수종의 임플란트 토크 조절기의 정확성 비교

강릉대학교 치과대학 치과보철학교실 및 구강과학연구소

김대곤·조리라·박찬진

네 종류의 토크 조절기(전자 토크 조절기(Brånemark), 토크 최대값 제한 장치(Pentaborn), 토크 표시 장치(ITI), 콘트라앵글 토크장치(Anthogyr))를 이용하여 나사의 조임 및 풀림 토크값을 측정하여 적정 토크 값과 토크 조절기를 통해 적용되는 실제 토크값에 대한 차를을 측정하여 토크 조절기의 정확도를 비교, 분석하였다. 풀림토크의 평균값 및 최대값과 최소값을 살펴 본 결과 Pentaborn과 같은 토크 최대값 제한 장치의 정확도가 다른 세 종류의 토크 조절기에 비해 우수한 것으로 나타났으며 15회 정도의 조임과 풀림은 큰 영향을 미치지 않지만 그 이상의 조임과 풀림은 정확한 토크 조절에 나쁜 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 그러므로 토크 조절기가 일정하고 정확한 토크값을 반복적으로 유지하는지 확인 및 교정하면서 임상적으로 적용해야 할 것으로 사료된다.

(대한치과턱관절기능교합학회지 2008:24(2):157-168)

서 론

임플란트 보철물을 유지하기 위해 나사 유지형이나 시멘트 유지형으로 설계할 수 있다. 나사 유지형 보철물은 임상가에 의해 쉽게 착탈이 가능하고 악간 공간이 제한된 곳에서도 제작이 가능하며 보철물의 수리가 용이하다는 장점이 있으나 교합면에 나사 구멍이 위치하여 교합점 설계가 어렵고 임플란트의 장축 방향으로의 하중 부여가 어려우며 비심미적이고 나사 풀림이 발생하는 등의 단점이 있다.[1] 시멘트 유지형 보철물은 교합 안정성이 우수하고 임플란트의 장축에 대한 하중 부여가 용이하며 제작 과정이 비교적 쉽고 심미적인 장점이 있으나 악간 공간이 부족한 곳에서는 적용에 제한이 따르고 보철물 접착 후 치은 연하의 시멘트 제거가 어려우며 보철물의 수리가 어려운 단점이 있다.

나사 유지형이든 시멘트 유지형이든 모든 임플란트 시스템은 나사를 사용하여 임플란트 고정체와 상부 구조물을 연결하게 된다. 나사를 사용함으로써 쉽게 보철물을 제거할 수 있고 하중에 대한 완압(stress breaker)이 가능하다는 장점이 있지만, 나사의 풀림과 파절 및 나사산의 마모를 비롯한 문제점이 생길 가능성이 있다.

나사 풀림의 빈도에 관한 문헌을 고찰해 보면, 1991년 Jemt 등[2]은 임플란트를 장착한 후 1년 동안 금 유지 나사의 26%, 지대주 나사의 43%에서 나사풀림이 관찰되었음을 보고하였으나 이후 지대주 나사의 재질이 개선되고 토크 조절기를 사용하면서 나사풀림의 빈도는 현저히 낮아지게 되었다. 1999년 Priest[3]는 임플란트 장착 후 10년 동안 7.1%에서 나사 풀림을 관찰하였으며, 2008년 Jung 등[4]은 임플란트를 장착한 후 5년 동안 유지 나사 및 지대주 나사의 12.7%에서 나사풀

교신저자 : 박찬진
210-702, 강원도 강릉시 강릉대학로 1번지, 강릉대학교 치과대학
E-mail : doctorcj@kangnung.ac.kr
원고접수일 : 2008년 1월 25일, 원고수정일 : 2008년 3월 10일, 원고채택일 : 2008년 6월 25일

림이 관찰되었음을 보고하였다.

나사 풀림과 파절의 원인으로는 기계적인 공차,[5] 나사의 재료,[6,7] 금속의 피로저항,[8] 기능시의 미세운동, 장축을 벗어난 교합력,[9,10] 적용된 토크와 전하중,[11] 치조골의 탄성도 및 정착효과(settling effect)[12] 등과 관련이 있는 것으로 관찰되었다. 정착효과란 마주보는 두 면 사이의 미세 거칠기 차이로 인해 거친 표면에 의한 마모가 이루어지면서 두 면이 더 가까워지는 현상을 말한다.[12,13]

나사 풀림은 두 단계로 일어나게 되는데, 일차적으로 나사 결합부위에 저작력과 같은 외력이 가해져 나사의 전하중과 신장력 감소를 유발하여 나사산 사이의 미끄러짐을 일으키게 되며, 이차적으로 전하중이 임계치 이하로 감소하게 되고 외력 및 진동에 의해 나사산의 회전이 일어나 결과적으로 나사 풀림이 발생하게 된다.[14] 이러한 나사 풀림은 나사 파절, 보철물 파절, 골유착 상실 및 임플란트 매식체의 파절을 야기할 수 있는데 나사 풀림은 부적절한 임플란트의 위치, 교합관계, 치관 외형, 과도한 교합력 및 불충분한 조임 토크, 임플란트와 지대주 사이의 부적합 등의 외부적인 요인과 나사 자체의 장력 감소에 의한 전하중 상실과 같은 내부적 요인에 의해 나타날 수 있다.[15,16]

Jörnéus 등[17]은 나사 풀림의 가장 주요한 요소가 부적절한 조임력이라고 보고하였다. 나사 조임력이 적정 조임력보다 낮으면 나사 풀림이 일어날 수 있고, 적정 조임력보다 높으면 나사 파절이 유발될 수 있다. 나사를 손으로 조이는 경우에는 불충분한 회전력을 가하게 되어 전하중이 적정 수준 이하가 되므로 적절한 조임 토크로 조여진 경우에 비해 나사 풀림이 더 쉽게 유발될 수 있다. Jaarda 등[18]은 나사풀림의 가장 근본적인 원인이 부적절하게 적용된 토크와 전하중의 상실이라고 하면서, 임상에서 단지 손으로만 지대주 나사를 잠그면 15%에서 48%까지 오차가 발생하므로 제조사에서 권장하는 적절한 토크를 적용하기 위해서는 기계적인 토크 조절기를 사용할 것을 권유하였다.[19] Goheen과 Binon[20,21]은 손으로 잡아서 사용하는 토크 조절기는 일반적으로 20Ncm보다 더 큰 토크값을 만들 수 없다고 하였으며, Delinges 등[22]은 남, 녀 간에 적용된 토크값에 차이가 있음이 관찰되어 기계적인 토크 조절기 사용의 중요성을 강조하였다.

나사 풀림을 방지하는 방법으로는 지대주 상의 나사의 길이, 나사산과 골의 모양, 나사산의 위치 및 개수 등을 변형하거나 나사표면의 거칠기에 변화를 주는 방법이 있다.[23] 또한 보철물의 수동적인 적합도를 높이거나 임플란트의 수를 증가시키는 방법, 교합간섭을 제거하고 교합면 면적을 축소시키는 방법, 인접치와의 접촉면을 늘리는 방법 등이 있으나 무엇보다 토크 조절기를 이용하여 제조사에서 권장하는 토크로 조여주는 방법을 이용해야 한다. [24]

적절한 토크 적용을 위해 임플란트 제조회사에서는 여러 종류의 토크 조절기를 개발하였다. 기계적인 토크 발생장치를 이용하여 적정 회전력을 가하는 전자 토크 조절기(electronic torque controller)와 일정 토크 수준이 넘으면 핸들의 앞부위가 꺾어지도록 만들어진 토크 최대값 제한장치(torque limiting device), 눈금자가 표시되어 있어 조임력의 크기를 조절할 수 있는 토크 표시장치(torque indicating device), 콘트라앵글 핸드피스 형태에 조임력의 크기를 조절하거나 이미 정해진 조절기를 끼워서 사용하는 콘트라앵글 토크 조절장치 (contraangle torque device) 등 다양한 방식의 토크 조절기가 사용되고 있다.

하지만, 여러 연구결과에 의하면 토크 조절기에 의해 실제 적용된 값과 제조회사에서 권장하는 적정 토크값에는 다양한 차이가 있다고 한다.[25] Gutierrez 등[26]은 토크 조절기의 사용 기간에 따라 17.0%~58.6%의 오차율을 보고하였고, Standlee 등[27,28]은 Nobel Biocare 토크 조절기가 8.0%~41.0%, ITI와 DynaTorq ITL 토크 조절기는 10% 내의 오차율을 보인다고 하였으며, Dellinges 등[29]은 DynaTorq ITL 토크 조절기가 적정 토크에 신뢰할만한 결과를 보인다고 하였다.

현재 임상적으로 여러 형태의 토크 조절기가 사용되고 있고, 토크 조절기에 따라 오차율이 다양하게 보고되고 있어 본 연구에서는 네 종류의 토크 조절기를 이용하여 나사의 조임 및 풀림 토크값을 측정하여 제조사가 권장하는 적정 토크값과 토크 조절기를 통해 적용되는 실제 토크값에 대한 차이값을 측정하여 토크 조절기의 정확도를 비교, 분석하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구 재료

(1) 임플란트 고정체 (Implant fixture) (Fig. 1)

임플란트 고정체는 Pentaborn(Mediscitec, Incheon, Korea) 임플란트 직경 4.0mm, 길이 12.0mm의 고정체 20개를 이용하였다.

(2) 임플란트 지대주 (Implant abutment) (Fig. 2)

Pentaborn(Mediscitec, Incheon, Korea) 직경 4.5mm, 치은 높이 3.0mm인 나사 유지형 지대주 (Screw abutment) 20개를 사용하였다.

(3) 토크 조절기 (Fig. 3)

임플란트 고정체와 지대주를 나사에 의해 연결할 때 제조회사에서 지시한 토크를 가할 수 있는 한 종류의 전자식 토크 조절기와 세 종류의 수동 토크 조절기를 이용하였다.

① 전자 토크 조절기 (Brånemark system DEA020 Torque Controller, Nobel Biocare AB, Göteborg, Sweden)
② 토크 최대값 제한 장치 (Pentaborn, Mediscitec, Incheon, Korea)
③ 토크 표시 장치 (Straumann, Basel, Swiss)
④ 콘트라앵글 토크 장치 (Torq Control Ref. 15000, Anthogyr, Sallanches, France)

2. 연구 방법

(1) 시편의 제작

1) 임플란트 고정

동일한 형태의 레진블록 제작을 위해 실리콘 인상재(EXAFINE PUTTY TYPE, GC Corporation., Tokyo, Japan)를 이용하여 주형을 제작하였다. 임플란트는 치과용 서베이어를 이용하여 지면에 수직이 되도록 PMMA 자가중합형 레진(Ortho-jet. Lang Dental Manufacturing Co., Inc. Wheeling, U.S.A.)을 이용하여 임플란트 고정체의 나사산이 잠기도록 고정하였다 (Fig. 4).

레진블록은 20mm×20mm×20mm의 정육면체가 되도록 다이아몬드 날을 가진 절단기 및 연마기 (Exakt-Cutting Grinding System Apparatebbau,



Fig. 1. Implant fixture.



Fig. 2. Implant abutment.



(* Brånemark: Nobel Biocare Electronic torque controller)

Fig. 3. Torque generating devices.



Fig. 4. Resin block specimen.

Norderstedt, Germany)와 600, 800, 1000번 사포를 이용하여 절삭과 연마 후 초음파 세척기에 넣어 1분간 적용하고 세척하였다.

2) 레진블록의 고정

각 고정체에 지대주를 반복적으로 장착 및 탈착하기 위해 시편을 맞춤 제작 장치(Fig. 6)를 이용하여 지면과 평행하게 장착시켰다.

(2) 임플란트와 지대주의 연결

각각의 지대주를 임플란트 고정체에 체결하였다. 한 종류의 전자식 토크 조절기와 세 종류의 수동 토크 조절기를 이용하여 임플란트에 각각의 지대주를 20Ncm의 힘으로 고정하였다 (Fig. 3).

(3) 지대주 나사의 조임과 풀림의 반복 및 각각의 풀림 토크값 측정 (Fig. 5, 6, 7)

4종류의 토크 조절기를 이용하여 조여진 지대주를 맞춤 제작 장치와 토크 측정기(MGT12, Mark-10 Inc., New York, USA)를 이용하여 풀림 토크값을 측정하였다. 지대주 나사를 조이고 난 후 풀기까지 10초의 시간 간격을 두고, 각각의 시편마다 지대주 나사의 조임과 풀림을 총 30회씩 반복하며 풀림 토크값을 측정하였다. 각각의 토크 조절기마다 임플란트 시편을 5개씩 준비하여 지대주 나사의 조임 및 풀림 과정을 반복하였다.



Fig. 5. Digital torque gauge.



Fig. 6. Specimen-holding apparatus.

3. 통계 분석

각각의 토크 조절기에 따른 풀림 토크값을 비교하기 위해서 SPSS 14.0K for Windows를 사용하였다. 각 토크조절기별, 측정 횟수별, 시편 간 유의성 및 각 그룹 내에서의 측정 횟수별 유의성을 검정하기 위하여 반복측정이 있는 분산분석(Repeated Measured ANOVA)을 이용하여 95% 유의수준에서 검증하였다. 실험 군 간의 차이는 Tukey test를 이용하여 사후분석 하였다.

결 과

제조회사에 따른 토크 조절기의 풀림 토크값은 Table Ⅰ, Ⅱ와 같다. 각 제조회사별 풀림 토크 평균값을 기준 조임값(20Ncm)과 비교하여 보면 Brånemark이 9.5%, Pentaborn이 2.6%, ITI가 7.1%, Anthogyr가 9.6%의 오차율을 보였고 평균값만으로 비교하여 볼 때, Pentaborn이 가장 낮은 오차율을 보였고 Anthogyr가 가장 높은 오차율을 보

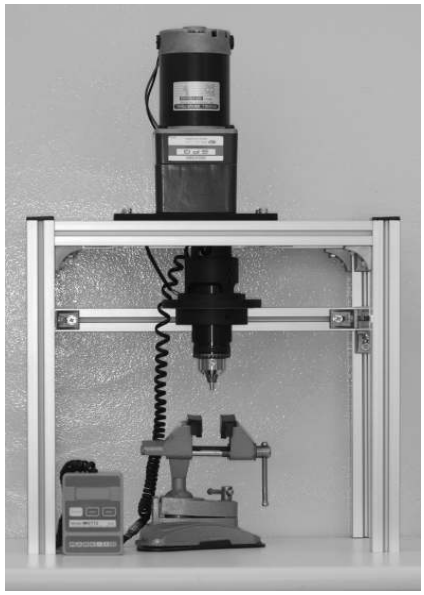


Fig. 7. Custom made Torque gauge.

였다. 측정 최대값은 Brånemark이 17.0%, Pentaborn이 23.0%, ITI가 5.0%, Anthogyr가 12.5%의 오차율을 보였고, 측정 최소값은 Brånemark이 24.0%, Pentaborn이 14.5%, ITI가 15.0%, Anthogyr가 25.0%의 오차율을 나타내었다. 측정 최대값에서는 ITI가 가장 낮은 오차율을 보였고 Pentaborn이 가장 높은 오차율을 보였으며, 측정 최소값에서는 Pentaborn이 가장 낮은 오차율을 보였고 Anthogyr가 가장 높은 오차율을 보였다.

반복측정이 있는 분산분석의 개체-내 효과 검정 결과 반복 횟수에 따라 측정값에 차이가 있고, 반복 횟수와 토크 조절기에 따라 측정값에 차이가 있는 것으로 나타났으며, 개체-간 효과 검정 결과 토크 조절기에 따라 측정값에 차이가 있는 것으로 보였다 (Table Ⅲ, Ⅳ).

Tukey test로 비교한 관측 평균의 사후분석 다중비교 결과를 보면 ITI, Brånemark, Anthogyr 토크 조절기 간에는 통계적으로 유의한 정확도의 차이가 관찰되지 않았으나 Pentaborn 토크 조절기는 다른 세 종류의 토크 조절기와 통계적으로 유의한 정확도의 차이가 있는 것으로 나타났다 (Table Ⅴ). Pentaborn 토크 조절기가 기준값과 비교 시 가장 우수한 결과를 보였고, ITI, Brånemark, Anthogyr 토크 조절기 순으로 기준값에 근접한 결과를 보인 것으로 나타났다.

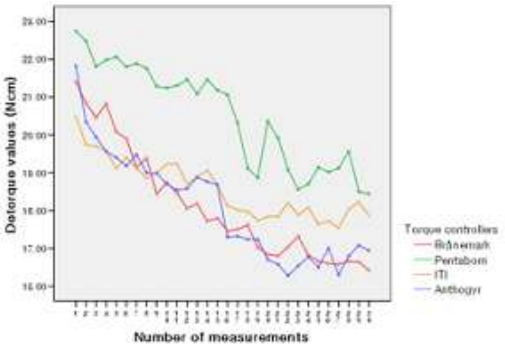


Fig. 8. Changes of detorque values

Table Ⅰ. Detorque values (Mean±SD Ncm)

	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5
Brånemark	19.13±1.41	17.44±1.82	17.70±2.13	17.86±1.37	18.44±1.47
Pentaborn	19.87±1.42	20.05±1.14	20.47±1.72	21.50±1.88	20.66±1.59
ITI	18.51±0.78	17.74±0.66	19.02±1.24	18.79±0.79	18.86±0.94
Anthogyr	18.16±1.37	18.48±1.36	16.91±1.90	18.24±1.50	18.61±1.51

Table Ⅱ. Mean, maximum and minimum detorque values (Ncm)

	Mean(Error rate)	Max(Error rate)	Min(Error rate)
Brånemark	18.11(9.5%)	23.40(17.0%)	15.20(24.0%)
Pentaborn	20.51(2.6%)	24.60(23.0%)	17.10(14.5%)
ITI	18.58(7.1%)	21.00(5.0%)	17.00(15.0%)
Anthogyr	18.08(9.6%)	22.50(12.5%)	15.00(25.0%)

Table Ⅲ. Tests of Within-Subjects Effects

	Source	TypeⅢ Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Number of measurements	Sphericity Assumed	860.222	29	29.663	54.910	.000
	Greenhouse-Geisser	860.222	6.622	129.898	54.910	.000
	Huynh-Feldt	860.222	13.910	61.841	54.910	.000
	Lower-bound	860.222	1.000	860.222	54.910	.000
Number of measurements	Sphericity Assumed	111.785	87	1.285	2.379	.000
* Torque controllers	Greenhouse-Geisser	111.785	19.867	5.627	2.379	.002
	Huynh-Feldt	111.785	41.731	2.679	2.379	.000
	Lower-bound	111.785	3.000	37.262	2.379	.108
Error	Sphericity Assumed	250.656	464	.540		
(Number of measurements)	Greenhouse-Geisser	250.656	105.957	2.366		
	Huynh-Feldt	250.656	222.564	1.126		
	Lower-bound	250.656	16.000	15.666		

Table Ⅳ. Tests of Between-Subjects Effects

Source	TypeⅢ Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Sample	212549.3	1	212549.3	17890.190	.000
Torque controllers	592.938	3	197.646	16.636	.000
Error	190.092	16	11.881		

Table Ⅴ. Post Hoc Multiple Comparisons

	Torque controllers	N	Groups	
			1	2
Tukey HSD[a,b,c]	Pentaborn	5	20.5087	
	ITI	5		18.5827
	Brånemark	5		18.1133
	Anthogyr	5		18.0813
	Sig.		1.000	.600

반복 횟수마다 시편의 평균값을 구하여 토크 조절기에 따른 측정값의 변화를 그래프로 나타내 보면 전체적으로 측정 초기에는 기준값보다 높은 풀림 토크값이 관찰되었고, Pentaborn과 ITI 토크 조절기는 약 15회 정도까지 일정한 수준의 풀림 토크값을 유지하였으며, 모든 토크 조절기에서 약 15회에서 20회 사이에는 급격한 풀림 토크값의 감소가 나타났으며, 전반적으로 반복 횟수가 증가할수록 풀림 토크값은 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 8).

총괄 및 고안

여러 연구 결과 토크 조절기에 의해 실제 적용된 값과 제조사에서 권장하는 적정 토크값에는 상당한 차이가 있음이 보고되었다. Standlee 등[27,28]은 6개의 Nobel Biocare 토크조절기와 5개의 ITI 토크조절기, 6개의 DynaTorq ITL 토크 조절기를 이용하여 각각 10회씩 반복 측정을 시행한 결과 Nobel Biocare 토크조절기는 8.0%~41.0%의 가장 큰 오차율을 보였고, ITI 토크조절기와 DynaTorq ITL 토크 조절기는 적정 값의 10% 내에서 오차가 발생하였음을 보고하였다. Dellinges 등[19,22]은 DynaTorq ITL 토크 조절기가 소독 전에는 통계적으로 신뢰할 만한 낮은 오차율을 보였고, 소독 후에는 전반적으로 오차율이 증가하는 경향이 있었으나 10Ncm를 제외하고는 전체적으로 소독 전, 후에 오차율이 통계적으로 큰 차이가 없는 것을 보고하였다. 또한 토크 발생장치의 사용 빈도와 장치에 들어간 이물질 및 스프링 부식 등에 의해 부정확하고 부적절한 토크가 발생할 수 있다고 하였다.

본 실험 결과 기준값(20Ncm)과 제조회사에 따른 토크 조절기의 풀림 토크값의 오차율만을 살펴보면, Pentaborn이 가장 낮은 오차율을 보였고 Anthogyr가 가장 높은 오차율을 보였다. 측정 최대값에서는 ITI가 가장 낮은 오차율을 보였고 Pentaborn이 가장 높은 오차율을 보였으며, 최소값에서는 Pentaborn이 가장 낮은 오차율을 보였고 Anthogyr가 가장 높은 오차율을 보였다. 토크 조절기는 구강 내에서 반복 사용되더라도 평균적으로 적정 토크값을 유지해야 하므로 위의 결과만을 종합해 본다면 Pentaborn과 같은 토크 최대값 제한 장치의 정확도가 다른 세 종류의 토크 조절기에 비해 우수한 것으로 생각할 수 있다.

그리고 반복 측정에 따른 토크 조절기의 풀림 토크값을 비교 분석해보면, Pentaborn 토크 조절기가 30회의 반복 측정 후에도 기준값에 가장 근접한 결과를 보였고, ITI, Brånemark, Anthogyr 순으로 기준값에 근접한 결과를 나타내었으나 ITI, Brånemark, Anthogyr 토크 조절기 간에는 통계적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

또한 토크 조절기의 형태에 따른 정확도를 비교해보면 Pentaborn의 토크 최대값 제한 장치가 다른 토크 조절기에 비해 우수한 결과를 보였다. 토크 최대값 제한 장치는 일정 토크값을 정해 놓고 그 이상의 힘이 가해질 경우에는 손잡이 부위가 꺽이면서 더 이상의 힘을 가할 수가 없기 때문에 토크 조절기 내부의 스프링 노화나 부식, 마모가 없다면 일정한 토크값을 안정적으로 적용할 수 있을 것으로 생각된다. 토크 표시 장치는 당겨서 토크를 조절하는 방식으로 사용기간이나 스프링의 노후여부에도 영향을 받을 수 있지만 무엇보다도 술자에 따른 힘의 크기와 적용속도에 따라 가해지는 토크양의 정확도에 차이가 있을 것으로 생각할 수 있다. 콘트라앵글 토크장치는 손잡이 부분을 회전시킬 때 지대주에 연결되는 부위의 움직임에 의해 약간의 충격과 유격이 발생하면서 오차가 발생할 수 있는 것으로 관찰되었다. 전자식 토크 조절기가 가장 일정한 풀림토크값을 나타낼 것으로 예측하였으나 예상과는 달리 정확도가 우수하지 않았던 이유로는 수동 토크 조절기는 35Ncm 범위 내의 토크만을 가하지만 전자식 토크 조절기의 하중 적용 범위는 더 크기 때문인 것으로 추측할 수 있다.

반복 횟수 마다 시편의 평균값을 구하여 토크 조절기에 따른 측정값의 변화를 그래프로 나타내 보면 전체적으로 측정 초기에는 기준값보다

높은 풀림 토크값이 관찰되었다. 측정 초기에 기준값보다 높은 풀림 토크값이 나타나는 이유는 정착 효과로 인해 전하중의 증가가 일어났기 때문이다. 또한 본 실험에 사용된 임플란트-지대주 연결 방식은 내부 연결 방식으로 외부 연결 방식이 나사만으로 유지가 되는 것에 비해서 내부 연결 방식은 나사로 접촉되는 부분뿐만 아니라 원뿔형태의 내면 접촉이 긴 벽의 형태로 견고하게 이루어지기 때문에 풀림 토크값이 보다 더 크게 나타난 것으로 생각된다.

본 실험에서 Pentaborn과 ITI 토크 조절기는 약 15회 정도까지 일정한 수준의 풀림 토크값을 유지하였으며, 모든 토크 조절기에서 약 15회에서 20회 사이에는 급격한 풀림 토크값의 감소가 나타났으며, 전반적으로 반복 횟수가 증가할수록 풀림 토크값은 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 사용기간에 따른 토크 조절기의 정확성이 떨어진다고 한 선학들의 연구와 일치하는데, Gutierrez 등[26]은 DynaTorq ITL 토크 조절기, Steri-Oss 토크 조절기, Lifecore 토크 조절기, Dentsply 토크 조절기 등 총 4종류, 35개의 토크 조절기를 1개월에서 42개월 간 사용한 것을 비교하였는데 평균 17%에서 58.6% 범위 내에서 오차가 생기는 것을 관찰하였고, 토크 조절기 간에 그리고 사용기간과 소독 횟수에 따라서는 유의한 상관관계가 관찰되지 않았으나 소독과정에 따른 토크 조절기 내의 스프링의 부식이나, 스프링의 노화나 마모가 발생할 경우에는 최대 455.0%의 오차가 생길 수 있는 것으로 보고하였다. 또한 사용횟수에 따른 토크 조절기의 정확성을 비교한 다른 문헌에 의하면, Çehreli 등[29]은 15개의 ITI 토크 조절기를 한 번도 사용하지 않은 것, 50회에서 200회 사용한 것, 500회에서 1000회 사용한 것에 따른 정확도를 측정한 결과, 사용횟수가 증가하더라도 정확도는 거의 일정하게 유지되었으나 사용횟수가 증가할수록 전반적으로 측정값이 낮아지는 경향을 보이는 것을 관찰하였다.

Pentaborn과 ITI 토크 조절기는 기준값에서 차이는 있었으나 약 15회 정도까지 일정한 수준의 풀림 토크값을 유지하였는데, 토크 조절기는 반복 사용되더라도 일정 수준의 풀림 토크값을 유지하는 것이 중요하다는 측면에서, 주기적인 체크를 통해 기준값과 실제 적용되는 토크값과의 차이를 줄여준다면 이 두 종류의 토크 조절기가 임상적으로 우수한 결과를 보일 수 있다고 사료된다.

모든 토크 조절기에서 약 15회에서 20회 사이에 급격한 풀림 토크값의 감소가 나타났는데 초기 1년을 제외하면 년간 1-2회의 토크를 적용하게 됨을 감안하여 구강 내에 지대주 나사를 적용할 때 가능하다면 15회 이내로 지대주 나사의 조임과 풀림을 반복하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 반복적인 지대주 나사의 조임 횟수 증가에 따라 풀림 토크값이 전반적으로 감소하는 경향을 나타내는 이유는 나사의 조임과 풀림이 반복될수록 마주보는 구성 요소간의 마찰로 인한 마모가 마찰계수를 감소시켜 전하중의 감소를 유발하기 때문인 것으로 생각된다.[30]

본 연구는 구강 내 환경이 아닌 실험실 모형을 통해 측정을 했기 때문에 실제 측정값과는 차이가 있을 것이며, 이번 실험에 사용한 토크 조절기는 임상에서 단기간 사용하던 것으로 각각의 토크 조절기마다 구체적으로 사용기간과 사용횟수가 분명하지 않으므로 실험의 정확성에 오차가 나타날 수 있어 좀 더 정확한 결과를 얻기 위해서는 각각의 토크 조절기를 사용 빈도나 사용기간에 따라 나눈 뒤 추가적인 실험을 시행한다면 좀 더 객관적인 비교를 할 수 있을 것이다. 또한 이번 연구에서는 하나의 측정 기준값에 대해 5개의 시편 표본 수와 30회의 반복 측정 횟수로 한정지어 실험을 하였는데, 각각의 임플란트 시스템에 따른 좀 더 다양한 측정 기준값과 많은 수의 표본 및 반복측정 횟수를 가진 연구가 더욱 필요하리라 사료된다.

결 론

임상에서 사용되고 있는 4개 제조회사의 토크 조절기가 얼마나 일정하고 정확한 조임력을 발휘하는지 알아보고, 각각의 장치들이 통계적으로 유의한 차이가 있는지를 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 각각의 토크 조절기에서 측정된 평균값 및 최대값과 최소값을 살펴 본 결과 Pentaborn 토크 조절기의 정확도가 다른 세 종류의 토크 조절기에 비해 가장 우수한 것으로 나타났다.
2. 반복 횟수에 따른 토크 조절기의 측정값을 비교 분석해보면, Pentaborn 토크 조절기가 기준값에 가장 근접한 결과를 보였고, ITI, Brånemark, Anthogyr 순으로 기준값에 근접한 결과를 보였으나 ITI, Brånemark, Anthogyr 토크 조절기 간에는 통계적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았다.
3. 토크 조절기의 형태에 따른 정확도를 비교해 보면, Pentaborn과 같은 토크 최대값 제한 장치가 가장 좋은 결과를 보였으나 Brånemark의 전자 토크 조절기와 ITI의 토크 표시 장치, Anthogyr 같은 콘트라앵글 토크장치 간에는 정확도에 있어 통계적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았다.

이번 실험의 결과에 의하면 다양한 토크 조절기에 의해 실제 적용되는 조임력은 차이가 있었었다. 이는 토크 조절기로 정확한 조임력을 적용하기 어렵다는 것을 의미하므로 임상가는 자신이 사용하는 토크 조절기가 일정하고 정확한 토크값을 반복적으로 유지하는지 정기적으로 검사하고 교정하면서 임상적으로 적용해야 할 것으로 사료된다.

연구비 지원 및 사의

이 논문은 (주)메디사이텍의 임플란트 지원을 일부 받았음

참 고 문 헌

1. Misch CE. Contemporary Implant Dentistry.
2. Jemt T. Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Brånemark implants in edentulous jaws: a study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual checkup. Int J Oral Maxillofac Implants 1991;6(3):270-6.
3. Priest G. Single-tooth implants and their role in preserving remaining teeth: a 10-year survival study. Int J Oral Maxillofac Implants 1999;14(2):181-8.
4. 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.
5. 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(4):326-34.
6. 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(5):435-9.
7. Jaarda MJ, Razzoog ME, Gratton DG. Comparison of "look-alike" implant prosthetic retaining screws. J Prosthodont 1995;4(1):23-7.
8. Patterson EA, Johns RB. Theoretical analysis of the fatigue life of fixture screws in osseointegrated dental implants. Int J Oral Maxillofac Implants 1992 ;7(1):26-33.
9. Weinberg LA, Kruger B. A comparison of implant/prosthesis loading with four clinical variables. Int J Prosthodont 1995;8(5):421-33.
10. Rangert B, Jemt T, Jörneus L. Forces and moments on Branemark implants. Int J Oral Maxillofac Implants 1989;4(3):241-7.
11. Jaarda MJ, Razzoog ME, Gratton DG. Effect of preload torque on the ultimate tensile strength of implant prosthetic retaining screws. Implant Dent 1994 ;3(1):17-21.
12. Haack JE, Sakaguchi RL, Sun T, Coffey JP.

Elongation and preload stress in dental implant abutment screws. Int J Oral Maxillofac Implants 1995;10(5):529-36.
13. Winkler S, Ring K, Ring JD, Boberick KG. Implant screw mechanics and the settling effect: overview. J Oral Implantol 2003;29(5):242-5.
14. Bickford JH. An introduction to the design and behavior of bolted joints. Marcel Dekker, New York 1995;515-64.
15. Binon PP. The external hexagonal interface and screw-joint stability: A primer on threaded fasteners in implant dentistry. Quint Dent Tech 2000;23: 91-104.
16. McGlumphy EA, Mendel DA, Holloway JA. Implant screw mechanics. Dent Clin North Am 1998;42(1): 71-89.
17. Jörnéus 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(3):353-9.
18. Jaarda MJ, Razzoog ME, Gratton DG. Effect of preload torque on the ultimate tensile strength of implant prosthetic retaining screws. Implant Dent 1994 ;3(1):17-21.
19. Dellinges 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(1):93-8.
20. Goheen KL, Vermilyea SG, Vossoughi J, Agar JR. Torque generated by handheld screwdrivers and mechanical torquing devices for osseointegrated implants. Int J Oral Maxillofac Implants. 1994;9(2): 149-55.
21. Binon PP. Evaluation of the effectiveness of a technique to prevent screw loosening. J Prosthet Dent 1998;79(4):430-2.
22. Dellinges MA, Tebrock OC. A measurement of torque values obtained with hand-held drivers in a simulated clinical setting. J Prosthodont 1993;2(4): 212-4.
23. Martin WC, Woody RD, Miller BH, Miller AW. Implant abutment screw rotations and preloads for four different screw materials and surfaces. J Prosthet Dent 2001;86(1):24-32.
24. Lang LA, May KB, Wang RF. The effect of the use of a counter-torque device on the abutment-implant complex. J Prosthet Dent 1999;81(4):411-7.
25. Mitrani R, Nicholls JI, Phillips KM, Ma T. Accuracy of electronic implant torque controllers following time in clinical service. Int J Oral Maxillofac Implants 2001 ;16(3):394-9.
26. Gutierrez J, Nicholls JI, Libman WJ, Butson TJ. Accuracy of the implant torque wrench following time in clinical service. Int J Prosthodont 1997;10(6):562-7.
27. Standlee JP, Caputo AA, Chwu MY, Sun TT. Accuracy of mechanical torque - limiting devices for implants. Int J Oral Maxillofac Implants 2002;17(2): 220-4.
28. Standlee JP, Caputo AA. Accuracy of an electric torque-limiting device for implants. Int J Oral Maxillofac Implants 1999;14(2):278-81.
29. Çehreli 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(5):743-8.
30. Burguete RL, Johns RB, King T, Patterson EA. Tightening characteristics for screwed joints in osseointegrated dental implants. J Prosthet Dent. 1994 ;71(6):592-9.

Comparison of Accuracy of Implant Torque Controllers

Dae-Gon Kim, Lee-Ra Cho, Chan-Jin Park

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Kangnung National University

Tightening of the screws in implant restorations should be accurate and precise. If applied torque is too low, screw loosening would be occurred. With too high torque, the screw fracture might take place. Various torque generating devices are developed and employed to apply a proper torque. The purpose of this investigation was to determine and compare the accuracy of the torque controllers.

In this study, 4 types of torque controllers were used; electronic torque controller, torque limiting device, torque indicating device and contra angle torque driver. Digital torque gauge was employed to measure the de-torque value. Thirty cycles of tightening and loosening were done with each torque controller.

All implant torque controllers have shown slight errors and deviations. The torque liming device exhibited the most accurate data. No significant difference was found among the mean de-torque values of the electronic torque controller, torque indicating device and contra angle torque driver.

In the limitation of this study, it would be recommended that the implant torque controllers should be checked whether uniformed and precise torque can be generated and a measuring error should be corrected.

Key words : de-torque, torque, torque controllers

Correspondence to: Chan-Jin Park
Department of Prosthodontics and Research Institute of Oral Science.
Kangnung National University, 1 Gangneungdaehangno, Gangneung, Gangwon-do, 210-702, Korea
E-mail :doctorcj@kangnung.ac.kr
Received : January 25, 2008, Last Revision : March 10, 2008, Accepted : June 25, 2008