

Torque produzido por quatro torquímetros diferentes utilizados em próteses sobre implantes. Estudo comparativo

Torque outputs of the four mechanical torque wrench using in implants prosthodontics. Comparative study

Rudys Rodolfo de Jesus TAVAREZ

Anuar Antonio XIBLE

Doutorando do curso de Reabilitação Oral da Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB/USP – Bauru - SP

Wellington Cardoso BONACHELA

Carlos dos Reis Pereira de ARAÚJO

Professor Dr do departamento de prótese da Faculdade de Odontologia de Bauru FOB/USP – Bauru - SP

RESUMO

No presente estudo *in vitro*, avaliou-se a quantidade de torque gerada pelos torquímetros: Nobelpharma de 20 e 32 N/cm (Nobel Biocare / Sweden) (1A e 1B), Torque Driver 3I de 20 e 32 N/cm (Implant Innovations / USA) (2A e 2B), Torque-Lock em 20 30 N/cm (Intra-Lock / USA) (3A e 3B) e Dyna de 20 e 30 N/cm (Dyna Torq / USA) (4A e 4B), em dez parafusos UCLA titânio (3I implants innovations REF UNIH / USA T). Mediu-se a quantidade de torque necessária para o afrouxamento do parafuso após o torque com cada torquímetro, utilizando-se um medidor analógico de torque (TOHNICHI BTG60CN / JAPAN). Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes nos torquímetros 1A e 2A com os torquímetros 3A e 4A. Houve também diferenças estatisticamente significantes entre os torquímetros 1B e 2 B, assim como entre os torquímetros 3B e 4B. Além disso, encontraram-se diferenças no torque produzido e o torque programado nos torquímetros 3A e 3B, e 4A e 4B, concluindo-se que os torquímetros eletrônico Nobelpharma e 3I de 20 e 32 N/cm geram a quantidade de torque para a qual são programados enquanto que os torquímetros Torque Lock e Dyna de 20 e 30 N/cm não geram a quantidade de torque para o qual são programados.

UNITERMOS

Torque; próteses e implantes; biomecânica.

INTRODUÇÃO

Quando se confecciona uma prótese sobre implante osseointegrado, um parafuso de fixação é utilizado com o objetivo de unir os componentes protéticos ao implante. Assim a estabilidade da prótese depende em grande parte da estabilidade do parafuso, pelo que um adequado apertamento que leve a máxima tensão do parafuso deve ser aplicado para a manutenção e integridade do conjunto prótese / implante. Desta forma, diferentes níveis de torques são recomendados aos parafusos para levá-los a uma tensão que evite o afrouxamento dos mesmos.

O afrouxamento do parafuso é uma das causas mais comuns de falhas nas próteses sobre implantes^{1, 6, 10}, sendo que um dos fatores relatados é o torque inadequado levado durante o processo de apertamento. Assim ênfase é dada em se aplicar a

quantidade de torque recomendada pelo fabricante para manter a estabilidade do parafuso e, por conseguinte, a união prótese implante. A literatura mostra uma interação de fatores clínicos que podem causar o afrouxamento dos parafusos e consequentemente uma perda da tensão ou pré-carga^{5, 8}.

A pré-carga é a tensão gerada no parafuso quando é aplicado o torque durante o apertamento, esta mantém as partes do pilar e implante unidas por uma força de apertamento. Durante a pré-carga o parafuso é alongado e as roscas são mantidas em tensão, produzindo uma força friccional de apertamento entre as roscas do parafuso e do implante que traciona a prótese e a mantém unida ao implante^{2, 11}. A pré-carga pode ser perdida devido a cargas funcionais axiais ou não, que provocam redução da fricção entre as roscas do parafuso e do implante. Dentre os mecanismos citados que podem influir neste

processo estão: a compressão da cabeça do parafuso contra o pilar, micromovimento dos pilares, desenho geométrico e a precisão da adaptação na união dos componentes^{1, 2, 5, 12}. Outra causa relacionada à estabilidade do parafuso é a qualidade óssea da área receptora do implante. Existe uma maior deformação do osso maxilar medular do que no mandibular, o que pode levar a um maior estresse na união osso / implante e conseqüentemente a uma possível instabilidade do parafuso¹.

Para evitar perda da pré-carga e reduzir o afrouxamento do parafuso o profissional deve aplicar um torque adequado, sendo a quantidade de torque realizada de acordo com o tipo de pilar, diâmetro do parafuso e o sistema utilizado⁴. Recomendando-se torques de 10, 20, 30 e 32N/cm, nos diferentes tipos de pilares. O torque pode ser aplicado de forma manual ou por dispositivos mecânicos. Estes últimos fabricados em forma de chaves ou catracas e de forma eletrônica, sendo recomendados por oferecerem uma maior consistência e previsibilidade no apertamento em todas as áreas da cavidade bucal¹. Apesar destes dispositivos serem usualmente calibrados pelos fabricantes nos diferentes níveis de torque, pesquisas mostram^{7, 9, 14, 15, 16, 17} haver variações significativas entre os valores de torque para o qual estão programados e o torque que produzem. Assim, este estudo *in vitro* teve como objetivo comparar o torque produzido com o programado por quatro dispositivos mecânicos de aplicação de torque.

MATERIAL E MÉTODOS

Comparou-se a tensão de torque produzida de três torquímetros mecânicos e um eletrônico em diferentes níveis de torque. Os torquímetros: eletrônico Nobelpharma (Nobel Biocare / Goteborg, Sweden), nos níveis de torque de 20 e 32N/cm em baixa velocidade (Torquímetros 1A e 1B), Torque Driver 3i (Implant Innovations / USA) nos torques 20 e 32N/cm (Torquímetros 2A e 2B), Torque Lock (Intra-Lock / USA) nos torques de 20 e 30N/cm (Torquímetros 3A e 3B); e Dyna (Dyna Torq / USA) nos torques de 20 e 30N/cm (Torquímetros 4A e 4B), foram testados (Figuras 1, 2, 3, e 4).

Para os testes incluíram-se dois implantes osseointegrados (3.75 x 13mm, 3i / USA REF. ST313) em posição vertical em blocos de resina acrílica autopolimerizável com o auxílio de uma matriz metálica, para que as medidas fossem sempre realizadas no longo eixo de cada implante. Acoplou-se um pilar UCLA (3i REF UNIHG / USA) a cada implante, e sobre estes fixados os parafusos para os testes de torque. Os torquímetros foram posicionados de forma que a chave colocada na ponta do mesmo ficasse totalmente paralela ao eixo longo do implante. Utilizou-se um dispositivo metálico para fixar os implantes, evitando movimentos no momento de realização dos testes de torque e destorque (Figura 5).



Figura 1 - Torquímetro eletrônico (Nobelpharma / Sweden).



Figura 2 - Torque driver 3i (Implant Innovations / USA).



Figura 3 - Torquímetro Torque-Lock (Intra-Lock / USA).



Figura 4 - Torquímetro Dyna (Dyna torq / USA).



Figura 5 - Implante osseointegrado incluído em bloco de resina acrílica autopolimerizável, fixado em matriz metálica, sendo realizados os testes de toque com os diferentes torquímetros

Utilizaram-se dez parafusos UCLA titânio (*3i REF UNIHT / USA*) na realização dos testes, sendo três medidas em cada parafuso. A primeira medida do torquímetro um foi realizada, seguida pela primeira medida dos torquímetros dois, três, e quatro. Na segunda e terceira medida realizou-se a mesma seqüência. Para cada teste de torque, mediu-se a quantidade de torque necessária para afrouxar o parafuso (destorque). Esta leitura foi obtida com um medidor analógico de torque (TOHNICHI BTG60CN / JAPAN) (Figura 6) ao qual foi fixada uma chave hexagonal (*3i REF. RASH8N / USA*), sendo que para a realização desta leitura o medidor girou em sentido anti-horário até provocar o afrouxamento do parafuso (Figura 7).

RESULTADOS

Os resultados ilustrados nas Tabelas 1 a 3 mostram que, quando testou-se em 20N/cm, o torquímetro 1A apresentou a maior média de destorque ($19,94 \pm 1,19$ N/cm), e o torquímetro 4 A teve a menor média de destorque ($13,85 \pm 1,15$ N/cm). Na análise de

variância encontrou-se diferença estatisticamente significativa nos resultados obtidos dos quatro torquímetros testados. Aplicou-se então o teste Tukey para comparações múltiplas, de forma a se localizar estas diferenças. Este mostrou haver diferença estatisticamente significativa entre os torquímetros 3A e 4A com os torquímetros 1A e 2A. Porém não se encontraram diferenças estatisticamente significantes entre os torquímetros 3A e 4A, e 1A e 2A (Tabela 1).

Ao analisar as médias estatísticas dos resultados obtidos dos torquímetros de 32N/cm encontraram-se nos torquímetros 1B e 2B médias de destorque de $26,67 \pm 1,217$ N/cm e $29,93 \pm 1,39$ N/cm, respectivamente. Quando os resultados foram submetidos a teste t-student, encontraram-se diferenças estatisticamente significantes $p < 0,05$ (Tabela 2). Ao comparar as médias estatísticas dos resultados obtidos dos torquímetros de 30N/cm, encontraram-se médias de $21,33 \pm 0,91$ e $23,77 \pm 0,28$ N/cm para os torquímetros 4B e 3B, respectivamente. Ao submeter os resultados ao teste t-student, encontraram-se diferenças estatisticamente significantes $p < 0,05$ entre eles (Tabela 3).



Figura 6 - Medidor analógico de torque (Tohnichi BTG60CN / JAPAN).

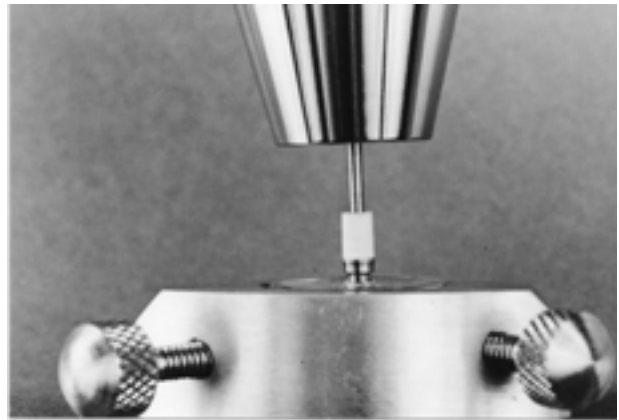


Figura 7 - Método de afrouxamento dos parafusos com o medidor analógico de torque.

Tabela 1 - Teste Tukey dos resultados estatísticos dos torquímetros Nobelpharma_20 (1A), 3i_20 (2A), Torque lock_20 (3A) e Dyna_20 (4A)

TORQUÍMETRO	MEDIA
1A Nobelpharma_20	19,94 ± 1,19
2A 3i_20	18,86 ± 1,01
3A Torq Lock_20	14,67 ± 1,20
4A Dyna_20	13,75 ± 1,15

Torquímetros unidos por traço vertical não possuem diferença estatisticamente significativa entre si ($p > 0,05$).

Tabela 2 - Teste t-student para comparação dos resultados dos torquímetros Nobelpharma_32 (1B) e 3i_32 (2B)

VARIABLE	MEDIA	dp	T	P
1B Nobelpharma_32	26,67	1,22	-5,44984	
2B 3i_32	29,93	1,39		0,000406*

*diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

Tabela 3 - Teste t-student para comparação dos resultados dos torquímetros Torque Lock_30 (3B) e Dyna_30 (4B)

VARIABLE	MÉDIA	dp	T	P
3B Torq Lock_30	23,77	0,28		
4B Dyna_30	21,33	0,91	8,264989	0,000017*

*diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

DISCUSSÃO

A aplicação de um torque ideal nos parafusos que retêm as próteses e os pilares aos implantes tem sido objeto de estudo, desde que é conhecido que existe uma relação direta entre o torque e o afrouxamento dos parafusos. Dessa forma, os fabricantes de sistemas de implantes tentam produzir dispositivos que levem a um torque ideal, e sistemas que permitam a manutenção desse torque pelo maior tempo possível¹³.

A obtenção da máxima resistência ao afrouxamento dos parafusos depende de fatores como coeficiente de fricção, geometria do parafuso e as propriedades do material²; depende também de como e com quais dispositivos essa tensão é aplicada. Dessa forma, encontra-se uma ampla variabilidade quando o torque é aplicado de forma manual^{4, 5, 12, 17}, assim como quando se utilizam dispositivos mecânicos^{9, 16, 17}.

Em nosso estudo, observa-se a existência de diferenças estatisticamente significativas no destorque gerado pelos torquímetros 1A e 2A com os torquímetros 3A e 4A. Em trabalho recente (em publicação) realizado pelos autores*, calculou-se o torque destes parafusos através de medidas de destorque, criando-se uma tabela com valores individuais para cada nível de torque. Baseando-se nesse trabalho, pode-se presumir que quando no torquímetro eletrônico Nobelpharma obteve-se uma média de destorque de 19,94N/cm, estaria produzindo um torque de 21N/cm aproximadamente; o torquímetro 3I que obteve média de 18,86N/cm, estaria produzindo um torque 20N/cm aproximadamente; o torquímetro Torque Lock com uma média de destorque de 14,67, estaria produzindo um torque de 17N/cm aproximadamente, e o torquímetro Dyna que obteve média de 13,75N/cm de destorque estaria produzindo um torque de 16N/cm aproximadamente. Dessa forma, temos que dois destes quatro dispositivos induzem a tensão de torque real para a qual foram programados.

Utilizando-se a mesma tabela para comparação pode-se sugerir que o torquímetro 2B (29,93N/cm)

produziu um torque de 33N/cm aproximadamente, e o torquímetro 1B (26,67N/cm), produziu um torque de 29N/cm aproximadamente. No caso dos torquímetros 3B e 4B (23,77 e 21,33N/cm), produziram um torque de 26 e 24 N/cm aproximadamente. Dessa forma, é possível observar que destes quatro torquímetros, os últimos dois produzem um torque menor para o qual foram programados.

A literatura também mostra uma variabilidade no torque gerado por diferentes dispositivos, sejam estes eletrônicos ou manuais, dessa forma, encontra-se trabalhos como o de Tan; Nicholls¹⁶, que compararam vários dispositivos de torque eletrônicos e manuais quando programados para um torque de 10N/cm; encontrando uma variabilidade significativa na tensão de torque produzida por cada um deles. Mitrani et al.⁹ compararam vários torquímetros eletrônicos Nobelpharma, encontrando valores de 20,8 e 27,8N/cm para testes de torque de baixa velocidade de 20 e 32N/cm respectivamente, nosso trabalho encontrou valores de 21 e 29N/cm aproximadamente. Standlee; Caputo¹⁴, também compararam torquímetros eletrônicos nobelpharma em 20, e 32 N/cm em baixa velocidade encontrando variações entre 8% e 41% no torque gerado, também encontraram variações de 10% no torque gerado pelo torquímetro Dyna¹⁵, sendo que nosso trabalho encontrou uma maior consistência nos valores de torque produzidos, sendo que sempre o torque gerado foi inferior ao torque para o qual é programado. Goheen et al³ encontraram valores de 20,7 e 28, 5 N/cm no torquímetro nobelpharma quando programados em 20 e 32 N/cm, da mesma forma encontraram valores de 20,2N/cm quando avaliaram o torquímetro 3i quando programado para aplicar 20N/cm; resultados estes próximos aos encontrados em nosso trabalho.

Como visto a variabilidade nos diferentes dispositivos de aplicação de torque sugere que o torque que está sendo aplicado nos diferentes parafusos pode ser diferente do torque recomendado, o que pode ser uma das causas da frequência no afrouxamento ou fratura dos parafusos quando estão em funcionamento clínico, pelo que dispositivos adequadamente calibrados devem ser utilizados.

* Torque e destorque em 4 diferentes parafusos utilizados em próteses sobre implantes (Trabalho enviado para publicação a revista Pesquisa Odontológica Brasileira, outubro 2002)

CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos e dentro da metodologia empregada nesta pesquisa, podemos concluir que:

- a. Os torquímetros eletrônico Nobelpharma e 3i de 20 e 32 N/cm geram a quantidade de torque para o qual são programados.
- b. Os torquímetros Torque Lock e Dyna torque

de 20 e 30N/cm, não geram a quantidade de torque para o quais são programados.

AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP) pelo fornecimento dos recursos para realização desta pesquisa (Processo FAPESP # 00/12970-4).

ABSTRACT

The present study evaluated "In vitro" the torque outputs of the 4 mechanical torque wrenches: nobelpharma 20 and 32 N/cm (Nobel Biocare / Sweden) (1A and 1B), torque driver 3i 20 and 32 N/cm (Implant innovations / USA) (2A and 2 B), Torque-Lock 20 and 30 N/cm (Intra-lock / USA) (3A and 3B), and Dyna 20 and 30 N/cm (Dyna torq / USA) (4A and 4B). Ten UCLA titanium screws (3i implants innovations REF UNIH / USA) was use. An analogy torque gauge (TOHNICHI BTG60CN / JAPAN) was used to measure the torque necessary to loosening the screw (detorque) in each torque outputs of the torque wrenches. Results showed statistically significant differences in the 1A and 2A, with 3A and 4A torque wrench, but no statistically significant differences in 1A, 2A, and 3A, 4A torque wrench. Statistically significant differences in 1B, 2B, and 3B, 4B torque wrench. In conclusion the Nobelpharma and 3i 20 and 32 N/cm torque wrench, outputs the program torque and the Torque Lock and Dyna torque 20 and 30 N/cm no outputs the program torque.

UNITERMS

Torque; prosthesis and implants; biomechanics.

REFERÊNCIAS

1. Binon P, Shutter F, Beaty K, Brunski J, Gulbransen H, Weiner R. The role of screws in implant system. *Int J Maxilof Implants* 1994; 9 (sp. issue):48-63.
2. Burguete R, Johns R, King T, Patterson E. Tightening characteristics for screwed joints in osseointegrated dental implants. *J Prosthet Dent* 1994; 71:592-9.
3. Goheen K, Vermilyea S, Vossoughi J, Agar J. Torque generated by handheld screwdrivers and mechanical torquing devices for osseointegrated implants. *Int J Maxilof Implants* 1994; 9:149-55.
4. Gross M, Kozak D, Laufer B, Weiss E. Manual closing torque in five implant abutment system: An in vitro comparative study. *J Prosthet Dent* 1999; 81:574-8.
5. Haack J, Sakaguchi R, Sun T, Coffey J. Elongation and preload stress in dental implant abutment screws. *Int J Maxilof Implants* 1995; 10:529-36.
6. Jemt, T. Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Branemark implants in edentulous jaws: A study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual checkup. *Int J Maxilof Implants* 1991; 6:29-36.
7. Keson, B, Nicholls, J. The effect of 3 torque delivery systems on gold screw preload at the gold cylinder-abutment screw joint. *Int J Maxilof Implant* 2002; 17:175-83.
8. Mcglumphy E, Mendel D, Holloway J. Implant screw mechanics. *Dent Clinics N Amer* 1998; 42:71-89.
9. Mitrani R, Nicholls J, Phillips K, Ma T. Accuracy of electronic implant torque controllers following time in clinical service. *Int J Maxilof Implants* 2001; 16:394-9.
10. Naert I. A six year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism. *J Prosthet Dent* 1992; 67:236-45.
11. Patterson E, Mech M, Johns R. Theoretical analysis of the fatigue life of fixture screws in osseointegrated dental implants. *Int J Maxilof Implants* 1992; 7:26-34.
12. Sakaguchi, R.; Borgersen, S. Nonlinear contact analysis of preload in dental implant screws. *Int J Maxilof Implants* 1995; 10:295-302.
13. Squier R, Psoter W, Taylor T. Removal torques of conical, tapered implant abutments; The effects of anodization and reduction of surface area. *Int J Maxilof Implants* 2002; 17:24-7.
14. Standlee JP, Caputo A. Accuracy of an electric torque-limiting device for implants. *Int J Maxilof Implants* 1999; 14:278-81.

15. Standlee JP, Caputo A, Chwu M, Sun, T. Accuracy of mechanical torque-limiting device for implants. *Int J Maxillofac Implants* 2002; 17:220-4.
16. Tan K, Nicholls J. The effect of 3 torque delivery systems on gold screw preload at the gold cylinder-abutment screw joint. *Int J Maxillofac Implants* 2002; 17:175-83.
- 17-Weiss E, Kozak D, Gross M. Effect of repeated closures on opening torque in seven abutment-implant systems. *J Prosthet Dent* 2000; 84:194-9.

Rudys Rodolfo de Jesus Tavarez
Faculdade de Odontologia de Bauru
Al. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75
CEP: 17012-901 Bauru – SP
Fone: (14) 235-8373

Recebido em: 05/11/02
Aprovado em: 13/03/03