

Análise do Desgaste de Attachments com Microscopia Electrónica de Varrimento

António Correia Pinto *, José Manuel Mendes *, António Ferreira Angeja **, José Alberto Coelho ***

Resumo: *Objectivos:* Este estudo teve como objectivo verificar e comparar qualitativamente, o desgaste provocado por atrito entre diferentes attachments de precisão, com a utilização de três tipos de ligas metálicas diferentes.

Materiais e Métodos: Neste estudo os attachments utilizados foram, o ANC94 L 110®, o Klinat L 90® e o ARS 88®, com fêmeas fundidas nas ligas Degupal G® (ouro-paládio), Ugirex C® (cromo-cobalto) e Rexilium III® (cromo-níquel). Todos os attachments foram submetidos a 4400 ciclos de inserção-desinserção, numa máquina de simulação de fadiga, debaixo dum jacto contínuo de água bidestilada. Foram analisados em microscopia electrónica de varrimento na sua fase inicial, e após 4400 ciclos de inserção /desinserção.

Resultados: O exame realizado nas superfícies das peças dos attachments com o microscópio electrónico de varrimento de superfície revelou um desgaste, arrastamento ou esmagamento, mais ou menos evidente, em todos os attachments observados. Nas fêmeas existiam sinais de desgaste nas superfícies de atrito, que eram evidentes em todos os tipos de attachments e tipos de ligas utilizadas. Em relação aos machos, também eram evidentes os sinais de desgaste com o aparecimento de perdas de material, arrastamentos de metal e sulcos mais ou menos profundos

Conclusões: Não se verificaram diferenças significativas no desgaste observado nas superfícies, nem em relação ao tipo de liga utilizada, nem aos componentes dos três attachments diferentes utilizados.

Palavras-Chave: Microscópio electrónico de varrimento; Attachment

Abstract: *Objectives:* The main objectives of this study were the verification and qualitative comparative analysis of superficial wear, resultant of attrition between different precision attachments and distinct metal alloys.

Material and methods: Three types of attachments (ANC94 L 110®, Klinat L 90® and ARS 88®) with matrix fused in palladium-gold metal alloy (Degupal G®), two metal bases, chromo-cobalt (Ugirex C®) and chromo-nickel (Rexilium III®), where used. All attachments where submitted to 4400 insertion/disinsertion cycles in a stress simulator, under continuous bi-distilled water jet.

Results: Superficial electronic microscope (SEM) scanning analysis of the attachment surfaces, revealed signs of compression, scrapping and erosion, to some degree, in all observed samples. Signs of superficial wear were observed on all surfaces subject to attrition, independent of types of attachment and alloys utilized. As to the matrix, evident signs of superficial wear including scrapping, more or less deep grooving as well as material loss, where observed.

Conclusions: No significant differences in degree of superficial wear were observed, either in relation to type of alloy or components of the three types of attachments under study.

Key-words: Scanning electronic microscope; Attachment

(Pinto AC, Mendes JM, Angeja AF, Coelho JA. Análise do Desgaste de Attachments com Microscopia Electrónica de Varrimento. Rev Port Estomatol Cir Maxilofac 2008;49:13-18)

*Médico Dentista, Professor Auxiliar do ISCSN

**Médico Dentista, Assistente do ISCSN

*** Médico Dentista, Assistente estagiário do ISCSN

INTRODUÇÃO

Apesar do sucesso actual da osteointegração ter diminuído drasticamente a necessidade da utilização de próteses parciais

removíveis, continuam a existir inúmeros pacientes que por situações distintas, tais como questões de saúde geral, anatomo-fisiológicas e económicas não são candidatos a implantes⁽¹⁾. Nestes casos, a utilização deste tipo de prótese com o uso de elementos de retenção adicional, combinadas ou não com prótese fixa,

são uma possibilidade de tratamento a ter em linha de conta^(2,3).

Embora os Médicos Dentistas, actualmente ofereçam uma enorme quantidade de tratamentos no sentido de preservar, restaurar e melhorar o estado geral da dentição natural, continua a existir uma necessidade de prostodontistas para providenciarem os mais variados tratamentos de reabilitações parciais ou totais da cavidade oral^(3,4). O aparecimento ao longo dos anos, de numerosas ligas metálicas com aplicação directa nas reabilitações orais, e possível fundição de elementos calcináveis de attachments, originou o interesse do estudo do seu comportamento experimental. As ligas necessitam de constante avaliação, no sentido do estudo do mantimento da sua integridade superficial, pois este aspecto é de importância fundamental, no resultado final de qualquer restauração metálica realizada na cavidade oral⁽⁵⁾. Um dos problemas que pode surgir durante a fundição de metais não nobres, é o aparecimento duma fina camada de óxidos na superfície da liga. Quando se procede à sua remoção, aparecem pequenas alterações dimensionais que originam problemas importantes no ajuste dos attachments de precisão, nos casos em que se fundiram alguns dos seus constituintes⁽⁶⁾. As ligas utilizadas em Prostodontia, tornaram-se cada vez mais complexas nas últimas décadas. Os elementos predominantes na constituição destas ligas são metais, como, o ouro, o paládio, a prata, o cobalto, o titânio, o crómio, e o níquel entre outros. No entanto, as propriedades físicas das ligas e a sua biocompatibilidade, não podem ser negligenciadas, devendo por esse motivo evitar-se os factores do foro económico duma possível selecção de material^(7,8).

O desgaste dos materiais é uma consequência muito importante em termos laboratoriais e clínicos. Embora seja por vezes difícil de identificar, este pode ser devido a diversos factores e tornou-se um problema significativo, na escolha dos materiais a utilizar. A abrasão provocada por desgaste, ocorre quando um material em contacto com outro remove material da sua superfície⁽⁹⁾. Em princípio, independentemente do tipo de sobredentadura utilizada, devem-se utilizar attachments que sejam robustos e que contenham na sua constituição o menor número possível de componentes. Este facto é importante, pois origina uma diminuição dos serviços e reparações que irão ser executados na prótese, durante o seu tempo de sobrevivência⁽¹⁰⁾.

O motivo da realização deste trabalho de investigação é a possibilidade de existirem comportamentos diferentes, na estrutura superficial dos attachments, relacionados com o tipo de liga utilizada, durante um processo de fadiga induzida.

Serão consideradas as seguintes hipóteses neste trabalho de investigação experimental de análise qualitativa:

- Não existe alteração do comportamento superficial independentemente do tipo de attachment utilizado.

- O tipo de liga utilizado modifica o comportamento superficial dos attachments.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho centrou-se na observação microscópica das peças constituintes dos attachments (macho/fêmea). A fase experimental deste estudo compreende a utilização de três tipos de attachments, confeccionados em três ligas diferentes. Os attachments seleccionados foram o ARS 88[®], o KLINAT L90[®] e o ANC 94-L110[®], estes attachments são todos extracoronários, e pertencem a produtos de catálogo da firma Metalor[™], sendo fabricados pela Microtenor[™] (Milão, Itália). As ligas utilizadas foram uma liga nobre (Degupal G[®] da DeguDent[™]) e duas de metais base (Rexilium III[®] da Pentron[™] e Ugirex C[®] da Ugin[™]). O ponto de partida, foi o projecto e posterior fabricação duma máquina de simulação de fadiga, que realiza ciclos de inserção e desinserção dos attachments, de forma a simular a utilização destes elementos numa prótese parcial removível. Procedeu-se à fundição de 45 fêmeas calcináveis dos attachments referenciados, usando sempre o mesmo protocolo de execução. Utilizaram-se três tipos de ligas metálicas em cada tipo de attachment, sendo o macho constituído em todos eles por aço inoxidável. Constituíram-se assim nove grupos de attachments com 5 elementos cada um (Tabela I).

Total = 45 espécimes			
	ARS 88	KLINAT L90	ANC 94-L110
Liga Cr-Co Ugirex C	5	5	5
Liga Cr-Ni Rexilium III	5	5	5
Liga Nobre Degupal G	5	5	5

Tabela I - Caracterização dos grupos

Partindo do pressuposto que os pacientes realizam a desinserção das suas próteses dentárias, numa média de três vezes ao dia, para procederem à sua higiene dentária, teremos por esse motivo a realização de 1100 ciclos de inserção/desinserção por cada ano de utilização dos respectivos attachments.

No sentido de se poderem realizar ciclos de inserção/desinserção nos attachments, foi projectada e fabricada uma máquina de simulação de fadiga, que nos permitisse executar de forma exacta o número de ciclos e a sua respectiva frequência, e nos garantisse um perfeito alinhamento das duas peças, na firma

Tecnogial® (Gabinete de Projectos e Tecnologia Industrial, Lda), sita em Matosinhos, Portugal. O fabrico do simulador levou à necessidade duma central de comando, que satisfizesse os requisitos da experiência, além dos botões normais para funcionamento operativo, possuía um regulador electrónico Logo 24 da marca Siemens, com a referência 6ED1 052-1CC00-0BA3, fabricado na Alemanha, que permitia regular, quer o n.º de ciclos de inserção/desinserção, quer a frequência com que os mesmos eram realizados em cada minuto (Figuras 1 e 2).

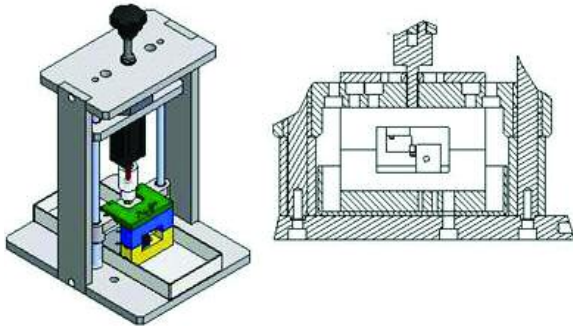


Figura 1 - Máquina e esquema da zona de trabalho



Figura 2 - Central de comando

Para a lubrificação e simulação das condições verificadas intra oralmente, utilizou-se água bidestilada, que foi direccionada para os attachments, através duma bomba peristáltica de velocidade variável Seko PR7, referência PPR0007A1000, fabricada em Itália.

O desgaste dos attachments, pode alterar as capacidades retentivas de fricção entre duas superfícies metálicas. Neste sentido, realizamos observações com um microscópio electrónico de varrimento (SEM) a fim de observar possíveis modificações topográficas, produzidas pelo desgaste das peças dos attachments, após terem sido submetidos a ciclos de inserção/desinserção. O equipamento utilizado foi um microscópio electrónico de varrimento JEOL JSM-35C, fabricado em Tóquio no Japão (Figura 3), sendo este trabalho realizado no Centro de Materiais da



Figura 3 - Microscópio JEOL JSM-35C

Universidade do Porto (CEMUP) sito no Campo Alegre, Porto.

A cronologia das observações foi uma inicial, realizada antes da realização dos ciclos de inserção/desinserção, e uma final após a simulação de utilização dos attachments por um período de quatro anos, correspondendo à realização de 4400 ciclos na máquina de simulação de fadiga.

Foi assim realizada uma análise qualitativa da superfície dos attachments com SEM (scanning electronic microscope), por esse motivo não foram realizados tratamentos estatísticos, pois apenas se pretendia avaliar a presença em maior ou menor número de deformidades topográficas nos diversos tipos de attachments e ligas utilizadas. Para se poder quantificar e trabalhar estatisticamente os dados era necessário proceder à sua medição com um rugosímetro laser, que foi por nós considerado motivo para um trabalho posterior a realizar noutras circunstâncias experimentais.

RESULTADOS

O exame das superfícies das peças dos attachments com o microscópio electrónico de varrimento revelou um desgaste, arrastamento ou esmagamento, mais ou menos evidente, em todos os attachments observados, sem variações significativas observáveis. Nas fêmeas existiam sinais de desgaste nas superfícies de atrito, que eram evidentes, e similares em todos os tipos de attachments e tipos de ligas utilizadas. Em relação aos machos, também eram evidentes os sinais de desgaste com o aparecimento de perdas de material, arrastamentos de metal e sulcos mais ou menos profundos, sem possibilidade de serem diferenciadas modificações em relação aos diferentes tipos. De forma a existir uma perfeita identificação de cada uma das peças, as fotografias foram legendadas da seguinte forma: K- Klinat, RS- ARS88, NC- ANC94; Co- liga de Cr-Co Ugirex C®, Ni- liga de Cr-Ni Rexilium III®, Pd- liga de Au-Pd Degupal G®; 1 a 5 correspondendo ao attachment de cada um dos tipos utilizados neste estudo; f- fêmea; m- macho, d- as peças com uso simulado de quatro anos, correspondendo a 4400 ciclos de

inserção/desinserção, realizados no simulador (Figuras 4 a 9).

No entanto verificou-se como era provável que a superfície de atrito das fêmeas fundidas era topograficamente muito mais irregular que as dos machos em aço, podendo este ser um factor importante do desgaste produzido em ambos os componentes.

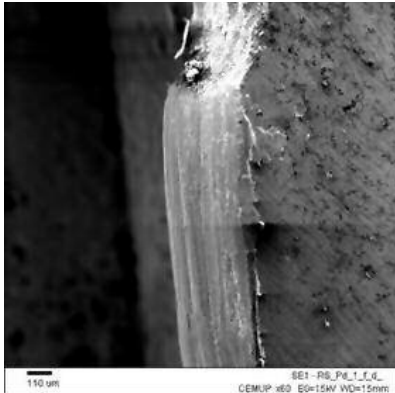


Figura 4 - Fêmea ARS em Au-Pd após 4400 ciclos

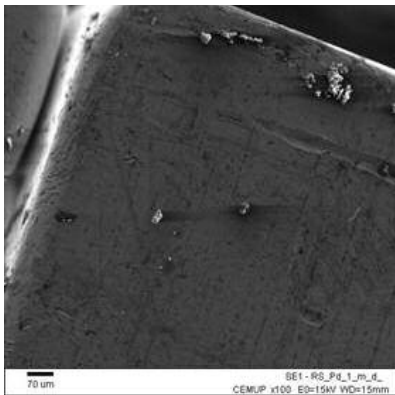


Figura 5 - Macho ARS correspondente após 4400 ciclos

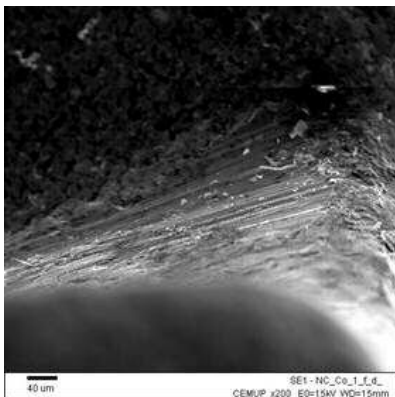


Figura 6 - Fêmea ANC em Cr-CO após 4400 ciclos

Conseguimos também verificar que das várias ligas utilizadas a liga de Rexilium III® de Cr-Ni, era a que apresentava uma superfície mais homogénea, com irregularidades topográficas menos salientes (Figuras 10 a 15).

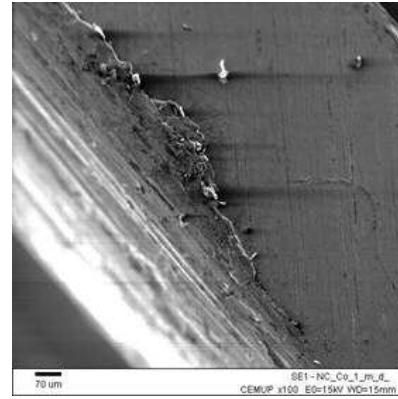


Figura 7 - Macho ANC correspondente após 4400 ciclos

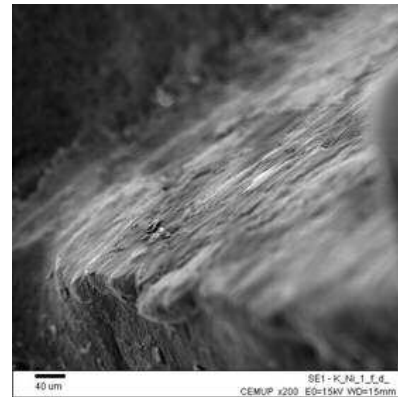


Figura 8 - Fêmea Klinat em Cr-Ni após 4400 ciclos

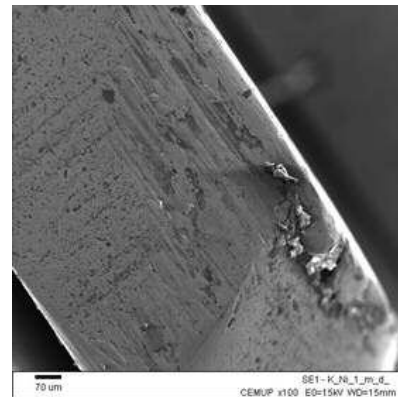


Figura 9 - Macho Klinat correspondente após 4400 ciclos

DISCUSSÃO

A utilização do microscópio electrónico de varrimento (SEM), permitiu realizar uma visualização directa do efeito provocado pelo desgaste nas superfícies dos componentes dos attachments, que ajudaram a compreender o comportamento das superfícies, no atrito por fricção sofrida pelos mesmos, durante o estudo experimental. Também Wichmann e cols⁽¹¹⁾ utilizaram o microscópio electrónico de varrimento antes e após os testes de fadiga que realizaram

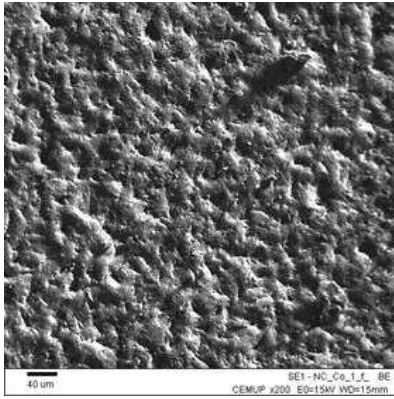


Figura 10 - Fêmea ANC em Cr-CO inicial

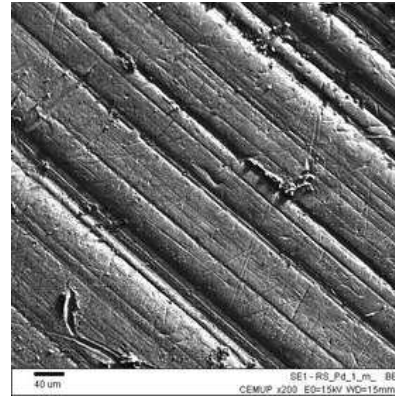


Figura 13 - Macho ARS correspondente inicial

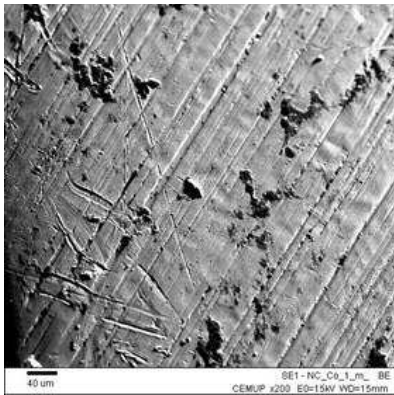


Figura 11 - Macho ANC correspondente inicial

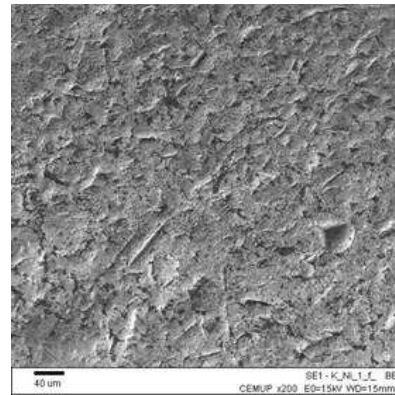


Figura 14 - Fêmea Klinat em Cr-Ni inicial

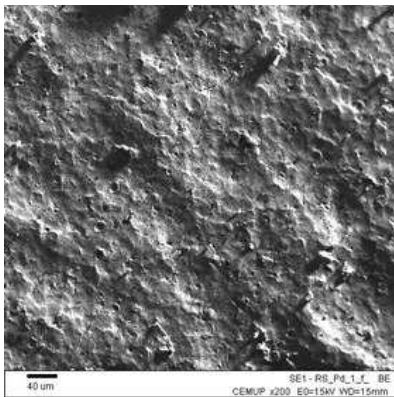


Figura 12 - Fêmea ARS em Au-Pd inicial

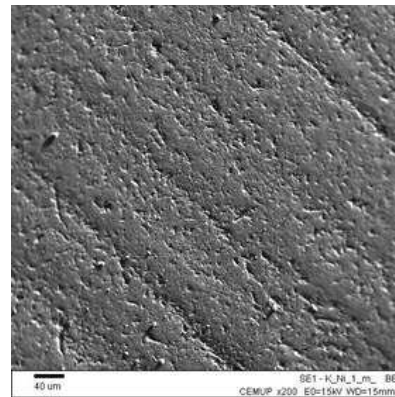


Figura 15 - Macho Klinat correspondente inicial

nos attachments do seu estudo, com o intuito de recolherem informação do estado das suas superfícies, assim como verificarem a presença de sinais específicos de desgaste. Fromentin e cols⁽¹²⁾ também utilizaram o mesmo tipo de observação para identificarem as zonas respectivas de desgaste dos componentes machos e fêmeas, dos attachments que estudaram.

No que respeita aos períodos utilizados para efectuarmos as observações microscópicas, seguimos a cronologia de dois períodos, designadamente o inicial, e o final após a realização de 4400 ciclos (cada ciclo corresponde à completa inserção do attachment

e posterior desinserção em toda a sua extensão). Esta cronologia segue os mesmos critérios de periodicidade de outros autores, embora sejam utilizados números diferentes de períodos, como por exemplo Fromentin e cols⁽¹²⁾ consideram também que 1100 ciclos correspondem a um ano de utilização, mas realizam medições intermédias antes deste período, Stewart e cols⁽¹³⁾ utilizam os mesmos períodos mas com uma periodicidade mais longa, alcançando os 44000 ciclos, o que nos parece desajustado em relação à expectativa de sobrevida duma prótese combinada. Estes pressupostos partem do princípio que o paciente remove a sua prótese três vezes

ao dia, para proceder à sua higienização.

Quando realizamos o desgaste simulado, na máquina especialmente desenhada para esse efeito, tivemos o cuidado de manter as peças que estavam sujeitas ao atrito, sobre um fluxo constante de irrigação de água bidestilada ou desmineralizada, de forma a evitar a oxidação do alumínio da máquina. Desta maneira, eliminamos uma das variáveis relacionadas com o desgaste por atrito, ao promovermos a remoção do material abrasionado das superfícies dos attachments. Dependendo dos autores, existem modificações no tipo de líquido utilizado para este fim, Setz e cols⁽¹⁴⁾ usaram um banho de água desmineralizada de forma a submergir todo o attachment, Gamborena e cols⁽¹⁵⁾ um banho de água a 37°C.

A análise qualitativa que nos propusemos fazer com a observação dos attachments, após a simulação da sua utilização, permitiu-nos ver zonas evidentes de desgaste. Os resultados que obtivemos foram semelhantes aos de Wichmann e cols⁽¹¹⁾, que observaram perdas de material, nas superfícies dos machos e sulcos mais ou menos pronunciados nos bordos laterais.

Os resultados obtidos não nos permitiram verificar a existência de variações de desgaste dos diversos attachments e respectivas ligas utilizadas, o que acabou por ser uma limitação do mesmo que deverá ser colmatada em trabalhos futuros. A quantificação dos respectivos desgastes é necessária e deverá ser realizada no sentido de esclarecer algumas dúvidas que ficaram a subsistir.

No entanto achamos interessante a possibilidade de abertura duma futura linha de investigação que observe não só o tipo de desgaste, mas que estude a perda de retenção dos attachments através da metodologia por nós utilizada, servindo-se de células de tracção, para quantificação dos valores iniciais e respectivas perdas com indução de fadiga.

CONCLUSÃO

Não se verificaram diferenças significativas no desgaste observado nas superfícies, nem em relação ao tipo de liga utilizada, nem aos componentes dos três attachments diferentes utilizados. No entanto a presença de desgaste foi evidente em todas as circunstâncias. Não existiram alterações evidentes do comportamento superficial independentemente do tipo de attachment utilizado.

AGRADECIMENTOS

O trabalho foi realizado no Centro de Materiais da Universidade do Porto (CEMUP) sito no Campo Alegre, Porto, e ainda, no Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial (INEGI) situado em Leça do Balio, Matosinhos e laboratórios do Instituto Superior das Ciências da Saúde Norte (ISCSN) sitos em Gandra, Paredes.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - Mazurat NM, Mazurat RD. Discuss before fabricating: communicating the realities of partial denture therapy. *J Can Dent Assoc* 2003;69:90-4.
- 2 - Davenport JC, Basker RM, Heath JR, Ralph JP, Glantz PO. Retention. *Br Dent J* 2000; 189: 646-57.
- 3 - Davenport JC, Basker RM, Heath JR, Ralph JP, Glantz PO, Hammond P. Connectors. *Br Dent J* 2001; 190: 184-91.
- 4 - Sadig WM, Idowu AT. Removable partial denture design: A study of a selected population in Saudi Arabia. *J Contemp Dent Pract* 2002;3:1-11.
- 5 - Benatti OF, Miranda WG Jr, Muench A. In vitro and in vivo corrosion evaluation of nickel-chromium and copper-aluminum-based alloys. *J Prosthet Dent* 2000; 84: 360-3.
- 6 - Weber H, Frank G. Spark erosion procedure: a method for extensive combined fixed and removable prosthodontics care. *J Prosthet Dent* 1993; 69: 222-7.
- 7 - Nelson SK, Wataha JC, Lockwood PE. Accelerated toxicity testing of casting alloys and reduction of intraoral release of elements. *J Prosthet Dent* 1999; 81: 715-20.
- 8 - Wataha JC. Alloys for prosthodontic restorations. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 351-63.
- 9 - Lindquist TJ, Stanford CM. Development and application of a new abrasion testing device. *J Prosthet Dent* 2000; 84: 635-41.
- 10 - Besimo CE, Guarneri A. In vitro retention force changes of prefabricated attachments for overdentures. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 671-8.
- 11 - Wichmann MG, Kuntze W. Wear behaviour of precision attachments. *Int J Prosthodont* 1999; 12: 409-14.
- 12 - Fromentin O, Picard B, Tavernier B. In vitro study of the retention and mechanical fatigue behaviour of four implant overdenture stud-type attachments. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1999; 11: 391-7.
- 13 - Stewart BL, Edwards RO. Retention and wear of precision-type attachments. *J Prosthet Dent* 1983; 49: 28-34.
- 14 - Setz J, Lee SH, Engel E. Retention of prefabricated attachments for implant stabilized overdentures in the edentulous mandible: An in vitro study. *J Prosthet Dent* 1998; 80: 323-9.
- 15 - Gamborena JI, Hazelton LR, NaBadalung D, Brudvik J. Retention of ERA direct overdenture attachments before and after fatigue loading. *Int J Prosthodont* 1997; 10: 123-30.