

FADIGA DE GRAMPOS DE RETENÇÃO EM PRÓTESE PARCIAL REMOVÍVEL. EFEITO DE LIGAS, ESPESSURAS E TÉCNICAS DE FUSÃO. PARTE II

Ana Lúcia Machado CUCCI*
João Bosco FULLER*
Eunice Teresinha GIAMPAOLO*
Paulo LEONARDI*

RESUMO: Os autores testaram o grampo T de Roach, em três diferentes proporções entre a largura e a espessura: $E_1-1,7$; $E_2-2,0$ e $E_3-2,3$, sendo o comprimento sempre constante de 15 mm. Estes grampos foram fundidos em três ligas do sistema cobalto-cromo (L_1 -Biosil; L_2 -Steldent e L_3 -Duracrom), através de duas técnicas de fusão (F_1 -oxigênio-gás e F_2 -oxigênio-acetileno). A fadiga dos grampos foi verificada através de uma máquina de ensaios cíclicos, que simula inserções e remoções dos corpos-de-prova, em um modelo padrão, obtido a partir de um pré-molar preparado em delineador. Através de um sensor, esta máquina detecta a fadiga do corpo-de-prova, assim como o número de ciclos realizados antes desta ocorrer. Os resultados obtidos da interação entre os fatores analisados foram submetidos à análise estatística, e os autores concluíram que: a) a interação dos fatores Liga x Espessura, Liga x Técnica de Fusão e Espessura x Técnica de Fusão não modificou a ordem dos efeitos que os fatores apresentaram isoladamente, mas promoveu efeitos de magnitude diferente em qualquer dos sentidos observados; b) a interação simultânea dos fatores Liga x Espessura x Técnica de Fusão confirmam a superioridade da Liga L_3 , da Espessura E_3 e da Técnica de Fusão F.

UNITERMOS: Grampos de retenção; ligas; técnicas de fusão.

INTRODUÇÃO

As ligas de cobalto-cromo, a partir de sua introdução na Odontologia, passaram a substituir as ligas nobres na confecção das próteses parciais removíveis, até tornarem-se, atualmente, as mais comumente empregadas para a fundição desse tipo de prótese.

Essas ligas são constituídas basicamente de 70% de cobalto e 30% de cromo, material que, por seu efeito passivador, assegura alta resistência à corrosão¹³.

* Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese – Faculdade de Odontologia – UNESP – 14800 – Araraquara – SP.

No que diz respeito às propriedades mecânicas, as ligas de cobalto-cromo apresentam alta contração térmica, alta dureza e módulo de elasticidade correspondente a aproximadamente o dobro das ligas nobres^{10,11}.

A técnica de fundição utilizada também constitui fator importante, visto que procedimentos de aquecimento, tamanho e arranjo dos canais de alimentação¹, temperatura da liga e do anel^{4,6}, técnica de fusão, tipo de revestimento, etc. podem influenciar as propriedades obtidas, tais como resistência à tração, limite de escoamento, dureza e alongamento.

Esses aspectos são de fundamental importância, visto que estão intimamente relacionados com o comportamento clínico da prótese parcial removível. Este tipo de prótese é constituído de vários elementos, devendo cada um desses apresentar uma função específica. Desta forma, é preciso conhecer conceitos biomecânicos para a correta indicação de cada uma das partes de estrutura metálica, assim como, ao realizar o planejamento e desenho desta estrutura, é necessário relacionar as propriedades da liga com as funções a serem desempenhadas.

Desde que os grampos de retenção estão sujeitos a tensões, na inserção e remoção da prótese, bem como durante a função mastigatória, se o desenho e a confecção desses elementos não forem executados corretamente, poderão ocorrer deformação permanente, fadiga e até a fratura. Com relação às causas desta última, LEWIS⁸, em 1978, verificou ser a fadiga um importante mecanismo.

Todos esses aspectos nos levaram à realização deste trabalho, com o objetivo de verificar a influência da interação entre ligas, espessuras de grampos e técnicas de fusão, na fadiga dos grampos de retenção.

MATERIAL E MÉTODOS

O grampo utilizado foi o T de Roach, em três diferentes espessuras. Para que as dimensões desses grampos pudessem ser constantes em cada condição experimental, foram confeccionadas matrizes bipartidas de gesso pedra melhorado, sendo uma para a parte lingual (apoio, grampo de oposição, conector menor, plano guia e barra) e três para a parte vestibular, nas seguintes proporções entre largura e espessura: E₁-1,7; E₂-2,0 e E₃-2,3. O comprimento foi sempre constante de 15 mm.

Esses grampos foram fundidos nas seguintes ligas do sistema cobalto-cromo: L₁-Biosil; L₂-Steldent e L₃-Duracrom, através de duas fontes de fusão: F₁-Oxigênio-gás e F₂-Oxigênio-Acetileno.

Para análise da fadiga foi confeccionado um modelo padrão, a partir de um pré-molar superior esquerdo, preparado em delineador, segundo STERN¹⁴, em 1975.

Este modelo foi fixado a uma máquina de ensaios cíclicos, desenvolvida para simular inserções e remoções de prótese parcial removível. Através de um sensor, esta máquina detecta a fadiga do corpo-de-prova, assim como o número de ciclos realizados antes desta ocorrer.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Interação Liga x Espessura

TABELA 1 – Médias e erro-padrão da interação liga x espessura

ESPESSURAS	LIGAS		
	L ₁	L ₂	L ₃
E ₁	4.318,6	2.457,9	5.955,3
E ₂	6.363,9	4.899,7	8.234,9
E ₃	9.557,3	7.531,8	15.634,7

Erro-padrão = 20,7

Valores críticos de Duncan a 0,05: D₂ = 58,58
D₃ = 61,68

A ação de um fator sobre o outro não foi capaz de alterar a ordem decrescente de efeitos que estes apresentaram isoladamente, ou seja, $L_3 > L_1 > L_2$; $E_3 > E_2 > E_1$ (Parte I).

Entretanto, a interação entre os fatores promoveu efeitos diferentes na magnitude da variável de análise. Isto pode ser evidenciado, comparando-se os dados da Tabela 1, com os valores apresentados pelo fator Liga isoladamente, ou seja: L₁-6.746,6; L₂-4.963,1; L₃-9.941,6. Nessa análise, notamos que todas as ligas, quando em presença da espessura maior E₁, tiveram, em média, uma diminuição do número de ciclos, ocorrendo o efeito inverso, quando em presença da espessura menor E₃. Embora a variação entre as proporções estudadas (E₁, E₂ e E₃) seja relativamente pequena (0,3), esta levou a diferenças estatisticamente significantes, provavelmente porque a largura foi sempre constante, variando-se a espessura e, segundo BATES², em 1965, a deflexão varia somente ao inverso da largura, porém, ao cubo da espessura. Da mesma forma, a análise comparativa da Tabela 1, de interação entre Liga e Espessura, com os dados apresentados pelo fator Espessura isoladamente (E₁-4.243,9; E₂-6.499,5; E₃-10.907,9), mostra que todas as espessuras quando interagem com a liga L₂, apresentam, em média, uma diminuição do número de ciclos, enquanto com a L₃, apresentam um aumento.

b) Interação Liga x Técnica de Fusão

TABELA 2 – Médias e erro-padrão da interação liga x técnica de fusão

TÉCNICAS DE FUSÃO	LIGAS		
	L ₁	L ₂	L ₃
F ₁	5.199,0	4.027,1	8.380,9
F ₂	8.294,2	5.899,1	11.502,3

Erro-padrão = 16,9

Valores críticos de Duncan a 0,05: D₂ = 47,82

D₃ = 50,36

Novamente pode-se notar que a ação de um fator sobre o outro não foi capaz de alterar a ordem decrescente de efeitos que estes apresentaram isoladamente, ou seja $L_3 > L_1 > L_2$; $F_2 > F_1$ (Parte I). Porém, da mesma forma promoveu efeitos de magnitude diferente na variável de análise. Comparando-se os valores da Tabela 2 com os dados apresentados pelo fator Liga isoladamente (L_1 -6.746,6; L_2 -4.963,1; L_3 -9.941,6), verificamos que todas as ligas apresentaram, em média, um aumento de número de ciclo, quando interagidas com a técnica de fusão F₂. HARCOURT⁵, em 1961, OSBORNE¹², em 1966 e BEN-HUR *et alii*³, em 1986, verificaram que um aumento no conteúdo de carbono nas ligas de cobalto-cromo, causado por uma chama carburante, resulta em grande quantidade de carbonetos contínuos que reduzem a resistência e causam fragilidade. Segundo PHILLIPS¹³, em 1984, os carbonetos interferem no deslizamento, aumentando, assim, as propriedades de resistência e diminuindo a ductilidade. Os resultados obtidos neste trabalho demonstraram, como já vimos, um aumento de número de ciclos das ligas quando interagidas com a técnica de fusão F₂ (oxigênio-acetileno), o que sugere que a chama empregada tenha sido correta e não levou à alteração do conteúdo de carbono presente nessas ligas. Do mesmo modo, se compararmos a Tabela 2 com os valores do fator Técnica de Fusão isoladamente (F₁-5.969,0; F₂-8.565,2), podemos observar que as ligas L₂ e L₃ alteraram o comportamento das técnicas de fusão empregadas, isto é, diminuiu, em média, o número de ciclos, quando em presença da liga L₂ e aumentou este número, quando em presença da liga L₃.

c) Interação Espessura x Técnica de Fusão

TABELA 3 – Médias e erro-padrão da interação espessura x técnica de fusão

TÉCNICAS DE FUSÃO	ESPESURAS		
	E ₁	E ₂	E ₃
F ₁	3.008,9	5.034,9	9.563,3
F ₂	5.479,0	7.964,1	12.252,5

Erro-padrão = 16,9

Valores críticos de Duncan a 0,05: D₂ = 47,82

D₃ = 50,36

Da mesma forma que para as interações anteriores, a ordem de efeitos decrescentes que os fatores apresentaram isoladamente foi mantida, ou seja, $E_3 > E_2 > E_1$; $F_2 > F_1$ (Parte I). No entanto, a análise comparativa da Tabela 3 com os valores do fator Técnica de Fusão isoladamente (F_1 -5.869,0; F_2 -8.565,2) evidencia que a espessura maior E_1 alterou o número de ciclos, em média, para menos, e a espessura menor E_3 para mais, nas duas técnicas de fusão utilizadas, F_1 e F_2 . Se compararmos ainda os dados da Tabela 3 com os valores apresentados pelo fator Espessura isoladamente (E_1 -4.243,9; E_2 -6.499,5; E_3 -10.907,9), verificamos que todas as espessuras demonstraram um aumento do número de ciclos, em média, quando em interação com a técnica de fusão F_2 . Novamente, podemos observar que a técnica de fusão F_2 (oxigênio-acetileno) mostrou-se superior, concordando com os resultados obtidos por MILECK⁹, em 1967, quando observou que a fonte de calor oxi-acetileno proporcionou melhores resultados em todas as ligas utilizadas. Da mesma forma, LEWIS⁷, em 1977, ao realizar a fundição de uma liga de cobalto-cromo, verificou que, utilizando-se chama de oxi-acetileno, se obtiveram altos valores para propriedades mecânicas. Segundo ele, o que provavelmente ocorreu foi a formação de uma película protetora de óxido em torno do botão durante a fusão, impedindo o contato com gases, evitando, assim, a contaminação da liga.

d) Interação Liga x Espessura x Técnica de Fusão

Os dados da Tabela 4 expressam o efeito da ação simultânea dos fatores Liga, Espessura e Técnica de Fusão. Assim, podemos fazer as seguintes observações: as ligas, quando em presença da espessura E_1 na técnica de fusão F_1 , mantiveram a mesma ordem de efeitos que apresentaram isoladamente, o mesmo acontecendo na

TABELA 4 – Médias e erro-padrão da interação liga x espessura x técnica de fusão

ESPESSURAS	TÉCNICAS DE FUSÃO	LIGAS		
		L ₁	L ₂	L ₃
E ₁	F ₁	3.096,9	1.280,0	4.650,0
	F ₂	5.540,6	3.635,8	7.260,6
E ₂	F ₁	5.832,2	4.625,4	4.647,0
	F ₂	6.895,6	5.174,0	11.822,8
E ₃	F ₁	6.668,2	6.176,0	15.845,8
	F ₂	12.446,4	8.887,6	15.423,6

Erro-Padrão = 29,3

Valor crítico de Duncan a 0,05: D₂ = 82,91

D₃ = 87,31

D₆ = 93,76

técnica de fusão F₂. Em presença da espessura E₂, na técnica de fusão F₁, as ligas L₂ e L₃ tiveram efeitos iguais, porém menores do que o da liga L₁, mantendo-se entretanto a ordem de efeitos originais, na técnica de fusão F₂. Quando em presença da espessura E₃, nota-se o efeito desta sobre as ligas, que promoveu considerável número de ciclos, notadamente na técnica de fusão F₂, mantendo-se contudo, a mesma ordem de comportamento que esses fatores apresentaram isoladamente.

Ao analisarmos espessuras e técnicas de fusão em presença de ligas, observamos que o fato digno de nota é o de que a técnica de fusão F₁ proporcionou igual efeito nas espessuras E₁ e E₂, na liga L₃.

CONCLUSÕES

À vista dos resultados obtidos dentro de nossa metodologia experimental, julgamos válido apresentar as seguintes conclusões:

1. A interação dos fatores Liga x Espessura, Liga x Técnica de Fusão e Espessura x Técnica de Fusão não modificou a ordem dos efeitos que os fatores apresentaram isoladamente, mas promoveu efeitos de magnitude diferente em qualquer dos sentidos observados.
2. A interação simultânea dos fatores Liga x Espessura x Técnica de Fusão confirmam a superioridade da Liga L₃ (Duracrom), da Espessura E₃ (2,3) e da Técnica de Fusão F₂ (oxigênio-acetileno).

CUCCI, A. L. M.; FULLER, J. B.; GIAMPAOLO, E. T. & LEONARDI, P. – Fatigue of retentive clasps in removable partial denture. Effect of alloys, thickness and casting techniques. Part II. **Rev. Odont. UNESP**, São Paulo, **19**: 251-258, 1990.

ABSTRACT: *The authors tested the T clasp of Roach in three different proportions among width and thickness: E_1 -1,7; E_2 -2,0 and E_3 -2,3, with a constant length of 15 mm. These clasps were casted with three cobalt-chromium alloys (L_1 -Biosil; L_2 -Steldent and L_3 -Duracrom), through two casting techniques (F_1 -oxygen-gas and F_2 -oxygen-acetylene). The fatigue of the clasps were verified by using an assay machine, that through movements, simulate the insertion and removal of the clasps for a pattern which were obtained from a premolar, prepared in a surveyor. This machine detect the fatigue of the clasps and count the number of cycles of insertion and removal realized. The obtained results of the interaction between the analysed factors, were submitted to the statistic analysis and the authors concluded that: a) the interaction of factors, Alloy x Thickness, Alloy x Casting Technique and Thickness x Casting Technique did not change the order of effects that the factors showed separately but gave rise to effects of different magnitude for any observed sense; b) the simultaneous interaction of the factors Alloy x Thickness x Casting Technique confirmed the superiority of the L_3 alloy, the thickness E_3 and the F_2 casting technique.*

KEY-WORDS: *Retentive clasps; alloys; casting techniques.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASGAR, K.; TECHOW, B.; ALLAN, F. C. & SUTFIN, L. V. – Effect of casting conditions on physical properties of some experimental partial denture alloys. *J. biomed. Mater. Res.*, 3: 409-23, 1969.
2. BATES, J. F. – The mechanical properties of the cobalt-chromium alloys and their relation to partial denture design. *Br. dent. J.*, 119: 389-96, 1965.
3. BEN-HUR, Z.; PATAEL, H.; CARDASH, H. S. & BAHARAN, H. – The fracture of cobalt-chromium alloy removable partial dentures. *Quintessence int.*, 17: 797-801, 1986.
4. CARTER, T. J. & KIDD, J. N. – The precision casting of cobalt-chromium alloy. Parte 2 – The influence of casting variables on microstructure and mechanical properties. *Br. dent. J.*, 118: 431-36, 1965.
5. HARCOURT, H. J. – Fractures of cobalt-chromium castings. *Br. dent. J.*, 110: 43-50, 1961.
6. LEWIS, A. J. – The effect of variations in mould temperature, metal temperature and mould size on the development of internal porosity in cast structure. *Aust. dent. J.*, 22: 243-46, 1977.
7. LEWIS, A. J. – The influence of the refractory investment on the development of porosity in cast structures. *Aust. dent. J.*, 22: 455-57, 1977.
8. LEWIS, A. J. – Failure of removable partial denture castings during service. *J. prosthet. Dent.*, 39: 147-49, 1978.
9. MILECK, A. – *Ligas de cromo-cobalto utilizadas em próteses parciais removíveis: estudo de algumas propriedades.* Piracicaba, Faculdade de Odontologia – UNICAMP, 1967. (Tese – Doutorado)

10. MOHAMMED, H. & ASGAR, K. – A new dental superalloy system: II. Mechanical properties. *J. dent. Res.*, 52: 145-50, 1973.
11. MORRIS, H. F. & ASGAR, K. – Physical properties and microstructure of four new commercial partial denture alloys. *J. prosthet. Dent.*, 33: 36-46, 1975.
12. OSBORNE, J. – Improvement in cobalt-chromium alloys. *Rev. belg. Med. dent.*, 21 (3): 303-10, 1966.
13. PHILLIPS, R. W. – *Materiais dentários de Skinner*. 8ª ed., Rio de Janeiro, Interamericana, 1984, p. 401-07.
14. STERN, W. J. – Guiding planes in clasp reciprocation and retention. *J. prosthet. Dent.*, 34: 408-14, 1975.

Recebido para publicação em 16.10.1989