	-----30

그림 차례

Figure 1. Group classification of implants -----9

표 차례

Table 1. Demographic characteristics -----	11
Table 2. Occurrence of mechanical complications among terminal and non-terminal single implant restorations-----	15
Table 3. Occurrence of abutment screw loosening regarding variable factor----	16
Table 4. Occurrence of abutment screw fracture regarding variable factor ----	17
Table 5. Occurrence of abutment fracture regarding variable factor -----	18
Table 6. Logistic regression analysis for risk assessment-----	19

국 문 요 약

CAD-CAM 지대주 이용한 최후방 단일치아 임플란트 보철물의 기계적 합병증에 대한 후향적 연구

단일 치아 임플란트 보철물은 예지성 있는 치료 방법으로 널리 사용되고 있으나, 장기간 기능하면서 발생하는 기계적 합병증은 빈도가 높으며 교합력이 강한 구치부에서 유의성 있게 높다고 보고되고 있다.. 따라서 구치부의 불리한 조건이 가장 크게 작용하는 최후방 구치부에서의 기계적 합병증을 주의할 필요가 있다. 또한 CAD-CAM 지대주는 치은관통부의 형태를 환경에 맞게 술자가 조절할 수 있어 임상에서 사용이 점차 증가하고 있으나, 임플란트와 동일한 제조사에서 제공하는 기성지대주에 비해 임플란트와의 연결부가 적합도가 떨어진다는 보고가 있어 장기간 기계적 안정성에는 의문이 제기되고 있다. 따라서 본 연구에서는 교합력이 크게 작용하는 최후방 구치부에서 CAD-CAM 지대주를 이용한 단일 대구치 임플란트 보철물의 기계적 합병증의 빈도와 양상을 후향적으로 분석하고자 한다.

2014년부터 2022년까지 강남세브란스 치과병원에서 최후방 대구치(제1대구치 부위 또는 제 2대구치 부위)에 단일 임플란트를 식립한 후 이를 맞춤형 지대주와 고정성 보철물로 수복한 환자들 중, 최소 1년의 추적 관찰 기간을 가진 경우만을 포함하였다. 또한 최후방 부위 단일 제1 또는 제2대구치 임플란트 보철물과 최후방이 아닌 단일

제1대구치 임플란트 보철물의 기계적 합병증과 빈도 및 양상을 비교하였다. 기계적 합병증은 지대주 나사 풀림, 지대주 나사 파절, 지대주 파절, 임플란트 파절로 분류하였다.

연구 결과 기계적 합병증의 발생율은 임플란트 수준에서 나사풀림이 7.7%, 나사파절이 1.9%, 지대주 파절이 3.85%로 나타났다. 최후방 제1대구치 임플란트 보철물이 최후방 제2대구치 임플란트 보철물보다 나사풀림이 유의미하게 많이 발생하였다. 또한 남성에서 여성보다 나사풀림의 빈도가 높았고 추적 관찰 기간이 길어질 수록 나사풀림과 지대주 파절이 유의성 있게 증가하였다. 그리고 최후방 단일 제1 또는 제2대구치 임플란트 보철물과 최후방이 아닌 제1대구치 부위 임플란트 보철물 사이에서는 기계적 합병증 발생 빈도의 유의한 차이가 없었다.

제 1장 서론

단일치아 상실 시 임플란트를 이용한 임플란트 지지 고정성 보철수복은 임플란트 생존율이 높은 안정적인 치료방법으로 보고되고 있다.(1-4). 하지만 임플란트 보철물이 구강내에서 장기간 기능하는 동안 다양한 합병증이 발생하는 것으로 보고되고 있어 치료의 성공율은 임플란트 생존율에 비해 떨어진다고 알려져 있다. (2, 5) Dierens 등은 50명의 환자에서 단일치아 임플란트 보철물을 장착 후 16~22년까지 관찰한 연구에서 전체 보철물의 생존율과 합병증 빈도를 조사하였는데, 보철물의 생존율 자체는 매우 높았으나 관찰 기간동안 66%의 환자들은 1회 이상의 합병증을 경험하였다.(6)

임플란트의 합병증은 임플란트 주위 점막염, 임플란트 주위염으로 대표되는 생물학적 합병증과 임플란트 자체의 파절, 지대주 또는 보철나사의 파절 또는 풀림, 또는 상부보철물의 파절 등으로 대표되는 기계적 합병증으로 크게 나뉜다(7). 이외에도 악골의 성장과 관련되어 발생하는 저위교합이나 근심측 자연치아의 이동으로 발생하는 인접면 접촉점 상실 등은 생물학적 합병증이나 기계적 합병증에 포함되지 않는 종류의 생리적 합병증으로 분류할 수 있다.(8)

다수 임플란트가 연결된 임플란트 지지 고정성 국소의치는 합병증의 빈도와 양상이 다르다. 여러 임상 연구에서 단일치아 임플란트에서 기계적 합병증이 더 자주 발생하였다.(9-12) Lee 등은 최후방 구치부 단일치아 임플란트 수복물과 2개의 임플란트가 연결고정 된 수복물을 비교한 결과 단일치아 임플란트 수복물에서 기계적

합병증의 빈도가 높다고 하였다.(13) Yang등은 morse taper internal connection을 가지는 임플란트 시스템을 이용하여 1~9년간 지대주와 관련된 기계적 합병증을 후향관찰 한 연구에서 지대주 파절이 가장 흔히 발생한 합병증이라고 보고하였으며 단일치아 임플란트 보철물에서 다수 임플란트를 이용한 고정성 국소의치 형태의 임플란트 보철물보다 현저하게 높은 지대주 파절이 발생하였다고 하였다.(14) 반면 probing depth의 증가, BOP, 변연골 소실 등의 생물학적 합병증은 임플란트 지지 고정성 국소의치에서 유의미하게 빈도가 높았다. Yi 등은 연결고정 된 임플란트의 수는 생물학적 합병증의 발생빈도에 영향을 미치지 않으며 근심단, 원심단에 있는 임플란트보다 가운데에 있는 임플란트에서 유의미하게 임플란트 주위 염증이 많이 일어난다고 하였다(11).

단일치아 임플란트 수복물에서 가장 흔히 나타나는 기계적인 합병증으로는 loss of retention, ceramic chipping, 나사의 풀림 등이 있다.(15) 이중 나사풀림의 경우 6% 정도 나타나는 것으로 보고되어 왔으나 체계적 고찰연구에서는 단일치아 임플란트 보철물에서 적절한 조임력이 가해지고 anti-rotational feature가 부여된 경우라면, 최소 3년 이상의 추적 관찰을 동반한 임상 연구에서 평균 2.4% 정도로, 나사풀림의 빈도는 매우 낮다고 하였다.(16). 또한 이러한 기계적 합병증의 양상은, 임플란트의 종류에 따라서도 다르다. 내측 연결형 임플란트는 외측 연결형 임플란트에 비해 지대주의 나사풀림과 그에 따른 나사파절이 줄어들었지만, 지대주의 파절이 상대적으로 증가하였다. (17)

그중에서도, 전치부와 구치부의 단일 임플란트 수복물을 구분지어 생각할 필요가 있다. 구치부에서는 상악동이나 하치조신경관과 같은 해부학적 구조물 때문에

임플란트의 길이에 제한을 받는 경우가 많다. 현재까지 보고된 연구에서는 해부학적 한계등으로 인해 짧은 임플란트를 식립하여 crown-implant ratio가 큰 경우라고 할지라도 변연골 흡수량에는 영향을 미치지 않는다는 연구가 대부분이다 (18, 19) 하지만 clinical crown 길이가 증가하게 되면 임상치관의 길이가 짧은 경우에 비해 임플란트-지대주 연결부에 상대적으로 높은 부하가 가해지게 되며 이에따라 technical complication의 빈도는 증가한다고 보고된 바 있다(20, 21)

또한, 교합력은 임플란트와 지대주 사이 계면에서의 마찰과 마모를 야기하는데, 따라서 기계적 합병증은 단일 임플란트의 경우 교합력이 강한 구치부에서 호발한다.(10) Helkimo는 남성의 경우 교합력이 전방부에서 33N~138N, 후방부에서는 110N~355N의 범위에 있다고 하였다.(22). 많은 연구에서 여성보다 남성에서, 그리고 non-bruxer보다 bruxer에서 구치부 단일 임플란트의 기계적 합병증의 빈도가 유의미하게 높다는 것을 나타내고 있다.(23) 또한 소구치보다 대구치에서 나사풀림이나 기계적 합병증이 호발하는데 이는 같은 악궁에서 후방부로 갈 수록 교합력이 유의미하게 증가하기 때문인 것으로 보인다(10, 24).

CAD-CAM 기술의 발전으로, 많은 치과의사들이 환자의 연조직 외형에 맞는 맞춤형 지대주를 사용하고 있으며 기성 지대주에 비해 자연스러운 출현 외형을 만들 수 있다는 장점이 있다. CAD-CAM 지대주의 경우 한가지 제기된 문제는 임플란트 제조사에서 제조한 지대주가 아닌 호환성 지대주를 사용하는 경우 여러가지 기계적인 문제가 발생할 수 있다는 점이다(25, 26) 나사풀림에는 여러가지 요소가 관여하며 (23) 임플란트와 지대주와의 접촉면의 정밀도도 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며(27) 타 제조사에서 호환성 CAD-CAM 지대주의 경우에 임플란트-지대주 간

접촉면이 부정확한 경우 더 나사의 풀림이 크게 발생할 수 있을 것이다. 정확히 맞지 않는 지대주를 연결할 경우 미세동요가 발생하며, 이는 표면 변화를 유발하여 탄성 변형과 미세간극을 증가시킨다. 이러한 경우 초기에 큰 양의 수직 변화가 발생할 수도 있고 기능 후 장기적으로 수직변위가 발생할 수도 있다.(28)

하지만 상하악 구치부에서 81개의 단일치아 임플란트 수복물에 CAD-CAM 지대주를 이용해 제작한 보철물의 약 6년간 후향평가에서 20개의 기계적 합병증 중 지대주와 관련된 내용은 스크류 풀림 6개 뿐으로 낮은 합병증 발생빈도만이 보고된 바도 있어 아직 CAD-CAM 지대주의 장기적 안정성에 대한 의견은 다양하다(29).

Yi 등은 internal conical connection을 가진 임플란트의 기계적 합병증에 대한 장기간의 후향적 연구를 발표하였고 단일치, 그리고 대구치 부위 임플란트에서 기계적 합병증이 유의미하게 많았음을 보고하였으나 최후방 부위에 대한 언급은 별도로 없었다(10). Heo 등은 최후방 구치부 단일 임플란트에 대한 최대 10년의 후향적 연구를 발표하였으나 생존율과 변연골 소실에 대해서만 언급을 하였을 뿐 기계적 합병증의 발생을 기록하지는 않았다(30). Koo 등 또한 제2대구치 부위에 식립한 단일 임플란트에 대한 5년의 후향적 연구를 발표하였으나 역시 임플란트의 생존에 대해서만 기술하였고 그 사이에 발생하였던 기계적 합병증에 대하여 기술하지 않았다(31). Jung 등은 최후방 단일치 임플란트 수복물의 5년 생존율과 합병증의 발생 빈도에 대해서 보고하였으나 관찰 대상의 수가 적고 여러 시스템의 임플란트가 혼재되어 있다는 단점이 있다(32). 기성 titanium base 지대주와 지르코니아 수복물을 이용해 제작한 182개 단일치아 임플란트 수복물을 평균 32개월 후향관찰한 연구에서는 1개 지대주의 파절을 관찰한 바 있다(33).

이 연구에서는, 최후방 구치부에 식립하고 수복한 bone-level internal type 임플란트 상부의 단일 보철물의 기계적 안정성을 후향적 연구를 통해 분석하고자 하였다. 일차결과지표로는 기계적 합병증(나사풀림, 나사파절, 지대주 파절, 고정체 파절)의 발생 빈도를 관찰하고자 하였고 이차결과지표로는 환자의 성별, 나이, 임플란트 직경, 추적관찰기간이 기계적 합병증의 발생 빈도에 미치는 영향의 유의성을 평가하고자 하였다. 또한 최후방 구치부의 단일 보철물과, 최후방이 아닌 제1대구치 부위 단일 보철물에서 발생하는 기계적 합병증의 빈도와 양상을 비교하였다.

귀무 가설은 최후방 부위가 제1대구치 단일치아 임플란트인 경우와 제2대구치 단일치아 임플란트인 경우 사이에 기계적 합병증의 빈도차이는 없다는 것과, 대구치를 수복한 단일치아 임플란트에서 최후방인지 여부가 기계적 합병증의 발생에 영향을 미치지 않는다는 것이다.

제 2장 재료 및 방법

2.1. 연구 대상자 모집

본 연구는 2014년부터 2022년까지 강남세브란스 치과병원 보철과에 내원한 환자 중, 단일 술자에 의해 최후방 구치부에 단일 임플란트 보철치료를 진행한 환자를 대상으로 진행하였다. 연구 설계에 걸친 전반적인 사항에 관하여 강남세브란스 병원 연구심의위원회의 승인을 얻은 후 시행하였다. 연구 대상자의 선정과 제외 기준은 2.3과 2.4에 기술한 프로토콜을 참고하였다.

2.2 Restorative protocol

임플란트 식립 수술 후 술자의 판단에 따라 약 3~6개월 간의 치유 기간을 가진 후, 임플란트에 인상용 코핑(Impression coping)을 연결할 후 부가 중합형 실리콘 인상재와 맞춤형 개인 트레이를 이용해 임플란트 수준의 인상 채득을 시행하였다. 이후 치과용 CAD software로 CAD-CAM 지대주를 디자인하고 절삭 가공하여 지대주를 제작하였다. 상부 보철물은 지르코니아 혹은 금속 도재관을 제작하고 모든 경우에서 교합면에서 나사 구멍을 형성하였다. CAD-CAM 지대주를 제조사의 권장토크로 임플란트에 체결하고 교합접촉은 인접한 자연치와 동일한 정도로 설정하였다. 이후 보철물을 구강 내에서 치과용 시멘트로 합착하였다. 보철물 합착 1~2주일 후 환자를 다시 불러 지대주 나사를 35N으로 조였다. 이후 환자를 정기적으로 내원하게 하여 치근단 방사선 사진을 촬영하고 동요도가 있는지

확인하였다.

2.3 Inclusion criteria

1. 최후방 부위에 임플란트를 식립하고 CAD/CAM 지대주와 단일 보철물로 이를 수복한 환자
2. 최후방 부위에 직경 4.0mm 이상의 원추형 내부 연결 임플란트를 식립한 환자
3. 최소 1년 이상의 추적 관찰 기간을 가지고 내원한 환자
4. 관찰 부위와 대합되는 부위가 자연치이거나 고정성 보철물로 수복되어 있는 환자

2.4 Exclusion criteria

1. 추적 관찰 기간이 1년 미만인 환자
2. 관찰 부위와 대합되는 부위가 가철성 보철물로 수복되어 있는 환자

2.5 그룹 분류

최후방 제1,2대구치 단일치아 임플란트를 최후방군으로, 제2대구치가 존재하면서 제1대구치에 임플란트를 식립한 군을 최후방이 아닌 제1대구치 군으로 분류하였다. 두 그룹 사이와, 최후방 군 내에서의 평가 요소별 비교를 시행하였다(Figure. 1).

2.6 평가 요소

환자의 전자의무기록, 치과 방사선 사진 등을 토대로 다음과 같은 요소들이 기록되었다.

(1)환자 특성

나이, 성별, 전신병력

(2) 해부학적 특성

임플란트 식립 위치(상악/하악, 제1대구치/제2대구치)

(3) 임플란트 특성

제조사, 직경, 길이

(4) 보철물의 특성

보철물의 재료, 지대주의 종류, 보철물 장착 날짜

(5) 기계적 합병증의 발생 여부와 그 유형

- a. 지대주 나사의 풀림
- b. 지대주 나사의 파절
- c. 지대주 연결부의 파절
- d. 임플란트의 파절

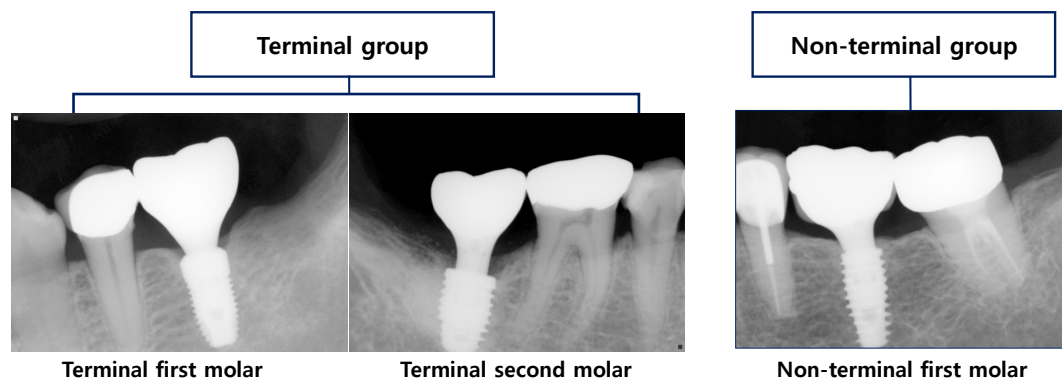
5. 통계학적 분석

모든 통계 분석을 위해 통계 분석 프로그램(SAS version 9.4 (SAS Institute, Cary, NC, USA)을 사용하였다. 최후방 임플란트와 최후방이 아닌 제1대구치 임플란트 군에서 나사풀림, 나사파절, 지대주 파절, 고정체 파절 비율 차이가 있는지를 알아보고자 Chi-square test(Fisher's exact test)를 실시하였다.

또한 추적관찰 기간의 영향을 평가하기 위해 우선 정규성 검정(Shapiro-Wilk test)를 진행하였고, 그 결과 정규성 가정을 만족하지 못하여 Mann-Whitney test를 사용해

기계적 합병증의 발생에 따른 추적관찰 기간의 차이를 분석하였다. 최후방 부위에서 임플란트의 위치와 성별이 나사풀림에 미치는 영향을 분석하고자 univariable logistic regression을 시행하였으며 두 변수 사이의 상호작용이 있는지도 확인하였다.

Figure 1.



제 3장 결과

3.1 Demographic data

2014년부터 2023년 까지 전자의무기록상 본 연구의 대상자로 선정된 환자의 수는 총 205명으로 그중 남성은 104명, 여성은 91명이었으며 평균 연령은 62.1세였으며 평균 관찰 기간은 46.2개월이었다. 연구에 포함된 임플란트의 수는 총 228개로 그중 최후방 부위의 임플란트(제1대구치, 제2대구치 모두 포함)는 156개, 제1대구치 부위에 식립되고 최후방 부위가 아닌 임플란트가 72개 었다. 사용된 임플란트 고정체의 종류는 4가지였으며 직경은 4.0mm부터 6.3mm 까지 다양하였다. 임플란트의 위치를 악궁별로 분류하면 상악 85개, 하악 143개였고 악궁 내 위치로는 제1대구치 부위가 112개, 제2대구치 부위가 116개였다. 자세한 Demographic data는 Table 1에 표시하였다.

3.2 최후방 단일 임플란트에서 기계적 합병증의 발생율

연구 결과 기계적 합병증의 발생율은 임플란트 수준에서 나사풀림이 8.6%, 나사파절이 2.3%, 지대주 파절이 5.1%로 나타났으며 환자 수준에서는 나사풀림 7.5%, 나사파절은 2.3%, 지대주 파절은 4.0%에 해당하였다. 그 중 남성에서 나사풀림의 발생율은 12.5%, 나사파절이 4.1% 지대주 파절이 5%, 여성에서는 나사풀림이 1.3%, 나사파절은 0%, 지대주 파절이 1.3%였다.

Table 1. Demographic characteristics

Characteristics		No.
Gender	Female	91
	Male	104
Implant position	First molar	112
	Second molar	116
Arch	Mandible	143
	Maxilla	85
Implant type	IU	114
	Inplant	64
	Anyone	8
	Implantium	42
Implant diameter(mm)	4.0	5
	4.3	40
	4.5	94
	4.8	43
	5.0	21
	5.3	15
	6	2
	6.3	2

3.3 최후방 단일 임플란트와 최후방이 아닌 제1대구치 단일 임플란트에서 기계적 합병증 발생의 비교

최후방인지 여부가 기계적 합병증의 발생에 미치는 영향을 평가하기 위해, 최후방 단일 임플란트와 최후방이 아닌 제1대구치 단일 임플란트에서의 발생율을 비교하였다. 통계 분석 결과 나사풀림, 나사파절, 지대주 파절 모두 두 그룹 간의 유의미한 차이가 없었다($P>0.05$). (Table 2)

3.4 최후방 부위에서 다양한 요인에 따른 나사 풀림 발생율의 비교

성별, 임플란트가 위치한 악궁, 임플란트의 위치(제1대구치, 제2대구치), 임플란트의 직경, 추적관찰 기간에 따른 지대주 나사풀림의 경향성을 분석하였다. 통계 분석 결과, 환자의 성별에 따라서는 남성에서 11.11%, 여성에서 1.54%로 나사풀림의 경험 유무를 비교하였을 때 통계적으로 유의한 차이를 보였다($P<0.05$). 임플란트의 위치에 따라서는, 제1대구치 부위에서 15.00%, 제2대구치 부위에서는 4.35%로 나사풀림 빈도의 유의미한 차이가 있었다($P<0.05$). 그 외의 요인들에 의한 통계적 유의차는 관찰할 수 없었다.(Table 3)

3.5 최후방 부위에서 다양한 요인에 따른 나사 파절 발생율의 비교

성별, 임플란트가 위치한 악궁, 임플란트의 위치(제1대구치, 제2대구치), 임플란트의 직경, 추적관찰 기간에 따른 나사 파절의 경향성을 분석하였다. 통계 분석 결과, 모든 요인들에 의한 통계적으로 유의미한 차이를 찾을 수 없었다($P>0.05$). (Table 4)

3.6 최후방 부위에서 다양한 요인에 따른 지대주 파절 발생율의 비교

성별, 임플란트가 위치한 악궁, 임플란트의 위치(제1대구치, 제2대구치), 임플란트의 직경, 추적관찰 기간에 따른 나사 파절의 경향성을 분석하였다. 통계 분석 결과, 추적 관찰 기간에 따라 지대주 파절의 발생이 유의미하게 증가하였으며($P=0.001$) 이외의 모든 요인들에 의한 통계적으로 유의미한 차이를 찾을 수 없었다($P>0.05$). (Table 5)

3.7 최후방 부위에서 추적 관찰 기간이 기계적 합병증의 발생에 미치는 영향

나사폴립, 나사파절, 지대주 파절에 따른 추적 관찰 기간을 분석하였다. 이중에서, 나사폴립을 경험하지 않은 임플란트의 추적 관찰기간은 중간값 41.3개월(최소 13.3개월, 최대 109.5개월), 나사폴립을 경험한 경우에는 중간값 73.6개월(최소 19.8개월, 최대 108.2개월)로 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($P=0.014$) 나사파절과 지대주 파절에서는, 추적 관찰기간의 유의한 차이를 발견할 수 없었다.(Table 6)

3.8 최후방 부위에서 임플란트 시스템이 기계적 합병증의 발생에 미치는 영향

연구에 포함된 임플란트 시스템(IU, IT, Implantium, Anyone)에 따라 기계적 합병증의 빈도 차이가 있는 지 분석하였다. 그 결과 IU와 IT 사이에서 지대주 파절의 빈도가 유의미하게 차이가 있었다($P<0.014$). 그 외의 다른 임플란트 사이에서는 통계적으로 유의미한 차이를 발견하지 못했다.(Table 7)

3.9 위험요소들이 나사폴립에 미치는 영향과, 위험요소 간의 상호작용

앞서 나타난 결과에서, 최후방 단일치아 임플란트에서 기계적 합병증의 발생에 유의한 영향을 미쳤던 임플란트의 위치(제1대구치 vs 제2대구치)와 성별의 odds ratio를 분석하였을 때 제1대구치에서 3.23배, 남성에서는 8.22배 높은 odds ratio가 나타났으며 두 위험요소간의 상호작용은 없었다. (Table 8)

Table 2. Occurrence of mechanical complications among terminal single implant restorations and the first molar single implant restoration in the middle.

Variable	Total (n=239)	(n=76)	(n=163)	<i>p</i> -value
	N(%)	N(%)	N(%)	
Screw loosening				0.742
No	210(92.51)	66(91.67)	144(92.90)	
Yes	17(7.49)	6(8.33)	12(7.36)	
Screw fracture				>.999
No	226(99.56)	72(100.00)	154(99.35)	
Yes	1(0.44)	0(0.00)	1(0.65)	
Abutment fracture				0.509
No	216(95.15)	70(97.22)	146(94.19)	
Yes	11(4.85)	2(2.78)	9(5.81)	
Fixture fracture				>.999
No	227(100.00)	72(100.00)	155(100.00)	
Yes	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	

Table 3. Occurrence of abutment screw loosening among terminal implant group regarding variable factors

Variables	Yes(%)	No(%)	<i>p</i> -value
Gender			0.026
Male	10(11.11)	80(88.89)	
Female	1(1.54)	65(98.46)	
Arch			0.752
Maxilla	4(7.84)	47(92.16)	
Mandible	7(6.73)	97(93.27)	
Implant position			0.034
First molar	6(15.00)	34(85.00)	
Second molar	5(4.35)	110(95.65)	
Implant diameter			0.116
>4.5mm	2(2.99)	65(97.01)	
≤4.5mm	9(10.23)	79(89.77)	

Table 4. Occurrence of abutment screw fracture among terminal implant group regarding variable factors

Variables	Yes(%)	No(%)	<i>p</i> -value
Gender			>.999
Male	1(1.11)	89(98.89)	
Female	0(0.00)	65(100.00)	
Arch			>.999
Maxilla	0(0.00)	51(100.00)	
Mandible	1(0.96)	103(99.04)	
Implant position			0.258
First molar	1(2.50)	39(97.50)	
Second molar	0(0.00)	115(100.00)	
Implant diameter			>.999
>4.5mm	0(0.000)	67(100.00)	
≤4.5mm	1(1.14)	87(98.86)	

Table 5. Occurrence of abutment fracture among terminal implant group regarding variable factors

Variables	Yes(%)	No(%)	<i>p</i> -value
Gender			0.305
Male	7(7.78)	83(92.22)	
Female	2(3.08)	63(96.92)	
Arch			0.273
Maxilla	1(1.96)	50(98.04)	
Mandible	8(7.69)	96(92.31)	
Implant region			0.448
First molar	1(2.50)	39(97.50)	
Second molar	8(6.96)	107(93.04)	
Implant diameter			0.502
>4.5mm	5(7.46)	62(92.54)	
≤4.5mm	4(4.55)	84(95.45)	

Table 6. Correlation between follow-up period and occurrence of mechanical complications

Variables	follow-up period(month) median(min-max)		<i>p</i> -value
	Yes	No	
Screw loosening	73.6(19.8-108.2)	41.3(13.3-109.5)	0.014
Screw fracture	99.5(99.5-99.5)	43.7(13.3-109.5)	0.115
Abutment fracture	76.3(24.6-108.2)	42.8(13.3-109.5)	0.085

Table 7. Correlation between implant system and occurrence of mechanical complications

	post-hoc analysis (<i>p</i> -value)					
	A vs B	A vs C	A vs D	B vs C	B vs D	C vs D
Screw loosening	0.319	>0.999	>0.999	0.139	>0.999	>0.999
Screw fracture	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999
Abutment fracture	0.031	0.160	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999

Uppercase letters denote implant systems involved in the study. (A : IU, B : Inplant, C : Implantium, D : Anyone)

Table 8. Influence of implant position and gender among terminal implant group on screw loosening

Variables		OR(95% CI)	<i>p</i> -value
Implant position	Second molar	ref	
	First molar	3.223(0.979-10.612)	0.05
Gender	Female	ref	
	Male	8.216(1.035-65.238)	0.03

제 4장 고찰

본 연구의 결과에서, 최후방 부위가 제1대구치 단일치아 임플란트인 경우와 제2대구치 단일치아 임플란트인 경우 사이에 기계적 합병증의 빈도의 차이가 유의미하게 있었고 대구치를 수복한 단일치아 임플란트에서 최후방인지 여부가 기계적 합병증의 발생에 영향을 미치지 않았기에 귀무가설은 부분적으로 기각되었다. 또한 여러 요인들 중 성별과 추적 관찰 기간이 기계적 합병증의 발생 빈도에 영향을 미쳤다.

최후방 부위일 때 해당 임플란트의 위치가 제1대구치 부위인 경우와 제2대구치인 경우를 비교하였을 때 제1대구치 부위인 경우에서 나사풀림이 유의미하게 더 호발하였다.($P<0.05$) 제2대구치가 결손된 경우에 각 치아에 가해지는 교합력을 유한요소분석으로 분석한 연구에서, 제1대구치에 가해지는 교합력이 정상일 때에 비해 1.5-2.1배 증가한다고 하였다.(34) 따라서 같은 최후방 단일 임플란트더라도 제1대구치 부위인 경우에 교합력이 집중되는 것으로 보이며 특히 교합력이 강한 남성인 경우에는 제2대구치까지 수복하는 것이 안전하다. 또한 지대주 나사를 여러 번 조여 나사의 풀림과 파절, 그리고 지대주 파절의 위험을 줄이는 것이 중요하다.

본 연구에서는 최후방이 아닌 제1대구치 부위 임플란트에서의 나사풀림의 빈도를 조사하였고 그 빈도는 5.2%였으며 최후방 부위와는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 따라서 대구치 부위의 단일 임플란트 보철물이라면 최후방인지의 여부가 나사풀림의 빈도에 영향을 주지 않는다는 결론을 내릴 수 있었다.

남성과 여성을 비교하였을 때, 나사폴립의 빈도는 유의미한 차이가 있었으며 이는 여러 과거의 후향 연구(3, 10, 11)들과 일치하는 것으로 남성의 강한 교합력에 기인하는 것으로 생각된다. 특히 남성에서 발생하는 나사폴립의 빈도는 3년 이내 12.5%로 매우 기존의 체계적 문헌 고찰(16)에서 제시하는 2.4%보다 매우 높아 보철물 장착 시 교합조정에 주의를 더욱 기울여야 한다는 것을 시사하고 있다. 반면 기존 연구(10)와 달리 나사파절과 지대주 파절의 발생빈도에 있어서, 남녀 사이의 유의미한 차이가 없었는데, 이는 통계적으로 유의미한 분석이 될 만큼 파절이 많이 일어나지 않았기 때문일 것으로 생각된다. 특히 나사파절의 경우 최후방 부위에 한정했을 때 총 4회 발생하였는데, 이것이 모두 이갈이가 심한 한 남성(보철물 장착 당시 68세 남성, 99개월째 추적 관찰 중)에서 발생하였다.

본 연구에서 임플란트의 직경은 기계적 합병증 발생 빈도에 유의한 영향을 미치지 않았다. 우선 임플란트의 파절을 살펴보면, 과거 연구들에서 원추형 내부 연결 임플란트에서 직경이 작은 임플란트에서 파절의 위험이 증가한다(2, 3, 17, 35)고 하였으나 본 연구에서는 모든 대상에서 임플란트의 파절이 발생하지 않아 분석을 할 수 없었다. 본 연구의 대상이 되었던 임플란트 중 직경이 가장 작은 것이 4.3mm(Inplant, Warrantac, Seoul, Korea)로 임플란트의 파절을 관찰하였던 다른 연구들에 비해 상대적으로 컸기 때문이라고 생각된다. 또 해당 임플란트의 내부 연결 각도가 7도이기 때문에, 유사한 직경의 다른 임플란트보다 wall thickness를 확보할 수 있어 임플란트의 파절의 위험이 낮았을 것으로 생각하였다. 또한, 지대주 파절과 나사파절 역시 임플란트의 직경 변화에 따른 유의미한 빈도의 차이는 없었다. 이는 임플란트의 직경이 변하더라도, 같은 제조사의 임플란트 사이에서는 연결부의 직경이

모두 동일하였기 때문에 나온 결과로 생각된다. 과거의 한 후향연구에서는 오히려 임플란트의 직경이 커질수록 지대주 파절의 위험이 증가한다고 하였는데 이는 교합력이 강한 하악 대구치 부위에 큰 직경의 임플란트를 보통 식립하기 때문에 결과에 혼동을 주었기 때문이라고 하였다.(10) 이외에 밝혀진 결과들로, 나사풀림이 발생했던 환자들의 추적관찰기간이 그렇지 않았던 환자들보다 유의미하게 길었다($P<0.05$). 또한 임플란트 시스템별로 분석하였을 때에는, IU와 Inplant 사이에서 지대주 파절의 빈도가 유의미하게 차이가 있었다. ($P<0.05$).

본 연구에서 CAD-CAM 지대주를 사용한, 최후방 부위의 단일 임플란트 보철물에서 기계적 합병증의 발생율은 나사풀림이 7.7%, 나사파절이 1.92%, 지대주 파절이 3.84%였다. Hsu 등은 단일 구치부 결손 부위에 호환성 CAD-CAM 지대주를 사용했을 때 6.4%의 나사풀림 빈도를 보고하였고(29) 이는 일반적으로 내측 연결형 임플란트에서 보고되는 발생율(1.1%-4.4%)보다 높았으며 그 원인으로 연결부의 적합도가 정품 지대주에 비해 떨어질 수 있기 때문이라고 하였다.

본 연구는 CAD-CAM 지대주를 사용한 임플란트 보철물만을 대상으로 하였으나, 기성 지대주를 사용한 경우와 비교하였다면 CAD-CAM 지대주 사용의 영향을 더욱 정확히 평가할 수 있었을 것이다. 따라서 보다 정확한 결론을 내리기 위해서 전체 표본의 수를 더 늘리고 기성 지대주를 사용한 임플란트도 포함시키는 것이 좋을 것이라고 생각한다.

제5장 결론

1. CAD-CAM 지대주를 사용한 단일 대구치 임플란트 보철물의 기계적 합병증 빈도는 임플란트의 최후방 여부에 따라 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.
2. CAD-CAM 지대주를 사용한 최후방 단일 치아 임플란트 보철물의 나사풀림 빈도는 남성일 때, 그리고 부위에 따라서는 제1대구치 부위에서 유의미하게 높았다.
3. 추적 관찰 기간이 긴 환자들에서 CAD-CAM 지대주를 사용한 최후방 단일 치아 임플란트 보철물의 나사풀림이 유의미하게 많이 발생하였다.

참고문헌

1. Lee CT, Alfred P, Tran D, James J, Makins SR, Gajjar D, et al. A long-term retrospective analysis of single tooth implants and endodontic therapies in a university setting. *J Periodontol*. 2022;93(10):1510-24.
2. Tey VHS, Phillips R, Tan K. Five-year retrospective study on success, survival and incidence of complications of single crowns supported by dental implants. *Clin Oral Implants Res*. 2017;28(5):620-5.
3. Wittneben JG, Buser D, Salvi GE, Bürgin W, Hicklin S, Brägger U. Complication and failure rates with implant-supported fixed dental prostheses and single crowns: a 10-year retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2014;16(3):356-64.
4. Hjalmarsson L, Gheisarifar M, Jemt T. A systematic review of survival of single implants as presented in longitudinal studies with a follow-up of at least 10 years. *Eur J Oral Implantol*. 2016;9 Suppl 1:S155-62.
5. Kihara H, Hatakeyama W, Kondo H, Yamamori T, Baba K. Current complications and issues of implant superstructure. *J Oral Sci*. 2022;64(4):257-62.
6. Dierens M, De Bruyn H, Kisch J, Nilner K, Cosyn J, Vandeweghe S. Prosthetic Survival and Complication Rate of Single Implant Treatment in the Periodontally Healthy Patient after 16 to 22 Years of Follow-Up. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2016;18(1):117-28.
7. Stavropoulos A, Bertl K, Eren S, Gotfredsen K. Mechanical and biological complications after implantoplasty-A systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2019;30(9):833-48.
8. Andersson B, Bergenblock S, Fürst B, Jemt T. Long-term function of single-implant restorations: a 17- to 19-year follow-up study on implant infraposition related to the shape of the face and patients' satisfaction. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2013;15(4):471-80.
9. Alhammad SH, Burnside G, Milosevic A. Clinical outcomes of single implant supported crowns versus 3-unit implant-supported fixed dental prostheses in Dubai Health Authority: a retrospective study. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):17

1.

10. Yi Y, Heo SJ, Koak JY, Kim SK. Mechanical complications of implant-supported restorations with internal conical connection implants: A 14-year retrospective study. *J Prosthet Dent*. 2023;129(5):732-40.

11. Yi Y, Heo SJ, Koak JY, Kim SK, Koo KT. Splinting or Nonsplinting Adjacent Implants? A Retrospective Study Up to 15 Years: Part II-Success and Survival Rate Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2023;38(3):443-50b.

12. Jung RE, Pjetursson BE, Glauser R, Zembic A, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the 5-year survival and complication rates of implant-supported single crowns. *Clin Oral Implants Res*. 2008;19(2):119-30.

13. Lee JB, Kim MY, Kim CS, Kim YT. The prognosis of splinted restoration of the most-distal implants in the posterior region. *J Adv Prosthodont*. 2016;8(6):494-503.

14. Yang F, Ruan Y, Liu Y, Chen J, Chen Y, Zhang W, et al. Abutment mechanical complications of a Morse taper connection implant system: A 1- to 9-year retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2022;24(5):683-95.

15. Rinke S, Roediger M, Eickholz P, Lange K, Ziebolz D. Technical and biological complications of single-molar implant restorations. *Clin Oral Implants Res*. 2015;26(9):1024-30.

16. Theoharidou A, Petridis HP, Tzannas K, Garefis P. Abutment screw loosening in single-implant restorations: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008;23(4):681-90.

17. Yi Y, Koak JY, Kim SK, Lee SJ, Heo SJ. Comparison of implant component fractures in external and internal type: A 12-year retrospective study. *J Adv Prosthodont*. 2018;10(2):155-62.

18. Guljé FL, Raghoobar GM, Erkens WA, Meijer HJ. Impact of Crown-Implant Ratio of Single Restorations Supported by 6-mm Implants: A Short-Term Case Series Study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2016;31(3):672-5.

19. Schneider D, Witt L, Hämmerle CHF. Influence of the crown-to-implant length ratio on the clinical performance of implants supporting single crown restorations: a cross-sectional retrospective 5-year investigation. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23(2):169-74.

20. Sun SP, Moon IS, Park KH, Lee DW. Effect of Crown to Implant Ratio and Anatomical Crown Length on Clinical Conditions in a Single Implant: A Retrospective Cohort Study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015;17(4):724-31.
21. Clelland N, Chaudhry J, Rashid RG, McGlumphy E. Split-Mouth Comparison of Splinted and Nonsplinted Prostheses on Short Implants: 3-Year Results. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2016;31(5):1135-41.
22. Helkimo E, Carlsson GE, Helkimo M. Bite force and state of dentition. *Acta Odontol Scand*. 1977;35(6):297-303.
23. Londhe SM, Gowda EM, Mandlik VB, Shashidhar MP. Factors associated with abutment screw loosening in single implant supported crowns: A cross-sectional study. *Med J Armed Forces India*. 2020;76(1):37-40.
24. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia GM. Single tooth bite forces in healthy young adults. *J Oral Rehabil*. 2004;31(1):18-22.
25. Smojver I, Bjelica R, Catic A, Budimir A, Vuletic M, Gabric D. Sealing Efficacy of the Original and Third-Party Custom-Made Abutments-Microbiological In Vitro Pilot Study. *Materials (Basel)*. 2022;15(4).
26. Ma M, Li X, Zou L, He J, Zhao B. Mechanical properties and marginal fit of prefabricated versus customized dental implant abutments: A comparative study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2022;24(5):720-9.
27. Krishnan V, Tony Thomas C, Sabu I. Management of abutment screw loosening: review of literature and report of a case. *J Indian Prosthodont Soc*. 2014;14(3):208-14.
28. KH Ko HK, YH Huh, CJ Park, LR Cho. Concept and application of implant connection systems: Part I. Placement and restoration and internal conical connection implant. *J Dent Rehabil Appl Sci*. 2020;36(4):11.
29. Hsu KW, Shen YF, Wei PC. Compatible CAD-CAM titanium abutments for posterior single-implant tooth replacement: A retrospective case series. *J Prosthet Dent*. 2017;117(3):363-6.
30. Seong-Ryong H. A retrospective study on treatment outcomes of single implants in the most posterior area: 3-10 years follow up: Chosun University; 2012.

31. Koo KT, Wikesjo UM, Park JY, Kim TI, Seol YJ, Ku Y, et al. Evaluation of single-tooth implants in the second molar region: a 5-year life-table analysis of a retrospective study. *J Periodontol*. 2010;81(9):1242-9.
32. Sung-Woo Jung J-KL, Heung-Sik Um, Beom-Seok Chang. A retrospective study on survival rate of the most posterior single tooth implant. *Journal of Periodontal & Implant Science*. 2008;38(No.4):10.
33. Guncu MB, Aktas G, Guncu GN, Anil D, Turkyilmaz I, Antonoff LR. Clinical , Technical, and Radiologic Outcomes of 182 Implant-Supported Zirconia Single Crowns Using Titanium-Base Abutments: A Retrospective Study. *Int J Prosthodont*. 2022;35(4):553-9.
34. Yoshitani M, Takayama Y, Yokoyama A. Significance of mandibular molar replacement with a dental implant: a theoretical study with nonlinear finite element analysis. *Int J Implant Dent*. 2018;4(1):4.
35. Goiato MC, Andreotti AM, Dos Santos DM, Nobrega AS, de Caxias FP, Bannwart LC. Influence of length, diameter and position of the implant in its fracture incidence: A Systematic Review. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2019;13(2):109-16.

ABSTRACT

Mechanical complications of terminal single molar implant restoration : A retrospective study

Jinwoo Han

Department of Dentistry

Graduate School of Yonsei University

Purpose: A higher incidence of mechanical complications is reported in single-tooth implant restorations than in splinted implant restorations in the posterior quadrant. CAD-CAM abutments are reported to have an inferior fit between the implant and the abutment compared to prefabricated abutments. The current study aimed to retrospectively analyze the types and incidences of mechanical complications for rearmost single-molar implant restorations with CAD-CAM abutments.

Materials and Methods: This study retrospectively analyzed mechanical complications of single-molar implant-supported restorations using CAD-CAM in the Department of Prosthodontics at Gangnam Severance Dental Hospital from 2014 to 2022 by reviewing electronic medical records. Mechanical complications were classified as screw loosening, screw fracture, abutment fracture, and implant fracture. Chi-square and Mann-Whitney tests were used to evaluate the effect of

implant location, gender, follow-up period, implant diameter, and type of implant on the frequency of mechanical complications.

Results: 228 implants in 195 patients were included in the study, with a mean follow-up period of 48.2 months. The overall incidence of screw loosening and abutment fracture was 7.32% and 5.49%, respectively.

Based on the implant positions, the incidence of screw loosening was 14.29% in the first molar and 4.96% in the second molar, which was statistically significant ($P<.03$). There was no significant difference in the incidence of abutment screw or abutment fractures between the rearmost first and second molar implant restorations. The incidence of screw loosening was eight times greater in males than in females.

Conclusions: There was no significant difference in the incidence of mechanical complications of single-molar implant restorations using CAD-CAM abutments, whether the restoration is in the rearmost position. The incidence of screw loosening of the rearmost single-molar implant restorations using CAD-CAM abutments was significantly higher in males and in the first molar position. The incidence of screw loosening was increased in patients with an extended follow-up period.

Keywords : CAD-CAM abutment, single-tooth implant, mechanical complication