

임상에서 사용하고 있는 임플란트 토크조절기의 정확도와 적용에 관한 사용실태

주용훈 · 이진한*

원광대학교 치과대학 치과보철학교실

연구 목적: 임상에서 사용하고 있는 임플란트 토크조절기의 정확도를 평가하고, 사용방법에 있어서 적절하게 적용하고 있는지의 사용실태를 조사하였다.

연구 대상 및 방법: 대전, 충청지역의 개인 치과 의원을 방문하여 50명의 임상가와 진료실에서 사용하고 있는 50개의 임플란트 토크조절기를 연구 대상으로 하였다. 실험에 참가한 임상가의 임플란트 시술에 대한 정보를 얻기 위해 설문조사를 시행하였다. 설문조사 내용에는 임상경력과 임플란트 시술 경력, 임플란트 시술 도중 경험한 임플란트 나사의 파절과 풀림, 임플란트 토크조절기 사용법에 대한 교육 이수 여부, 토크조절기의 감염 관리 방법을 포함하였다. 또한 실험을 통하여 진료실에서 사용하고 있는 토크조절기의 정확도를 평가하였다. 임상가가 토크조절기를 사용하여 측정된 토크 값을 측정 한 후, 임플란트 토크조절기에 대한 교육 이수에 따른 측정된 토크 값의 평균을 독립 변수 T 검정법을 시행하여 95% 신뢰수준에서 유의성을 검증하였다.

결과: 임상가가 사용하는 토크조절기 자체의 정확도를 측정한 결과, 50개 토크조절기의 평균 오차율은 4.78%였다. 평가된 50개 토크 조절기 중 최대 오차율은 18.96%, 최소 오차율은 0.88%였다. 임상가가 의도한 25Nm의 토크 값에 대해 실제 측정된 토크 값 평균은 $29.0 \pm 8.4\text{Nm}$ 이었고, 30Nm의 토크 값에 대해 실제 측정된 토크 값 평균은 $34.3 \pm 9.1\text{Nm}$ 였다. 각각의 실험에서 임플란트 토크조절기에 대한 교육을 받은 실험 군과 받지 않은 실험 군 간에 평균 값에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

결론: 임상가는 자신이 의도한 토크 값과 실제 임플란트 나사에 가해지는 토크 값에 차이가 발생할 수 있으므로, 자신이 사용하는 토크조절기의 정확한 사용방법을 숙지하여 일정하고 정확한 토크 값을 부여해야 한다. 또한 토크조절기가 일정하고 정확한 토크 값을 유지하도록 토크조절기를 유지, 관리하여야 나사의 파절이나 나사의 풀림의 문제를 최소화하는 임상적인 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다. (대한치과보철학회지 2011;49:197-205)

주요단어: 임플란트 토크조절기, 나사 풀림, 지대주 나사

서론

상실된 치아의 임플란트 수복에 대한 이해와 수요가 증가함에 따라, 임상에서 임플란트를 이용한 보철 수복은 일상적인 치료가 되었다. 대부분 임플란트 시스템은 임플란트 나사를 이용하여 임플란트의 고정체와 지대주를 연결하기 때문에 임플란트 보철 수복과 향후 환자 관리에서 나사의 풀림과 파절은 임상적으로 중요한 문제가 되었다. Jemt와 Pettersson¹⁾은 단일 치 임플란트 수복의 45%에서 지대주 나사의 풀림 현상을 보고하였고, Goodacre 등²⁾은 임플란트 보철물의 6%에서 지대주 나사의 풀림을 보고 하였다. 임플란트 나사의 물성이 향상되고, 임플란트 나사에 토크를 가하는 기술이 발달됨에 따라 임플란트 나사 풀림의 빈도는 현저히 감소되었다. 그러나 임상에서 임플란트 나사의 풀림이나 파절이 발생할 경우, 임플란트 나사의 교환이나 제거를 통한 해결방법을 제시한다고 하더라도 환자와의 신뢰관계 회복에는 어려움이 따를 수 있다.

임플란트 나사 풀림은 부적절한 임플란트 고정체의 식립위치, 교합관계나 치관 형태 등에 의한 과도한 교합력과 보철물의 적합도 불량 등 여러 가지 요인으로 인해 발생할 수 있으나,^{3,4)} Jaarda 등⁵⁾은 나사 풀림의 가장 근본적인 원인은 부적절하게

적용된 토크와 전하중의 상실이라고 하였다. 임상에서 단지 손으로만 지대주를 잠그면 15 - 48%까지 오차가 발생하므로 제조사에서 권장하는 적절한 토크를 적용하기 위해서는 기계적인 토크조절기를 사용할 것을 권장하였다.

임플란트 나사에 적절한 토크를 적용하기 위하여 임플란트 제조회사에서는 여러 종류의 토크조절기를 개발하였다. 기계적인 토크 발생장치를 이용하여 조임력을 가하는 전자 토크조절기와 일정 토크 수준이 넘으면 핸들의 앞 부위가 꺾여지도록 만들어진 토크 최대값 제한 장치, 눈금자가 표시되어 있어 조임력의 크기를 조절할 수 있는 토크장치, 콘트라앵글 핸드피스 형태에 조임력의 크기를 조절하거나 이미 정해진 조절기를 끼워서 사용하는 콘트라앵글 토크 조절장치 등 다양한 토크조절기가 사용되고 있다. 김 등⁶⁾은 임상에서 사용되는 다양한 토크조절기의 정확성을 비교하여 최대값 제한 장치를 가진 토크조절기의 정확도가 가장 높음을 보고하였다. 임플란트 토크조절기의 작동 방법에 따라서도 정확도의 차이가 나지만 토크조절기의 관리에 따라서도 정확도의 차이가 날 수 있다. Gutierrez 등⁷⁾은 토크조절기를 임상에서 사용하면서 멸균과정을 시행함에 따라, 토크조절기 내의 스프링의 부식이나 마모가 발생할 경우 토크조절기 자체의 오차도가 최대 455%까지도

*교신저자: 이진한

302-120 대전시 서구 둔산2동 1268번지 원광대학교 대전치과병원 원광대학교 치과대학 치과보철학교실 042-366-1150: e-mail, porte93@wku.ac.kr

원고접수일: 2011년 2월 18일 / 원고최종수정일: 2011년 7월 1일 / 원고채택일: 2011년 7월 7일

*본 연구는 2009년 원광대학교 교내연구비 지원에 의해 이루어졌음.

발생함을 보고하였다.

임플란트 토크조절기는 기계 자체의 정확도뿐만 아니라 술자의 사용방법에 의해서도 임플란트 나사에 가해지는 조임력에 차이가 날 수 있다. 임상에서는 임플란트 보철 수복 시에, 제조 회사의 지시에 따라 임플란트 나사에 필요한 토크를 부여하지만 적용하는 토크조절기의 정확도와 사용방법에 따라서 설정한 토크 값과 실제 임플란트 나사에 적용되는 토크 값에는 차이가 있다.

본 연구에서는 임상인들의 토크조절기의 사용방법에 대한 이해와 관리 방법을 조사하였고, 임상에서 사용되는 토크조절기의 정확도를 평가하였다. 또한 토크조절기를 통하여 부여하고자 하는 토크 값과 실제 임플란트 나사에 적용되는 토크 값과 차이를 평가하였다.

연구 재료 및 방법

무작위로 선택된 대전, 충청지역의 개인치과의원을 방문하여 50명의 임상인과 진료실에서 사용하고 있는 50개의 임플란트 토크조절기를 연구 대상으로 하였다. 토크조절기의 사용방법과 감염관리방법에 대한 실태 조사를 위하여 설문 조사를 시행하였으며, 실제로 개인치과의원에서 사용하고 있는 토크조절기의 자체 정확도 측정과 그 토크조절기를 이용하여 임상인이 임플란트 나사에 가하는 조임력 측정을 각각 시행하였다.

1. 연구방법

1) 토크조절기의 사용과 관리법에 대한 설문조사

본 연구에 참가한 임상인의 임상경력, 임플란트 시술경력, 임상에서 임플란트 나사의 풀림과 파절에 대한 경험 빈도, 토크조절기에 대한 교육을 받은 방법, 임플란트 회사의 추천 토크 값을 인지하고 있는지의 여부, 토크조절기의 감염관리방법을 조사하였다.

2) 임상인이 사용하고 있는 토크조절기의 정확도

① 실험에 사용된 토크조절기

임상인이 진료실에서 사용하고 있는 여러 가지 종류의 토크조절기 중 최대값 제한 장치를 가진 토크조절기(Torque Ratch Wrench, Hader SA, Switzerland)가 실험에 사용되었다(Fig. 1).

② 토크 측정 장치

임상에서 사용하고 있는 토크조절기 자체의 정확도를 측정하기 위해 토크 최대값 조절 장치의 꺾임이 발생할 때의 토크를 일정하게 측정할 수 있는 토크 측정기(Tonichi Torque Gauge, model 9BTG-N, Tonichi America, USA)를 사용하였다(Fig. 2).

토크 측정기에 square insert를 고정하고, 영점조정을 시행한다. 토크조절기를 25 Ncm로 세팅한 후, 토크조절기의 꺾임이 발생할 때까지 힘을 가하였다(Fig. 3). 토크측정기에 기록된 값을 기록하였고, 같은 과정을 10회 반복 시행하였다.



Fig. 1. Torque controller (Torque Ratch Wrench, Hader SA, Switzerland).



Fig. 2. Tonichi Torque Gauge (Model 9BTG-N, Tonichi America, USA).



Fig. 3. Torque controller accuracy test (A: square insert in the jaws of the Tonichi Torque Gauge, B: torque controller under test condition, C: torque controller is rotated until the detent releases).

3) 임상에서의 토크조절기 적용

50명의 임상의가 토크조절기를 사용 할 때의 정확성을 평가 하기 위해, 임플란트 나사에 25, 30 Ncm의 토크 값을 주도록 하였다. 임상의가 진료실에서 사용하고 있는 토크조절기를 이용하여 의도한 토크 값(25, 30 Ncm)으로 직접 세팅하도록 한 후, 디지털 토크 측정기(MGT-12, Mark-10 Corp., NY, USA)에 고정된 임플란트 고정체에 임플란트 지대주를 연결하고 임플란트 나사에 토크조절기를 적용하도록 하였다.

2. 연구재료

① 임플란트 고정체, 지대주, 지대주 나사

본 연구에서는 외부 육각형 지대주-고정체 연결 구조를 가지는 임플란트 시스템(US II, Osstem Inc., Seoul, Korea)을 사용하였다. 지대주는 시멘트 유지형 지대주를 사용하였으며, 지대주 나사는 기계 가공된 상태의 티타늄 합금(Ti-6Al-4V)나사를 사용하였다(Table 1, Fig. 4).

② 토크 측정 장치

임상의가 토크조절기를 임플란트 나사에 적용하여 조임력을 부여할 경우, 가해지는 토크의 최대값을 기록할 수 있는 디지털 토크 측정기(MGT-12, Mark-10 Corp., NY, USA)가 사용되었고, 실험과정을 용이하게 하기 위해 토크측정기를 고정하는 장치를 제작하였다(Fig. 5).

③ 임플란트 나사에 적용된 토크 값 측정

디지털 토크 측정기에 고정된 임플란트 고정체에 시멘트 유



Fig. 4. Implant fixture, abutment, abutment screws used for this study.

Table 1. Specification of experimental materials

Component	Size	Material
US II dummy fixture	∅ 4.0 × 11 mm	Titanium Gr.4
US cement abutment	hex regular ∅ 5.0, 2.0 mm (G/H), 7.0 mm (H)	Titanium Gr.3
Abutment screw	diameter 2.0 mm, pitch 0.4 mm	Ti-6Al-4V

지형 지대주를 위치시킨 후, hand driver를 이용하여 임플란트 지대주 나사를 체결하였다. 임플란트 나사에 부여하고자 하는 토크 값으로 세팅된 토크조절기를 이용하여 임플란트 나사에 조임력을 부여하였다(Fig. 6). 최종적으로 측정된 최대 토크 값을 기록한 후, 임플란트 나사를 풀러 다시 나사를 조이는 과정을 반복하여 10회 시행하였다.

임플란트 고정체와 지대주, 임플란트 나사를 모두 교체하여, 25 Ncm 와 30 Ncm 토크 값에서 동일한 과정을 시행하였다.

3. 통계 처리

임상의가 진료실에서 사용하고 있는 토크조절기 자체의 정확도를 평가하기 위해 Microsoft Office Excel 2007 (Microsoft Co., USA)을 사용하여 각 토크조절기의 오차율과 전체 평균 오차율을 계산하였고, 설정한 25 Ncm의 10% 범위에 나타나는 실험값의 빈도분석을 시행하였다. 또한 SPSS 통계 프로그램(SPSS 18.0 for Window, SPSS Inc., IL, USA)을 사용하여, 25 Ncm 값을 검정 값으로 설정한 일 표본 T검정을 시행하여 95%의 신뢰수준에서 유의성을 검증하였다. 또한 25 Ncm와 30 Ncm를 목표로 하여, 임상의가 실제 임플란트 지대주 나사에 가하여 측정된 토크 값의 평균값과 표준편차를 구하였고, 토크조절기의 교육을 받은

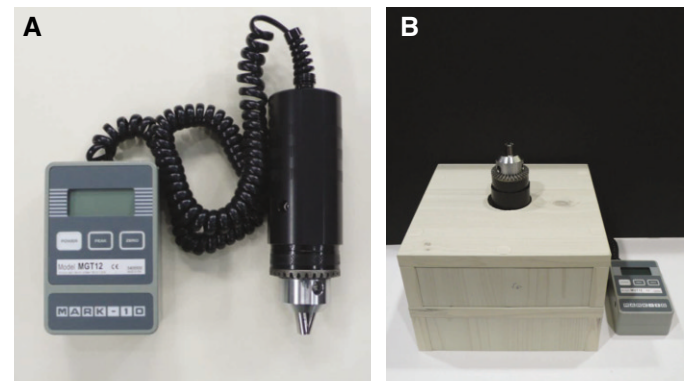


Fig. 5. A: digital torque gauge (MGT-12, Mark-10 Corp., NY, USA), B: custom made torque gauge holding apparatus.

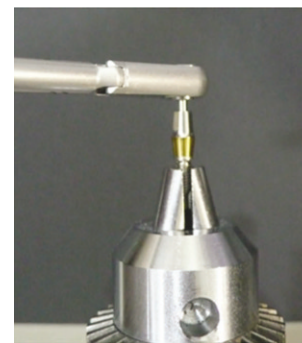


Fig. 6. Torque controller application test.

군과 그렇지 않은 군의 평균 비교를 위해 독립표본T검정법 통해 95%의 신뢰수준에서 유의성을 검증하였다.

결과

1. 토크조절기의 사용과 관리법에 대한 설문조사 결과

실험에 참가한 50명의 임상주의 임상경력은 최소 1년에서 최대 20년이었으며, 임플란트 시술 경력은 최소 1년에서 최대 15년이였다(Fig. 7).

임플란트 나사의 풀림, 파절 경험 빈도에 대한 응답에서 임플란트 나사의 풀림이나 파절을 경험한 적이 없는 응답자는 9명이었고, 경험이 있는 응답자는 41명이였다. 임플란트의 나사 평균 풀림 개수는 9.12개였고, 가장 많은 임플란트 나사 풀림의 빈도를 보인 응답자에서 50개이였다. 임플란트 나사의 평균 파절 개수는 1.48개였고 가장 많은 임플란트 나사 파절의 빈도가 보인 응답자에서 15개이였다(Fig. 8, 9).

임플란트 토크조절기의 사용법에 대한 교육을 받은 적이 없는 응답자는 13명이였다. 교육을 받은 경우 치과대학 교과과정 중에 교육을 받은 응답자는 없었으며, 주로 세미나와 강연을 통해(18명), 동료, 선후배 치과의사를 통해(12명), 임플란트 제조 회사의 영업사원을 통해(7명) 교육을 받은 것으로 나타났다.

임플란트 제조회사에서 추천하는 임플란트 나사의 조임 토

크 값을 알고 있는지 여부에 대하여 알고 있다(42명), 모른다(8명)였다.

임플란트 나사의 re-tightening시행여부에 관한 질문에 대하여 시행하지 않는 응답자는 11명이였다. Re-tightening을 시행하는 39명의 응답자는 처음 토크를 부여한 후 30분 이내에 시행(28명), 최종 수복 시행 전(7명), 임플란트 정기검진 시(4명)인 것으로 나타났다.

임플란트 토크조절기의 소독방법으로는 고압증기멸균(21명), EO gas (4명), cold sterilization (25명)으로 나타났다. 소독하는 시기는 매 환자마다(19명), 하루에 한번(13명), 15일에 한번(6명), 한 달에 한번(12명)으로 답변하였다. 임플란트 토크조절기에 대한 멸균, 소독방법이 토크조절기의 정확도에 영향을 미치는지에 대한 질문에 영향을 미칠 것으로 생각한다(41명), 상관없을 것으로 생각한다(9명)였다.

정기적으로 토크조절기를 교체한다면 적절한 교체시기에 대한 질문에 대하여 1년마다(19명), 3년마다(15명), 5년마다(7명)로 응답하였다.

2. 임상주의 사용하고 있는 토크조절기의 정확도

임상주의가 진료실에서 사용하는 토크조절기의 정확도를 측정하기 위해 25 Ncm로 세팅된 토크조절기로 토크를 부여한 측정값의 전체 평균값은 23.80 Ncm, 표준편차는 2.34 Ncm 그리고 오차율은 4.78%였다. 실험에 사용된 50개의 토크조절기중에서 최대 오차율은 18.90%이었고, 최소 오차율은 0.88%였다. 설정된 25 Ncm의 10%이내의 범위 값에 해당되는 측정값의 빈도는 40.2%였다. 설정된 토크 값 보다 낮은 측정값과 높은 측정값은 각각 47.2%, 12.6%의 빈도를 보였으며, 오차가 발생하는 경우는 낮은 측정값을 보이는 빈도 수가 높았다(Fig. 10). 검정 값을 25 Ncm로 설정한 일 표본T검정을 통해 토크조절기를 평가하였을 때, 95% 신뢰구간에 포함되는 토크조절기는 평가된 50개중 11개였다.

3. 임상주의 토크조절기를 통해 부여한 실제 토크 값

실험에 참가한 50명의 임상주의가 25 Ncm를 임플란트 나사에 부여하기 위해 토크조절기를 25 Ncm로 세팅한 후, 토크조절기

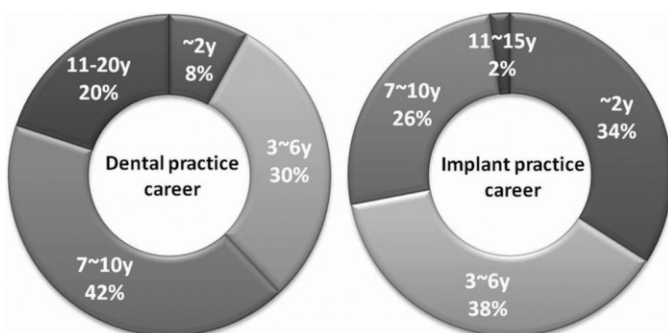


Fig. 7. Dental practice, implant practice career of experimental trier.

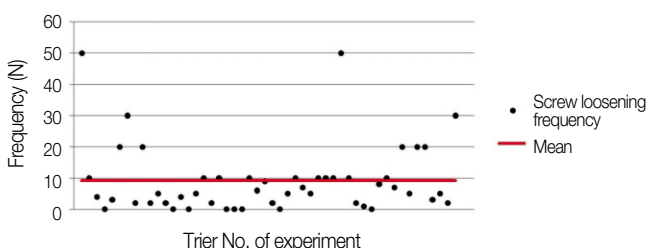


Fig. 8. Implant screw loosening frequency on clinical practice.

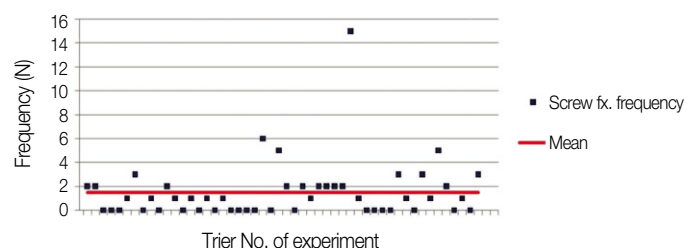


Fig. 9. Implant screw fracture frequency on clinical practice.

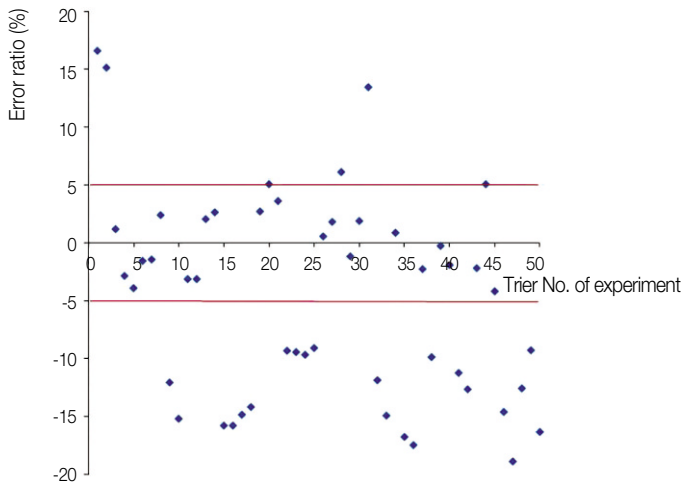


Fig. 10. Mean error ratio on torque controller (25 Ncm).

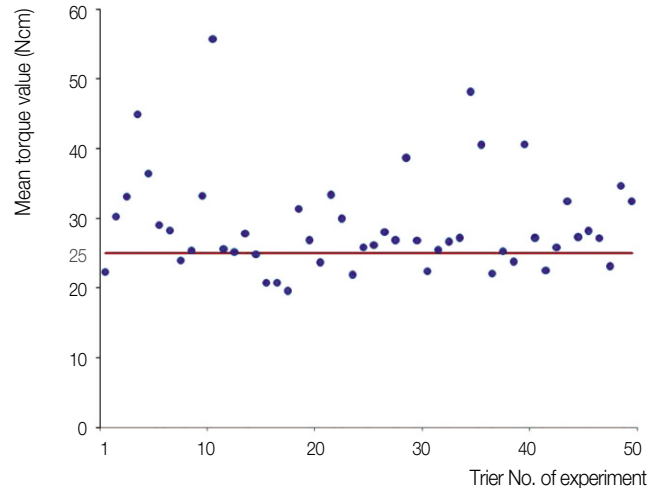


Fig. 11. Mean torque value of individual trier on 25 Ncm test.

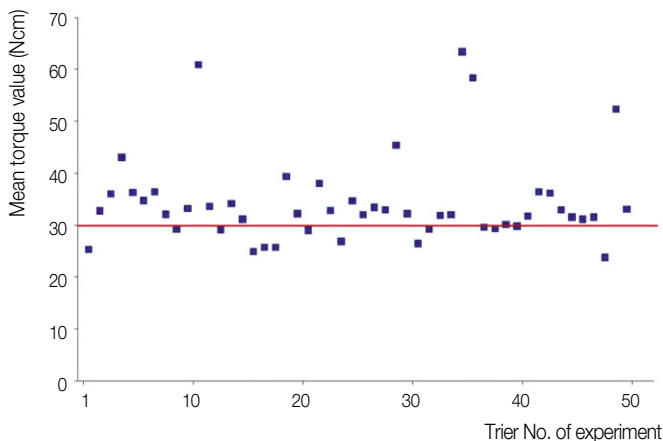


Fig. 12. Mean torque value of individual trier on 30 Ncm test.

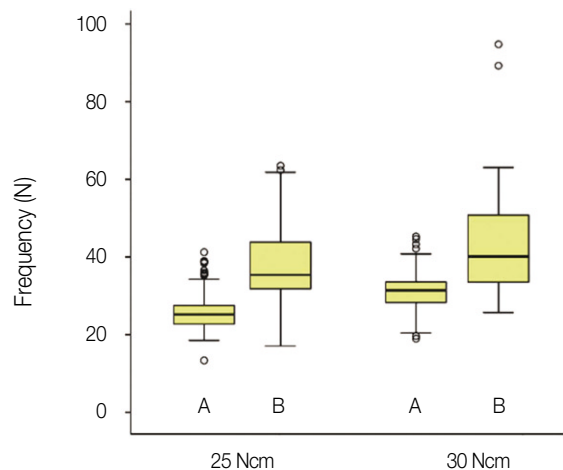


Fig. 13. Mean torque values and standard deviation on 25 Ncm, 30 Ncm test (A: education group, B: non education group).

를 사용하였을 때 측정된 평균 토크 값은 29.0 Ncm였고, 표준편차는 8.4 Ncm이었다(Fig. 11). 25 Ncm를 기준으로 측정된 실험값의 $25 \text{ Ncm} \pm 5\%$ 범위내의 빈도는 20%였고, 높은 범위에는 55%, 낮은 범위에는 25%의 빈도를 보였다. 측정된 실험값 중 최대 토크 값은 63.5 Ncm, 최소 토크 값은 17.2 Ncm이었다. 30 Ncm의 실험에서 측정된 평균 토크 값은 34.3 Ncm였고, 표준편차는 9.09 Ncm이었다(Fig. 12). 30 Ncm를 기준으로 측정된 실험값의 $30 \text{ Ncm} \pm 5\%$ 범위내의 빈도는 21.4%였고, 높은 범위에는 58.4%, 낮은 범위에는 20.2%의 빈도를 보였다. 측정된 실험값 중 최대 토크 값은 94.8 Ncm, 최소 토크 값은 19.0 Ncm이었다.

25 Ncm와 30 Ncm 각각의 실험에서 토크조절기에 대한 교육을 받은 실험자 군과 교육을 받지 않은 실험자 군의 평균 값은 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다(Fig. 13). 또한 실험 과정에서, 토크조절기에 사용되는 토크 드라이버의 변형과 파절이 토크조절기의 교육을 받지 않은 실험자 군에서 발생하였다. 토

크 드라이버의 변형은 25 Ncm의 실험에서 1회, 30 Ncm의 실험에서 2회 발생하였으며, 토크 드라이버의 파절은 25 Ncm의 실험에서 2회, 30 Ncm의 실험에서 3회 발생하였다.

고찰

임플란트 치료에서 흔히 발생하는 기계적 문제점 중 하나는 임플란트 나사의 풀림과 파절이다. 임플란트 나사 풀림과 파절의 원인으로는 임플란트 부품의 기계적인 공차,⁸ 나사의 재료,⁹ 금속의 피로저항,¹⁰ 교합압에 의한 기능 시 미세진동, 임플란트의 장축을 벗어난 교합력,¹¹ 적용된 토크와 전하중,¹² 치조골의 탄성도 그리고 정착효과(settling effect) 등¹³과 관련이 있다. 구강 내에서 저작기능을 수행할 때 임플란트 구성 성분 간 연결부에는 조임토크외에도 보철물의 적합불량이나 저작기능 등에 의해 야기되는 하중들이 복합적으로 발생하기 때문에,¹⁴

부적절한 고정체의 식립위치, 교합관계나 치관 형태 등에 의한 과부하와 보철물의 적합불량은 임플란트 나사 연결부에 인장력을 유발하여 나사의 풀림이나 파절을 초래할 수 있다.^{15,16}

임플란트 나사 풀림이나 파절을 방지하기 위해서는 나사 연결부에 가해지는 과부하를 예방함과 동시에, 나사 신장에 의한 고정체와 지대주 사이의 전하중을 증가 시켜야 한다. 임상적으로는 적절한 위치에 고정체를 식립하여 임플란트의 장축을 따라 하중이 전달되도록 하고, 적절한 조임 토크를 임플란트 나사에 적용하여 나사 내에 충분한 양의 전하중이 발생되도록 하여야 한다.^{17,18}

Jörnæus 등¹⁹은 금 나사가 티타늄 나사에 비해 같은 조임력에 대해 더 높은 전하중이 유지됨을 보고하였으나, 나사의 재질보다 더 중요한 것은 나사를 조이는 방법이며, 토크 조절기를 이용하여 적절한 전하중을 가하는 것이 나사의 형태나 재료선택보다 더 중요한 요인이라고 하였다.

적절한 토크 적용을 위해 임플란트 제조회사에서는 여러 종류의 토크 조절기를 개발하였고, 임상에서 다양한 종류의 토크조절기가 사용되고 있다. 여러 연구에 의하면 임플란트 제조회사에서 권장하는 추천 토크 값을 술자가 토크조절기를 이용하여 실제로 적용했을 때 오차가 발생한다고 한다. 발생하는 오차는 토크 조절기 자체의 기계적인 요인과 토크 조절기를 사용하는 방법에 따른 요인으로 생길 수 있다.

Dellenges 등²⁰은 토크 조절기의 사용빈도와 장치에 들어간 이물질과 장치의 부식 등에 의해 부정확하고 부적절한 토크가 발생된다고 하였다. 그러나 Cehreli 등²¹은 사용빈도에 따른 토크 조절기의 정확도를 측정 한 결과, 토크 조절기를 사용하는 횟수가 증가하더라도 정확도는 거의 일정하게 유지되나 사용횟수가 증가하면 전반적으로 측정값이 낮아지는 경향을 보인다고 하였다. Gutierrez 등⁷은 감염관리를 위하여 토크 조절기의 고압증기멸균 시행 시, 멸균과정의 시행횟수와 토크 값의 관계는 관련이 없으며, 토크 조절기의 사용기간에 따라라도 유의한 상관관계를 보이지 않는다고 하였다. 평균적으로 토크 조절기의 오차는 17%에서 58.6%가 발생하지만, 고압증기멸균에 의해 토크조절기 내부의 스프링에 부식이 발생 한 경우, 최대 455%까지의 토크 값이 증가함을 보고하였다.

본 실험에서 측정된 50개의 토크 조절기 오차율은 4.78%로 진료실에서 임상들이 사용하고 있는 토크 조절기의 오차율은 다른 문헌에 비해 낮게 나타났다.^{7,20,21} 또한 토크 조절기 자체에서 발생된 오차의 분포를 보면 의도한 토크 값에 비해 높은 경우(12.6%)보다 낮은 경우(47.2%)가 많았다. 본 실험에서 사용된 50개의 토크조절기중 검정 값 25 Ncm의 95% 신뢰구간에 속하는 토크조절기는 11개 었다. 임플란트 수복에 있어서 임플란트 나사에 전달되는 전하중에 관련된 환자의 임상적인 요인과 술자의 경험적 요인과 같은 다양한 변수가 관여한다. Jaarda 등²² 적용된 토크와 전하중의 양은 술자의 경험적 요인이 중요하다고 하였다. 따라서 본 실험에서 평가된 토크조절기의 정확도에 대한 통계적 유의성은 실제 환자에서 임상 결과에 미치는

영향과 직접적인 관련성을 파악하기는 어렵다. 의도한 토크 값에 비해 낮은 토크가 적용될 경우, 임플란트의 나사에 가해지는 전하중 또한 감소하므로 임플란트 나사의 풀림과 같은 문제가 발생 할 수 있고, 의도한 토크 값보다 높은 토크가 적용될 경우에는 과도한 전하중으로 인한 임플란트 나사의 파절을 발생할 수 있다. 그러므로 임플란트 나사에 일정한 전하중을 가하기 위해서는 토크조절기의 주기적인 점검과 교체가 필요할 것으로 생각된다.

이전의 연구에서 임플란트 나사의 재료와 디자인에 따라서 최적의 토크 값이 달라지며, 최적 토크 값은 12.4 - 83.3 Ncm범위가 나타남을 보고하였다.²³ 일반적으로 지대주 나사에서 제조사들이 추천하는 토크 값은 20 - 35 Ncm이다. 본 실험에 사용된 외측연결구조를 가진 임플란트와 같이 butt joint 형식의 나사 연결 시스템은 조임 토크의 약 90%가 나사 접촉면간의 마찰력 극복에 사용되고 약 10%만이 전하중으로 전환된다고 보고되고 있다.¹⁵ 본 실험의 임플란트 고정체 더미와 지대주를 임플란트 나사를 이용하여 연결하는 실험모형은 실제로 토크 조절기를 이용하여 부여한 조임력이 임플란트 나사에 가해지는 정확한 전하중을 측정하는 것은 어렵지만, 실험 대상자인 임상이가 최대한 임상과 유사한 감각으로 임플란트 나사를 고정하기 위한 과정을 재현하기 위해 디자인되었다. 디지털 토크 게이지에 직접 insert를 고정하고 토크 조절기를 사용할 경우, 실제 임상에서 임플란트 시술 때의 토크조절기 사용 감각과 많은 차이가 나기 때문에, 본 실험에서는 디지털 토크 게이지에 고정되어 있는 임플란트 고정체에 실험자가 직접 지대주를 연결하고 임플란트 나사를 연결하면서, 임상에서 임플란트 구성성분을 연결하는 느낌과 유사한 환경을 재현하고자 하였다. 실제 임상에서는 환자의 개구 정도, 구강 내에서 임플란트의 위치, 술자의 시야와 접근성에 따라 토크조절기의 사용에 있어서 많은 변수로 작용할 수 있다. 본 연구의 결과는 실제 임플란트 나사에 가해지는 전하중을 측정할 수 없는 한계가 있으나, 임상에서 치과의사의 토크조절기의 사용에 관한 실태를 이해하는데 도움이 될 수 있을 것으로 생각한다.

본 실험에서 50명의 각 실험자 별로 25 Ncm, 30 Ncm의 실험마다 각각의 임플란트 고정체와 임플란트 지대주, 임플란트 나사를 교체하여서 시행하였다. 그러나, 각 25 Ncm, 30 Ncm 토크 값에서 토크 조절기를 적용하는 반복되는 10회의 과정 동안에는 임플란트 고정체와 지대주, 나사를 교체하지는 않았다. 최 등²⁴은 일반적으로 치과용 임플란트에서 지대주 나사의 적정 조임 토크 값은 항복강도의 75% 이내에서 정해지므로 지대주 나사에서 조임 토크력에 의한 변형이 거의 일어나지 않으므로 10회의 반복 조임과 풀림을 적용하였을 때 풀림 토크의 유의한 차이가 나타나지 않는 것으로 보고하였고, 장 등²⁵은 지대주 나사의 코팅에 따라서 10회의 반복 착탈을 시행하였을 경우 지대주 나사의 표면의 마모와 변형이 발생하여 풀림 토크가 유의한 차이를 나타내는 것을 보고하였다. 본 실험에서 조임 토크를 측정하는 25 Ncm, 30 Ncm의 토크 당 10회 반복과정에서 사용

된 임플란트 나사는 실험 도중 임플란트 나사의 마모와 변형을 나타낼 수 있으므로, 나사를 풀고 다시 조이는 과정을 시행하였을 때, 조임 토크 값에 영향을 줄 수 있다. 적정 조임 토크 값 내에서는 임플란트 나사에 문제가 없을 수 있으나, 실험결과에서 나타난 것과 같이 최대 94.8 Ncm을 기록한 실험자 경우는 실험결과에 영향을 줄 수 있을 것을 생각된다. 더 정확한 실험을 위해서는 실험 대상자뿐 아니라 각 실험에서 서로 다른 고정체, 지대주, 임플란트 나사의 이용이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구의 설문조사에서 무치악 부위에 임플란트를 이용한 수복을 하고 있지만, 제조사가 추천하는 조임 토크 값과 토크 조절기에 대한 교육을 받은 적이 없는 임상가가 전체 응답자 중에 26%를 차지하였고, 임플란트 제조회사의 추천 토크 값을 모르고 있는 임상가의 16%를 차지하였다. 25 Ncm와 30 Ncm의 토크 값을 부여하는 각각의 실험에서, 토크조절기의 교육 여부에 따라 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. 또한 실험 과정에서, 토크조절기에 사용되는 토크 드라이버의 변형과 파절이 토크조절기의 교육을 받지 않은 실험자 군에서 발생하였다. 임상에서 있어서 토크조절기의 관리를 통해 토크조절기의 정확도를 유지하는 것도 중요한 요인이 될 수 있다. 그러나 더 중요한 것은 임플란트 수술에서 토크조절기의 역할과 사용방법에 대한 정확한 이해와 교육이 될 것이다. 또한 실험에 참가한 임상가의 모두가 치과대학 교육과정 중에 토크 조절기의 사용방법에 관한 교육을 받지 않았다. 임플란트 보철 수복이 점차 일반적인 치료가 되고 있기 때문에 토크조절기의 사용방법과 실습이 치과대학 교육과정에 포함되어야 할 필요가 있을 것으로 사료된다.

대부분의 치과의사들이 임상에서 매일 임플란트 환자를 진료하고 있다. 정확한 토크를 부여해야 임플란트 보철물의 합병증 발생도 감소시킬 수 있다는 사실도 알고 있다. 그러나, 실제 임상에서 치과의사들은 사용하고 있는 토크 조절기가 적절하게 기능하고 있는지, 토크 조절기를 어떻게 관리하는지, 토크 조절기를 사용하는 방법은 정확한지에 대한 이해와 교육이 부족하며, 또한 술자가 임플란트 수복 시에 부여하는 토크가 정확한 지 여부에 대한 확인방법도 부족한 것이 현실이다. 임상가가 토크 조절기에 대한 주기적인 교육과 체크를 통하여 실제 임플란트에 적용된 토크 값과 술자가 부여하고자 한 토크 값과 차이를 줄여 나갈 수 있다면, 임상에서 임플란트의 합병증을 감소시킬 수 있을 것이라고 사료된다.

결론

본 연구는 임상가들이 임플란트에 적용하는 토크 값에 영향을 미치는 토크조절기의 정확도와 토크조절기의 사용에 따라 실제 임플란트 나사에 가해지는 토크 값에 나타나는 차이를 비교, 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 진료실에서 임상가가 사용하는 토크조절기 자체의 정확도를 25 Ncm에서 측정한 결과 오차율의 최대값은 18.96%,

최소값은 0.88%였고, 오차율의 평균값은 4.78%였다.

2. 임상가가 임플란트 나사에 부여하고자 한 25 Ncm의 실제 측정된 토크 값 평균은 29.0 Ncm, 표준편차는 8.4 Ncm이었다. 측정된 토크 값 중 최대 토크 값은 63.5 Ncm, 최소 토크 값은 17.2 Ncm이었다.
3. 임상가가 임플란트 나사에 부여하고자 한 30 Ncm의 실제 측정된 토크 값 평균은 34.3 Ncm였고, 표준편차는 9.09 Ncm이었다. 측정된 토크 값 중 최대 토크 값은 94.8 Ncm, 최소 토크 값은 19.0 Ncm이었다.
4. 임플란트 토크조절기에 대한 교육을 받은 실험군과 교육을 받지 않은 실험군 간에 평균 값은 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다.

이상의 결과에서 임상가는 자신이 사용하는 토크조절기에 대한 정확한 사용방법을 숙지하여야 하며 토크조절기가 일정하고 정확한 토크 값을 유지하도록 토크조절기를 유지, 관리하여야 나사의 파절이나 나사의 풀림의 문제를 최소화하는 임상적인 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Jemt T, Pettersson P. A 3-year follow-up study on single implant treatment. J Dent 1993;21:203-8.
2. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY. Clinical complications with implants and implant prostheses. J Prosthet Dent 2003;90:121-32.
3. Binon P. Screw joints, components, and other intimate relationships. J Prosthet Dent 1994;72:625.
4. Cavazos E, Bell FA. Preventing loosening of implant abutment screws. J Prosthet Dent 1996;75:566-9.
5. Jaarda MJ, Razzoog ME, Gratton DG. Effect of preload torque on the ultimate tensile strength of implant prosthetic retaining screws. Implant Dent 1994;3:17-21.
6. Kim DG, Park CJ, Cho LR. Comparison of accuracy of implant torque controllers. J Korean Acad Stomatognathic Func Ocul 2008;24:157-68.
7. Gutierrez J, Nicholls JJ, Libman WJ, Butson TJ. Accuracy of the implant torque wrench following time in clinical service. Int J Prosthodont 1997;10:562-7.
8. Khraisat A, Hashimoto A, Nomura S, Miyakawa O. Effect of lateral cyclic loading on abutment screw loosening of an external hexagon implant system. J Prosthet Dent 2004;91:326-34.
9. Breeding LC, Dixon DL, Nelson EW, Tietge JD. Torque required to loosen single-tooth implant abutment screws before and after simulated function. Int J Prosthodont 1993;6:435-9.
10. Patterson EA, Johns RB. Theoretical analysis of the fatigue life of fixture screws in osseointegrated dental implants. Int J Oral Maxillofac Implants 1992;7:26-33.
11. Weinberg LA, Kruger B. A comparison of implant/prosthesis loading with four clinical variables. Int J Prosthodont 1995;8:421-33.
12. Shin HM, Jeong CM, Jeon YC, Yun MJ, Yoon JH. Influence of tightening torque on implant-abutment screw joint stability. J Korean Acad Prosthodont 2008;46:396-408.

13. Haack JE, Sakaguchi RL, Sun T, Coffey JP. Elongation and pre-load stress in dental implant abutment screws. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:529-36.
14. Tan KB, Nicholls JL. Implant-abutment screw joint preload of 7 hex-top abutment systems. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:367-77.
15. Rangert BR, Sullivan RM, Jemt TM. Load factor control for implants in the posterior partially edentulous segment. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:360-70.
16. Lazzara RJ. Criteria for implant selection: surgical and prosthetic considerations. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1994;6:55-62.
17. McGlumphy EA, Mendel DA, Holloway JA. Implant screw mechanics. *Dent Clin North Am* 1998;42:71-89.
18. Burguete RL, Johns RB, King T, Patterson EA. Tightening characteristics for screwed joints in osseointegrated dental implants. *J Prosthet Dent* 1994;71:592-9.
19. Jörnæus L, Jemt T, Carlsson L. Loads and designs of screw joints for single crowns supported by osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:353-9.
20. Dellenges M, Curtis D. Effects of infection control procedures on the accuracy of a new mechanical torque wrench system for implant restorations. *J Prosthet Dent* 1996;75:93-8.
21. Cehreli MC, Akça K, Tönük E. Accuracy of a manual torque application device for morse-taper implants: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:743-8.
22. Jaarda MJ, Razzoog ME, Gratton DG. Providing optimum torque to implant prostheses: a pilot study. *Implant Dent* 1993;2:50-2.
23. McGlumphy EA, Elfers CL, Mendel DA. A comparison of torsional ductile fracture in implant coronal screws [abstract]. *J Dent Res* 1992;71:114.
24. Choi JH, Yang JH, Cho WP, Lee JB. The influence of abutment screw length and repeated tightening on screw loosening in dental implant. *J Korean Acad Prosthodont* 2006;44:432-42.
25. Jang JK, Kim HJ, Chung Ch. Detorque force and surface change of coated abutment screw after repeated closing and opening. *J Korean Acad Prosthodont* 2008;46:500-10.

A study on accuracy and application of the implant torque controller used in dental clinic

Young-Hun Joo, DDS, Jin-Han Lee*, DDS, PhD

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Wonkwang University, Iksan, Korea

Purpose: This study was to evaluate the accuracy of the implant torque controller used in dental clinics and to investigate whether it was applied appropriately. **Materials and methods:** Fifty dentists who work in dental clinics were enrolled in this study. Dental (implant) practice career, experience frequency of implant screw loosening and fracture, education of implant torque controller application and infection control methods were included in the survey. 25 Ncm and 30 Ncm of the tightening torque applied to the implant screw were measured by 50 clinicians. After measuring the torque value by using the torque controller, the torque mean according to where education about the implant torque controller was received was analyzed with independent t-test at the significance level of 0.05. **Results:** The torque controller used in private dental clinics showed 4.78% error ratio. When 50 dentists applied 25 Ncm to the implant screw was 29.0 ± 8.4 Ncm, and that in 30 Ncm was 34.3 ± 9.1 Ncm. Statistical significance was found between the group that was educated about implant torque application and the group that was not educated. **Conclusion:** During the prosthodontic treatment with implant, there was difference between actual applied torsion force and the amount torque controller indicated. Clinicians have to not only be well-informed about the accurate usage method of the torque controller, but also keep and manage the torque controller so as to maintain continuous and accurate torque values. Through this, it is considered to achieve clinical results to minimize problems of screw loosening or fracture. (*J Korean Acad Prosthodont* 2011;49:197-205)

Key words: Implant torque controller, Screw loosening, Abutment screw

*Corresponding Author: Jin-Han Lee

Department of Prosthodontics, Daejeon Dental Hospital, Wonkwang University, 1268 Dunsan 2-dong, Seo-gu, Daejeon, 302-120, Korea
+82 42 366 1150: e-mail, porte93@wku.ac.kr

Article history

Received February 18, 2011 / Last Revision July 1, 2011 / Accepted July 7, 2011