

Avaliação da resistência à tração de sistemas de retenção para próteses maxilofaciais implantorretidas variando número, tipos de retentores, desenho da barra e tempo de ciclagem: estudo piloto

SOUSA, Thiago Carvalho de; LIMA, João Guilherme de Sena; LIMA, Walkíria Mendes de; SANTOS, Mateus Veppo dos; FERNANDES, Aline Úrsula Rocha. **Avaliação da resistência à tração de sistemas de retenção para próteses maxilofaciais implantorretidas variando número, tipos de retentores, desenho da barra e tempo de ciclagem: estudo piloto.** Oral Sci., jan/dez. 2016, vol. 8, nº 1, p. 10-16.

RESUMO: Este estudo piloto teve como objetivo investigar força de resistência à tração dos sistemas de retenção para próteses maxilofaciais implantorretidas: O-ring, barra-clipe e magnetos. Em modelos de gesso, representando defeitos maxilofaciais, dois e três implantes foram instalados, simulando o que seria realizado em procedimento cirúrgico. Em seguida, seis possibilidades de associação foram construídas, fundidas sobre barra (1 – 1 barra-clipe; 2- 2 O'rings; 3- associação barra-clipe o'ring; 4- 3 barra-clipe; 5- 3 O'rings; 6- 3 pares de magnetos) e submetidas a ensaio de ciclagem mecânica, em equipamento MTS (Material Test System, EUA), utilizando software Station Manager, com frequência de 1 Hertz, simulando a inserção e remoção por aproximadamente dois anos. Os testes para avaliar a força de resistência à tração foram realizados para cada amostra em três fases: inicial, depois de 1080 e ao final de 2160 ciclos (em equipamento INSTRON Modelo - 4411, Brasil, célula de carga de 1 kN e velocidade de 1 mm/min). Como resultado, obteve-se que todos os sistemas tiveram perda da capacidade retentiva; a associação de sistemas (amostra 3) apresentou a maior retentividade em todas as fases de testes; 4 das 6 amostras (1, 4, 5 e 6) tiveram perda de mais de 90% após 1080 ciclos mecânicos. Conclui-se que o profissional deve conhecer o comportamento, a longo prazo, do sistema mais adequado para ser instalado em uma reabilitação maxilofacial, a fim de solucionar todas as necessidades do paciente.

Thiago Carvalho de SOUSA¹
João Guilherme de Sena LIMA²
Walkíria Mendes de LIMA³
Mateus Veppo dos SANTOS⁴
Aline Úrsula Rocha FERNANDES⁵

¹ Especialista em Prótese Dentária, clínica particular, Brasília, Distrito Federal, Brasil

² Residente em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás – HC-UFG, Goiânia, Goiás, Brasil

³ Professora de Dentística do Curso de Odontologia, UNIEURO Centro Universitário, Brasília, Distrito Federal, Brasil

⁴ Mestre em Ciências da Saúde, clínica particular, Brasília, Distrito Federal, Brasil

⁵ Professora Adjunta de Prótese Dentária do Curso de Odontologia da Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília – UnB, Brasília, Distrito Federal, Brasil

Recebido. 22 de junho de 2018
Aceito. 20 de janeiro de 2019

PALAVRAS-CHAVE – Retenção de prótese, Prótese maxilofacial, Tração, Implantes.

Introdução

Os defeitos maxilofaciais geralmente são provenientes de ressecções cirúrgicas, devido a patologias, em especial os carcinomas, defeitos congênitos ou mesmo traumáticos. A função das próteses maxilofaciais é devolver estética, função, promover a proteção das estruturas expostas remanescentes, e devolver o paciente ao convívio em sociedade. A ressocialização está

diretamente relacionada ao grau de satisfação com a reabilitação (1).

A partir da década de 1970, os implantes osseointegráveis se tornaram parte do planejamento para reconstrução facial (2). Atualmente, a sua utilização para retenção das peças protéticas se tornou o tratamento padrão, devido a suas vantagens sobre os outros métodos retentivos. São considerados mais seguros por fornecerem

maior estabilidade às próteses, consequentemente, elevando a confiança do paciente (3).

Com o advento dos implantes instalados em região extrabucal, os componentes retentivos (barra-clipe, o-rings, magnetos) foram aperfeiçoados, as próteses ficaram esteticamente mais leves, com bordas afiladas e sem efeitos adversos dos adesivos, cumprindo todos os requisitos estéticos e devolvendo o paciente ao convívio social. Além disso, o paciente possui acesso para inspecionar a região quanto à recidiva de neoplasias e realizar a correta higienização (4).

O problema mecânico mais comum em próteses sobre implante é a perda de retenção, causada pelo uso, deformação e fratura dos componentes retentivos com o passar do tempo (5). Sendo então, estes, objetos de estudo há vários anos, porém com ênfase no uso intrabucal, para *overdentures* (5-11).

A escolha dos sistemas de retenção para próteses maxilofaciais ainda possui um caráter empírico, com base na experiência de cada cirurgião-dentista. Determinados sistemas são mais indicados em função da maior retentividade e, consequentemente, maior conforto e segurança do paciente. Um estudo sobre a qualidade de vida de pacientes portadores de próteses maxilofaciais implantossuportadas relatou maior satisfação dos pacientes na utilização dos sistemas barra-clipe, quando comparados com os magnetos, em virtude de sua maior capacidade retentiva (12).

O conforto do paciente é o que motiva os pesquisadores a desvendarem quais são os melhores sistemas de retenção para cada situação em que o paciente se encontra (12). Estudos envolvendo diferentes metodologias, com variados sistemas de retenção, foram desenvolvidos ao longo dos anos. Os sistemas barra-clipe e o-ring são frequentemente objeto de análise, comparados entre si, com superioridade de força de retenção pelo primeiro (6,13) ou separadamente, comparados quanto às diferenças de capacidade retentiva devido seu diâmetro (11), quanto às diferentes marcas do mercado (5) e quanto à quantidade de associações (7). Em determinada situação, aumento da força de retenção pode ser observada em sistemas barra-clipe, em função de ciclos mecânicos (10). A ciclagem mecânica também promoveu perda de retenção de magnetos, quando simulação laboratorial foi realizada (14). É evidente que a constância na inserção e remoção de componentes protéticos implicará, a curto ou longo prazo, em alteração na sua capacidade retentiva, e isso resultará na necessidade de controles periódicos, mais ou menos frequentes.

Apesar da quantidade de estudos presentes na literatura, a maioria está relacionada com a utilização de *overdentures*. O que revela a necessidade de um maior número de pesquisas sobre os sistemas de retenção de

próteses faciais implantorretidas. A hipótese nula testada neste trabalho foi de que não há diferença entre as diversas amostras testadas, no que diz respeito a barra, quantidade e tipo de sistema de retenção, independente da quantidade de ciclos mecânicos.

O objetivo desse estudo piloto foi investigar a força de resistência à tração dos sistemas de retenção para próteses faciais implantossuportadas, variando tipo, quantidade de retentores e desenho da barra, em função de ciclos mecânicos.

Material e métodos

Para a pesquisa, foram selecionados modelos de gesso, obtidos da moldagem de pacientes atendidos no Projeto de ação contínua de Reabilitação Protética de Pacientes com Defeitos Maxilofaciais da Clínica Odontológica do Hospital Universitário de Brasília (HUB). Defeitos auricular e nasal proporcionaram a base para a simulação de instalação de implantes osseointegráveis (Conexão Implantes, São Paulo, SP, Brasil), com distância interimplantar de 12mm. O posicionamento dos implantes foi aleatório, tentando simular uma posição possível de ocorrer na prática clínica. Para possibilitar a construção de diferentes arquiteturas de barras, foram utilizados 3 implantes na região nasal e 2 e 3 implantes em região auricular.

Seis possibilidades de associações de retentores sobre barra foram enceradas e fundidas, sendo 3 para cada base de defeito maxilofacial. Aqueles sobre modelo de defeito auricular tiveram arquitetura da barra com extremidades livres, diferentemente do formato triangular para as amostras sobre o modelo de defeito nasal. Todos os componentes e sistemas foram fundidos em liga de cromo-cobalto, após posicionados de forma centralizada entre implantes, buscando o maior paralelismo possível entre si, quando em maior número que um. Devido à dificuldade de associação dos magnetos às barras da amostra 6, os mesmos foram fixados por solda a frio, à base de níquel-cromo (Fit Cast, Talmax, Curitiba, PR, Brasil), à temperatura de 950°C, na tentativa de que o magnetismo não fosse perdido. Os materiais empregados para a confecção de cada amostra estão listados no Quadro 1.

Os sistemas de retenção, implantes e todos os componentes utilizados na pesquisa foram cedidos por doação, pela empresa Conexão Implantes (São Paulo, SP, Brasil), com exceção dos magnetos (Magnetos Gerais, Indianópolis, SP, Brasil), de forma a não representarem quantitativo ou padronização específica. A avaliação de dados deste estudo foi totalmente direcionada para a retenção dos sistemas, não havendo correspondência com o tipo de plataforma ou implante utilizado para cada amostra.

Quadro 1 - Material utilizado na confecção das amostras.

Amostra	Tipo de plataforma	Sistemas de Retenção (lote)
	Número de implantes (lote)	
1	Hexágono Interno 4,3 (9070619083) (9011349016)	UCLA (144624) Barra-clipe (143256)
2	Hexágono Externo 3,5 (9061189074) (9071059085) (9071059085)	UCLA (144999) Parafusos (1443666) Barra (143715) 2 o'rings (145071) Cápsulas o'ring (143736)
3	Hexágono Externo 3,5 (9061189074) (9071059085) (9071059085)	UCLA (136210) Parafusos (144366) 2 barra-clipes (145071) 2 o'rings (145071) Cápsulas o'ring (141905)
4	Hexágono Externo 3,3 (9072049035) (9072609012) Hexágono Interno 3,75 (9072049035)	2 UCLA (145308) 1 UCLAs (146927) 3 Barras (140599) 3 Clipes (147475)
5	Hexágono Externo 3,3 (9072049035) (9072609012) Hexágono Interno 3,75 (9072049035)	1 UCLA(146927) 2 UCLAs (143225) 3 Barras (140599) 3 o'rings (143391) 3 cápsulas o'ring (143391)
6	Hexágono Externo 3,3 (9072049035) (9072609012) Hexágono Interno 3,75 (9072049035)	6 Magnetos diâmetro 5x3 (não possui lote) 1 UCLA (146927) 2 UCLAs (143225) 3 Barras (143520)

Para a realização da ciclagem mecânica, simulando a inserção e remoção das próteses, e os testes de tração, cada sistema de retenção foi incluído em tubo PVC (Tigre S.A, Joinville, SC, Brasil) com 2cm de altura e 4 cm de diâmetro. As amostras foram incluídas em resina acrílica autopolimerizável (JET, A.O. Clássico LTDA, Campo Limpo Paulista, SP, Brasil), no interior dos tubos, sendo dois para cada amostra (Figura 1). Após devidamente encaixados, as componentes fêmeas dos sistemas foram capturadas por resina acrílica, em tubos de PVC previamente justapostos aos primeiros, em que os componentes machos foram incluídos.

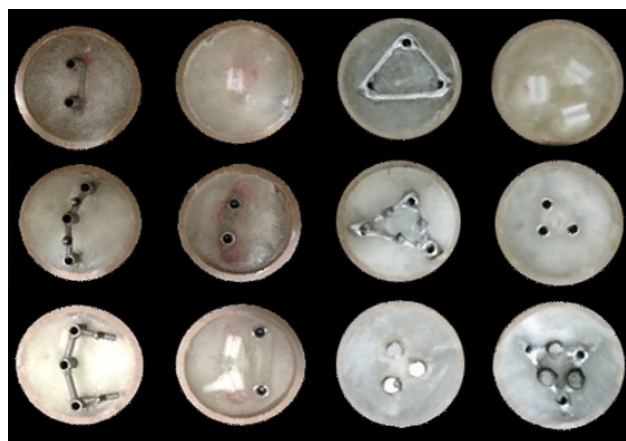


Figura 1 - Corpos de prova incluídos em PVC.

Após a inclusão dos sistemas, os ensaios de resistência à tração foram realizados no equipamento INSTRON (Modelo 4411, São José dos Pinhais, PR, Brasil), (Figura 2), com célula de carga de 1KN e

velocidade de 1mm por minuto, possibilitando a mensuração da força necessária para deslocar os sistemas de retenção, em KgF. Foram realizadas cinco medidas para cada amostra, em três diferentes momentos: antes de ciclagem, após 1080 e ao final dos 2160 ciclos mecânicos.



Figura 2 - Máquina INSTRON 4411, utilizada para avaliação dos testes de resistência à tração das amostras.

A quantidade de ciclos mecânicos foi determinada pela média de inserções e retiradas das próteses pelos pacientes, diariamente, para procedimentos de higienização, correspondendo a 1 e 2 anos de uso.

Cada amostra foi submetida à ciclagem mecânica utilizando o equipamento MTS 810 (Material Test System, MN, USA), (Figura 3), com os sistemas de retenção posicionados verticalmente, sem angulação entre os componentes macho e fêmea. O software utilizado foi o Station Manager (FirePrograms Software, EUA), aplicativo *function generator*, com frequência de 1 Hertz.



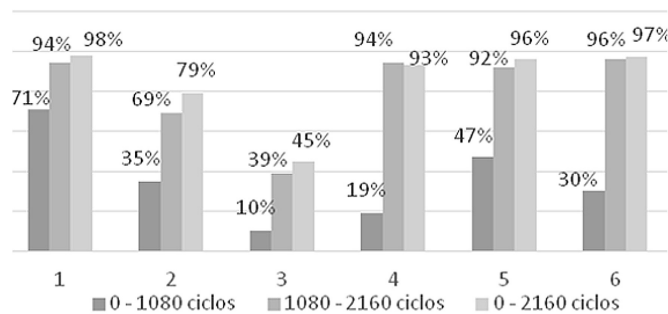
Figura 3 - Máquina MTS 810 (Material Test System, EUA), utilizada para a ciclagem mecânica das amostras.

Os dados obtidos pelas leituras da força de resistência à tração de cada amostra, em cada tempo, foram tabulados e submetidos à análise estatística pela ANOVA e Kruskal-Wallis em nível de significância de 5%.

Resultados

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1 e no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Perda percentual da força de resistência à tração, em função da ciclagem mecânica, em três diferentes tempos: 0, 1080 e 2160 ciclos de inserção e remoção



Discussão

Os defeitos maxilofaciais, provenientes de traumas, excisões cirúrgicas ou por doenças congênitas, resultam em problemas fonéticos, mastigatórios, estéticos e distúrbios psicológicos (4,15). A reintegração social está diretamente relacionada com o nível de aceitação da peça protética, confiança ao utilizar e o mascaramento e proteção da área acometida (1).

A partir dos resultados expostos na Tabela 1 e no Gráfico 1, a hipótese nula deste trabalho foi rejeitada. Algumas amostras apresentaram diferenças estatisticamente significante entre si, nos tempos 0, 1080 e 2160. Além do número de ciclos mecânicos, a quantidade e posição dos sistemas de retenção foram determinantes para a diferença de valores entre as amostras.

Assim como observado em outros estudos (7,11,14), ao final da ciclagem mecânica, todas as amostras apresentaram perda da capacidade de retenção. Independente do número de ciclos de inserção e remoção, em valores absolutos, a amostra 3 (associação barra-clipe e o'ring) apresentou maior retentividade e a menor perda percentual de retenção, 45% (Tabela 1, Gráfico 1).

Na literatura, poucos trabalhos são encontrados relatando os resultados da associação de sistemas, em geral, os estudos utilizam uma mesma estrutura. Esse fato pode ser explicado pela precisão necessária para se fazer a fixação da prótese, o que demanda certa destreza do paciente (12). Indivíduos com idade mais avançada, mutilações mais extensas no corpo, portadores de doenças mentais, malformações congênitas, e patologias degenerativas do sistema nervoso central teriam maior indicação a utilizarem sistemas que demandem menor precisão em sua fixação.

Tabela 1 - Valores médios da força de resistência à tração das amostras estudadas, em Kg/F, após submetidos à análise estatística.

Amostras	0 ciclo	1080 ciclos	2160 ciclos
1	2.729Aa	0.766Ab	0.043Ac
2	0.725Ba	0.469Bb	0.145Bc
3	5.431Ca	4.87Cb	2.961Cc
4	4.462Da	3.608Da	0.311Db
5	0.917Ea	0.478Ba	0.035Ab
6	1.525Ea	1.053Ea	0.038Eb

Letras maiúsculas nas colunas e letras minúsculas nas linhas, diferentes entre si, significam diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos, ao nível de significância de 5%

Foi possível observar (Tabela 1, Gráfico 1) que sistemas não associados podem apresentar grande perda de retentividade, pelos procedimentos de inserção e remoção protética, o que demanda maior frequência na troca de componentes deficientes e mantém um controle mais efetivo de possíveis recidivas de patologias. A negligência quanto ao controle periódico seria um fator negativo tanto para a preservação da saúde do paciente quanto da retenção das próteses. O desgaste progressivo de componentes protéticos, portanto, não pode ser visto como ponto negativo absoluto na reabilitação de pacientes com defeitos maxilofaciais advindos de patologias.

Diferentes autores compararam sistemas de retenção, com diferentes números de ciclos de inserção e remoção, e constataram maior resiliência do grupo o'ring (5,8,11). A partir dos resultados (Tabela 1, Gráfico 1), pode-se observar que as amostras 2 e 5 tiveram resultados inesperados. Ao final da ciclagem mecânica, a amostra com 3 o'rings apresentou um valor inferior ao obtido na amostra com 2 o'rings. A unidade 5, após fundição da barra, apresentou leve convergência dos sistemas de retenção. O processo laboratorial foi realizado em laboratório particular de prótese dentária, não estando sob controle dos pesquisadores. Acreditamos que a inexistência de paralelismo verdadeiro entre os componentes promoveu desgaste prematuro das borrachas de retenção, deformando-as de forma irregular em seu perímetro e promoveu maior perda retentiva em menor tempo. Um aumento no número de retentores, não necessariamente, implica em um aumento da retentividade da prótese como um todo. A angulação, a distância interimplantar, a direção em que as forças são aplicadas e o material são exemplos de fatores que influenciam a retenção (7).

Resultados diferentes do presente estudo (Tabela 1) foram obtidos ao imergir os grupos em saliva artificial para avaliar a resistência dos sistemas para overdenture. Os valores naquele artigo, ao final dos ciclos mecânicos, foram superiores aos iniciais. Ao serem testados, ocorreu deformação e expansão térmica do material plástico, o que

alterou o padrão comportamental, gerando uma superfície mais rígida e menos flexível, consequentemente, aumentando a retenção das amostras de barra-clipe (6). A comparação com estudos realizados para overdenture sempre encontrará diferenças no comportamento dos sistemas protéticos, uma vez que o meio aquoso promove um componente a mais para a alteração dos sistemas retentivos. Comparações metodológicas e de resultados devem ser ponderadas quanto à realidade a qual os sistemas são indicados.

A amostra de magnetos (6) apresentou manutenção de força retentiva até 1080 ciclos, respondendo com considerável perda percentual da mesma (96%) ao final de 2160 ciclos (Gráfico 1). A perda de retenção está intimamente ligada ao aumento da inserção e remoção da prótese. Um estudo¹⁴ sobre a retentividade de magnetos analisou, por meio de microscopia eletrônica de varredura, as amostras após ciclagem mecânica. Foram constatadas microcavitações nas superfícies das duas partes que compõem o sistema de magnetos, evidenciando a presença de lacunas, impossibilitando a interação por completo dos polos magnéticos (14). Nossos resultados sugerem grande alteração estrutural após 1080 ciclos, levando à quase total perda de retenção magnética. A possibilidade de corrosão, degradação em função do processo de fundição e comportamento alterado desse lote específico de magnetos podem ser alguns determinantes para o resultado abaixo do esperado, não podendo ser descartada a possibilidade da presença de microcavitações, como no estudo supracitado.

Apesar de não haver consenso a respeito da periodicidade na literatura consultada, é de conhecimento dos profissionais que trabalham com esses sistemas a necessidade do controle periódico e troca dos componentes retentivos protéticos. Embora os fabricantes não apresentem uma coerência quanto ao tempo de uso ideal dos sistemas de retenção, a troca deve ser realizada a cada seis meses. A utilização de um mesmo dispositivo de retenção ultrapassando um período de 2 anos implica em uma prótese desadaptada, pois a diferença entre pacientes, conectores, condições e tempo de uso comprometem os

encaixes de maneira significativa.¹⁶ Além da qualidade dos sistemas de fixação da prótese, o profissional reabilitador deve observar periodicamente o paciente para investigar as condições da derme e para que o sistema imune se adapte à nova situação (17).

O cirurgião-dentista, então, deve levar em consideração algumas variáveis no momento da escolha dos sistemas de retenção para próteses faciais implantorretidas. São elas: região do defeito, qualidade do osso e posição dos implantes, destreza, estilo de vida, confiança do paciente ao utilizar a peça protética e a capacidade retentiva dos componentes (12,17).

Pacientes que apresentam baixa qualidade óssea para a instalação de implantes são indicados a utilizar os sistemas de magnetos, para evitar o contato dos componentes, diminuindo a força aplicada ao osso (17). Em pacientes com pouca destreza motora, é preferível que sejam tratados com sistemas que demandam pouca precisão no momento da inserção, como comentado anteriormente. Pacientes mais jovens, em geral acometidos por trauma, que possuem boa saúde geral estão aptos a praticarem exercícios regularmente, então, é necessário que a prótese seja fixada com sistemas mais retentivos. A questão financeira ainda é fator determinante no momento de definir o plano de tratamento, e implica na escolha do sistema que apresente o melhor custo-benefício.

O presente estudo foi realizado in vitro, portanto algumas variáveis necessárias não puderam ser analisadas, como a aplicação de forças oblíquas aos corpos de prova. Outra limitação deste trabalho foi o baixo número de amostras, todavia, o alto valor dos componentes em conjunto com a falta de apoio de empresas impossibilitaram a aquisição do material necessário. Apesar dos resultados em concordância com alguns autores, para a prática clínica, em que o cirurgião-dentista deve optar por sistemas que se adequem à realidade do paciente, mais estudos são necessários, variando a quantidade de ciclos e utilizando novos sistemas de retenção em diferentes angulações. Desse modo, os resultados in vitro serão transferidos com maior facilidade e precisão para a realidade dos pacientes portadores de defeitos maxilofaciais.

Conclusão

A partir desses resultados, podemos concluir que todos os sistemas avaliados possuem limitações quanto ao tempo de uso, necessitam trocas e acompanhamento que não ultrapasse 1 ano, associações podem ser feitas para aprimorar a força retentiva, se não houver contraindicação quanto às condições específicas do caso clínico, comparações com estudos para *overdenture* são limitadas, por fatores inerentes aos meios bucal e extrabucal. Com dois anos de uso, praticamente não podemos considerar que os sistemas possuam retenção suficiente para reter uma prótese em posição. Nenhum dos sistemas pode ser considerado inviável, apesar de que todos poderiam encontrar indicação e contraindicação para casos específicos de reabilitação.

Abstract

SOUSA, Thiago Carvalho de; LIMA, João Guilherme de Sena; LIMA, Walkíria Mendes de; SANTOS, Mateus Veppo dos; FERNANDES, Aline Úrsula Rocha. **Tensile strength evaluation of implant retained maxillofacial prostheses retention systems, varying number, types of retainers, bar design and cycling time: a pilot study.** Oral Sci., jan/dez. 2016, vol. 8, nº 1, p. 10-16.

This pilot study aimed to investigate the tensile strength of implant retained maxillofacial prosthetic retention systems: ball O-ring, clip bar and magnets. In plaster models, representing maxillofacial defects, two and three implants were installed, simulating what would be done in surgery. Then six attachments association possibilities were built, merged on bars (1- 1 clip bar; 2- 2 o'rings; 3- association O-ring clip bar; 4- 3 bar-clip; 5- 3 o'rings; 6- 3 pairs of magnets) and submitted to mechanical cycling test in MTS equipment (Test Material System, USA), using Station Manager software with frequency of 1 Hertz simulating insertion and removal for approximately 2 year. At all measurements, the samples were submitted to pull-out test to determine tensile strength. The tests were performed for each sample in three stages: initial, after 1080 and at the end of 2160 cycles (in INSTRON equipment - Model 4411, Brazil, cell load of 1 kN and speed of 1 mm per minute). As a result, all systems had decreased the retentive capacity; the association of systems (sample 3) had the highest retentiveness in all stages of testing; 4 of the 6 samples (1, 4, 5 and 6) had loss of more than 90% after 1080 mechanical cycles. We conclude that the professional must know the behavior, in the long term, of the most appropriate system to be placed for a maxillofacial rehabilitation, in order to solve all the needs of the patient.

KEYWORDS: Retention of prosthesis, Maxillofacial Prosthesis, Tensile strength, Implants.

References

1. Goiato MC, Pesqueira AA, Silva CR, Filho HG, Santos DM. Patient satisfaction with maxillofacial prosthesis. Literature review. J Plast Reconstr Aesthet Surg 2009;62:75-80.
2. Albrektsson T, G Zarb, Worthington P, Erikson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. Int J Oral Maxillofac Implants 1986;1:11-25.
3. Karakoca S, Aydin C, Yilmaz H, Bal BT. Retrospective study of treatment outcomes with implant-retained extraoral prostheses: survival rates and prosthetic complications. J Prosthet Dent 2010;103:118-26.
4. Antunes AA, Carvalho RWF, Neto AL, Loretto NRM, Silva EDO. Utilização de implantes ósseointegrados para retenção de próteses buco-maxilo-faciais: revisão da literatura. Rev Cirurg Traumatol Buco-Maxilo-Facial 2008;8:6.

5. Kim SM, Choi JW, Jeon YC, Jeong CM, Yun MJ, Lee SH, Huh JB. Comparison of changes in retentive force of three stud attachments for implant overdentures. *J Adv Prosthodont* 2015;7:303-11.
6. Botega DM, Mesquita MF, Henriques GEP, Vaz LG. Retention force and fatigue strength of overdenture attachment systems. *J Oral Rehabil* 2004;31:884-9.
7. Savabi O, Nejatidanesh F, Yordshahian F. Retention of implant-supported overdenture with bar/clip and stud attachment designs. *J Oral Implantol* 2013;39:140-7.
8. Frasca LCF, Mattia PRC, Botega DM, Rivaldo EG. Evaluation of retention forces and resistance to fatigue of attachment systems for overdentures: plastic and metal components. *Implant Dent* 2014;23:451-5.
9. Pigozzo MN, Mesquira MF, Henriques GEP, Vaz LG. The service life of implant-retained overdenture attachment systems. *J Prosthet Dent* 2009;102:74-80.
10. Kobayashi M, Srinivasan M, Ammann P, Perriard J, Ohkubo C, Müller F, Belser UC, Schimmel M. Effects of in vitro cyclic dislodging on retentive force and removal torque of three overdenture attachment systems. *Clin Oral Implants Res* 2014;25:426-34.
11. Alsabeeha N, Atieh M, Swain MV, Payne AGT. Attachment systems for mandibular single-implant overdentures: an in vitro retention force investigation on different designs. *Int J Prosthodont* 2010;23:160-6.
12. Nemli SK, Aydin C, Yilmaz H, Bal BT. Quality of life of patients with implant-retained maxillofacial prostheses: a prospective and retrospective study. *J Prosthet Dent* 2013;109:44-52.
13. Sousa AA, Mattos BSC. Magnetic retention and bar-clip attachment for implant-retained auricular prostheses: a comparative analysis. *Int J Prosthodont* 2008;21:233-6.
14. Hao Z, Chao Y, Meng Y, Yin H. Influence of repeated insertion-removal cycles on the force and magnetic flux leakage of magnetic attachments: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2014;112:235-40.
15. Leonardi A, Buonaccorsi S, Pellacchia V, Moricca LM, Indrizzi E, Fini G. Maxillofacial prosthetic rehabilitation using extraoral implants. *J Craniofac Surg* 2008;19:398-405.
16. Bonachela WC, Pedreira APRV, Marins L, Pereira T. Avaliação comparativa da perda de retenção de quatro sistemas de encaixe do tipo ERA e O'ring empregados sob overdentures em função do tempo de uso. *J Appl Oral Sci* 2003;11: 49-54.
17. Karakoca S, Aydin C, Yilmaz H, Bal BT. Survival rates and periimplant soft tissue evaluation of extraoral implants over a mean follow-up period of three years. *J Prosthet Dent* 2008;100:458-64.