

Alteração da cor das próteses maxilofaciais: revisão de literatura

Daniela Nardi MANCUSO^a, Paulo Renato Junqueira ZUIM^b, Eduardo Passos ROCHA^b,

Wirley Gonçalves ASSUNÇÃO^b, Marcelo Coelho GOIATO^b

^a*Mestre em Prótese Dentária, Faculdade de Odontologia, UNESP,
16015-050 Araçatuba - SP*

^b*Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese,
Faculdade de Odontologia, UNESP, 16015-050 Araçatuba - SP*

Mancuso DN, Zuim PRJ, Rocha EP, Assunção WG, Goiato MC. Color changes in maxillofacial prostheses: literature review. Rev Odontol UNESP. 2005; 34(4): 173-78.

Resumo: Um dos maiores problemas para o protesista maxilofacial está em como controlar a alteração da cor das próteses no decorrer de seu uso. Para isso, pesquisas têm sido feitas, ao longo dos anos, sobre os diversos materiais e sistemas de pigmentação disponíveis no mercado, além de avaliação sobre como esses materiais se comportam ante as exposições ambientais a que são submetidos. Portanto, o presente trabalho teve a finalidade de avaliar, através da revisão de literatura desde 1969 até os dias de hoje, a alteração da cor dos materiais utilizados em próteses maxilofaciais, pigmentados ou não após o envelhecimento. Para isso, os materiais, pigmentos, método de exposição e de avaliação dos corpos-de-prova foram analisados separadamente. Pôde-se observar que o silicone Silastic MDX 44210 propiciou os melhores resultados com relação à estabilidade de cor, sendo ainda considerado como um ótimo material de escolha para uso em próteses maxilofaciais. Já os pigmentos intrínsecos resultaram em menor alteração de cor. O envelhecimento ao ar livre apresentou alteração de cor menor que o envelhecimento acelerado. No entanto, é importante esclarecer que, devido à diversidade de materiais e pigmentos disponíveis em cada país e à ausência de padronização internacional, há necessidade de se pesquisar mais sobre as propriedades dos materiais, bem como a alteração de cor.

Palavras-chave: *Prótese maxilofacial; silicone; alteração de cor; pigmentação em prótese.*

Abstract: A Maxillofacial prosthesis problem is how to control the color change of the prostheses during use. Researches have been made, along the years, about several materials and pigmentation systems available in market, besides evaluation about behavior materials in front of the environmental exhibitions that they are submitted. Therefore, the present work had the purpose of evaluating, through the literature revision since 1969 until today, the color change of the materials used in prostheses maxilofaciais pigmented or not after aging. For that, materials, pigments, exhibition and evaluation of the body proofs methods were analyzed separately. It could be observed that Silastic MDX 44210 silicone obtained the best results in color stability, being considered as a great choice material for use in maxillofacial prostheses. The outdoors aging presented smaller color change than accelerated aging. However, it is important to observe that due to the diversity of materials and available pigments in each country and absence of the international standardization, there is a need to research more about the properties of the materials, as well color change.

Keywords: *Maxillofacial prosthesis; silicones; color change; prosthesis coloring.*

Introdução

A reabilitação por meio do uso das próteses maxilofaciais permite que o paciente seja reinserido em um contexto de convívio social do qual antes, devido ao defeito facial aparente, encontrava-se excluído.

A dificuldade do protesista está em conseguir confeccionar uma prótese que dê confiança ao paciente permitindo que ele a use com segurança. Para isso, o material que a constitui deve ter adequadas propriedades físicas e mecânicas, ter uma vida útil satisfatória em termos de resistência e de deterioração das bordas e, principalmente, deve manter seu padrão estético de cor com o passar do tempo. Segundo Cantor et al.¹ os resultados de tratamento com próteses maxilofaciais são influenciados pela natureza do defeito anatômico, habilidade do protesista e pelas propriedades dos materiais usados. De acordo com esses autores, as propriedades mais críticas são estética, durabilidade e facilidade no manuseio. Sobre isso, Chen et al.² afirmaram que a prótese deve ser durável, estética e estável em relação à cor.

No entanto, vários materiais foram desenvolvidos com o intuito de se aproximar às características naturais dos tecidos, como as resinas acrílicas, os poliuretanos, os cloretos polivinílicos, os polietilenos e os silicones^{3,4}. Entre os materiais disponíveis para a confecção das próteses maxilofaciais, os mais utilizados são a resina acrílica termicamente ativada e os silicones, polimerizados pelo calor (HTV - Heat Temperature Vulcanizing) e à temperatura ambiente (RTV - Room Temperature Vulcanizing)⁵⁻⁷. Entretanto, a correta coloração das próteses faciais, de forma que se iguale à cor da pele do paciente, tem sido um desafio para os protesistas, constituindo um dos passos mais delicados da confecção dessas aloplastias.

Dentro desse contexto, vários métodos de pigmentação foram testados no intuito de alcançar a estabilidade de cor tanto para pigmentações intrínsecas quanto extrínsecas ante a exposição aos fatores ambientais^{6,8,9}. No entanto, na revisão de literatura de Gary, Smith¹⁰, encontrou-se uma variedade de métodos de testes de estabilidade da cor, mas poucas investigações relacionando a estabilidade de cor dos pigmentos com a dos elastômeros maxilofaciais¹¹.

A proposta deste trabalho é relatar, pela revisão da literatura, as alterações de cor por envelhecimento dos materiais utilizados em próteses maxilofaciais, pigmentados ou não.

Revisão de literatura

Silicones

Os silicones surgiram comercialmente após a Segunda Guerra Mundial, mas só começaram a ser pesquisados e utilizados na área médica a partir de 1953.

Lewis, Castleberry¹² avaliaram alguns materiais para uso em próteses maxilofaciais e afirmaram que o silicone

Silastic 44210 RTV (Dow Corning Corporation, MI, EUA) era, na época, promissor nessas aplicações, com excelentes propriedades mecânicas, de fácil processamento e baixo custo. Pensando nisso, Yu et al.¹³, nesse mesmo ano, afirmaram que o Silastic 44210 é processado em temperatura ambiente; é simples e conveniente para ser processado; quando polimerizado, possui excelentes propriedades físicas e mecânicas e que estas características não são alteradas pelo envelhecimento acelerado. Em seguida, Craig et al.¹⁴ e Koran et al.¹⁵ afirmaram que o Silastic 44210 era indicado como material para uso em próteses maxilofaciais, pois, além de o polímero ser um líquido viscoso moderado, esse material demonstrou ser estável em cor e fácil de ser pigmentado.

Craig et al.¹⁴ testaram a estabilidade de cor de um polivinil não pigmentado, uma poliuretana e 4 silicones (Silastic 382, Silastic 399, Silastic 44210, Silastic 44515). Os corpos-de-prova foram colocados em uma câmara de exposição às condições atmosféricas artificiais, e o envelhecimento acelerado foi realizado pela exposição dos corpos-de-prova a uma fonte luminosa de xenônio de 2500-W. Antes e depois do envelhecimento acelerado, todos os materiais foram avaliados com um espectrofotômetro de reflexão. No entanto, todos os silicones mostraram estabilidade de cor satisfatória, embora o Silastic 44210 tenha apresentado as melhores propriedades.

Andres et al.¹⁶, estudando os efeitos dos fatores ambientais sobre os elastômeros maxilofaciais, realizaram um levantamento internacional que consistia em seis questões enviadas à Associação da Academia Americana de Prótese Maxilofacial, aos diretores dos Programas de Prótese da graduação e pós-graduação e aos membros da Associação Americana de Aloplastia (uma organização de protéticos) com o propósito de determinar quais eram os materiais mais frequentemente utilizados por eles na confecção de próteses faciais; as vantagens e desvantagens desses materiais; os métodos de coloração adotados por eles; e as propriedades que eles consideravam ideais em um material. Os resultados desse levantamento indicaram que a maioria dos protesistas e protéticos estava usando um silicone RTV, sendo o MDX 44210 o mais popular e que a coloração era feita intrinsecamente com pigmentos secos terrestres ou pigmentos artísticos. As maiores vantagens listadas pelos entrevistados foram uso de modelos de gesso, facilidade de manipulação, de coloração e de limpeza e possibilidade de margens finas; as maiores desvantagens citadas foram baixa resistência das margens, descoloração com o tempo, sensibilidade da técnica, insatisfatória compatibilidade com adesivos, peso de próteses grandes, dureza e insuficiente elasticidade. As características consideradas ideais a um material foram: presença de propriedades físicas e mecânicas similares às dos tecidos vivos que estão sendo substituídos, com estabilidade dimensional, reprodução de detalhes, alta resistência das margens, alta elasticidade e baixo peso. O

material deveria ser compatível com os tecidos vivos, não-tóxico, antialérgico e de fácil limpeza.

Pigmentos

Apesar da necessidade de escolha de um bom material, percebe-se que a cor vem sendo uma das maiores dificuldades encontradas pelo protesista, uma vez que, devido à ação de agentes externos, há uma alteração de cor que compromete a dissimulação do defeito facial. Devido a isso, Lewis, Castleberry⁴ declararam que as propriedades de cor ideais exigidas em um material protético para prótese maxilofacial têm de manter a coloração intrínseca e extrínseca. Além disso, a aparência e a força mecânica da prótese não devem ser alteradas por luz solar ou outros fatores ambientais.

Por outro lado, Chen et al.² e Hanson et al.⁶ afirmaram que a instabilidade de cor da prótese pode ser atribuída à exposição à luz ultravioleta (UV), à poluição do ar, às mudanças de temperatura e umidade. Além disso, o modo de apreender a prótese para limpeza e a aplicação de adesivos e aditivos cosméticos podem também alterar as propriedades físicas e a estabilidade de cor do material. Pesquisas informaram ainda que a insatisfação com a caracterização das restaurações foi uma das razões mais freqüentes dos pacientes para repugnar suas próteses¹⁷.

Têm sido destacados muitos tipos de pigmentos no mercado, disponíveis tanto para pigmentações intrínsecas quanto extrínsecas, dos diversos tipos de materiais utilizados para confecção das próteses faciais. Segundo Mayer¹⁸, os pigmentos podem ser classificados, de acordo com a sua cor e origem, como o elemento de seu componente principal. O termo “orgânico” pode ser aplicado a pigmento animal, vegetal ou pigmentos orgânicos sintéticos. Por outro lado, o termo “inorgânico” pode ser aplicado a pigmentos de terra natural, de terra natural calcinada ou de origem sintética.

No experimento de Leow et al.⁹, sete cores de pigmentos, consideradas essenciais para alcançar uma coloração satisfatória em próteses maxilofaciais, foram comparadas, pela sua estabilidade, por três formulações selecionadas. No total, 21 pigmentos foram testados. Os pigmentos presentes em suspensões, pastas ou pigmentos secos foram expostos por 9 meses a luz ultravioleta, temperaturas elevadas e várias concentrações de salinidade. Como resultado, obteve-se que a descoloração dos pigmentos foi atribuída à luz ultravioleta. Já os corpos-de-prova de silicone pigmentado e sem pigmentação mostraram uma tendência ao “amarelamento”, e os pigmentos claros tornaram-se mais escuros. Os corpos-de-prova que foram expostos a uma temperatura elevada de 50 °C mostraram alteração de cor pequena, porém significativa. Em uma temperatura moderada de 35 °C, ambos os corpos-de-prova (pigmentados e sem pigmentação) permaneceram com relativa estabilidade na coloração. Os pigmentos continuaram estáveis quando colocados em

soluções salinas de concentrações 0,15 M e 5,0 M. Além disso, os pigmentos em suspensões tiveram menor alteração de cor do que os pigmentos em pastas.

Silicone e pigmentos

Partiu-se então para estudos que avaliassem ao mesmo tempo o material de escolha com e sem pigmento. Sendo assim, Koran et al.¹⁵ testaram 11 pigmentos minerais de terra secos com o Silastic 44210. As cores foram identificadas como branca, amarela, laranja amarronzada, preta, vermelha, azul, marrom claro, marrom avermelhado, amarela claro, médio e escuro, e amarela alaranjado. Antes e depois do envelhecimento acelerado com uma fonte luminosa de xenônio de 2500-W, todos os materiais foram avaliados com um espectrofotômetro com comprimento de onda de 700 nm. Foram descobertas alterações muito pequenas em cor, mas esse achado não explicou o grau de degradação de cor que é visto clinicamente.

Yu et al.¹⁹, em 1980, avaliaram as propriedades físicas dos silicones para próteses maxilofaciais pigmentados em função do envelhecimento acelerado utilizando o Silastic 44210 e 11 pigmentos minerais de terra secos. Foi medida a força de ruptura, o porcentual máximo de alongamento, a resistência ao cisalhamento, a dureza Shore A e a deformação permanente. Os corpos-de-prova foram colocados em câmara de envelhecimento acelerado sob luz de xenônio de 2.500-W com filtro de borossilicato, que, segundo Judd, Wyszecski²⁰, produz um espectro similar ao do sol. Nesse estudo os autores concluíram que as propriedades físicas e mecânicas do material podem variar de acordo com a adição dos pigmentos, mas que essas alterações são muito pequenas e por isso insuficientes para condenar o uso em clínica.

Turner et al.²¹ avaliaram o poliuretano com quatro sistemas de coloração: tinta óleo, pigmentos de terra seco, Kaolin modificado com pigmento de terra seco a 7% e 10% em peso e pigmentos de pele da Daro produzidos para uso no poliuretano Epithane (Daro Products, Inc., Butler, Wis.). Os corpos-de-prova foram submetidos à câmara de envelhecimento acelerado Weather Ometer por 900 horas, e a análise de estabilidade de cor de cada sistema de coloração foi feita pelo método visual e por meio do espectrofotômetro. Os sistemas de coloração pigmentos de terra secos e tinta a óleo, mostraram-se similares na estabilidade de cor e foram recomendados para uso em clínica. Com relação à alteração de cor, o Kaolin teve a maior alteração e o Daro a menor alteração de cor.

Já Seluk et al.²² avaliaram a estabilidade de cor do Silastic 44210 com pigmentos de pó de cerâmica antes e após o envelhecimento acelerado em câmara. Os corpos-de-prova foram avaliados em espectrofotômetro de duplo feixe de luz e as cores determinadas por curva de reflexão obtida em espectro visível entre 400 nm e 700 nm. Os autores

perceberam que os pigmentos sintetizados em matriz de porcelana geralmente apresentam melhor estabilidade de cor quando comparados com os mesmos pigmentos que não foram incorporados na matriz de porcelana, o que comprova que provavelmente os pigmentos sintetizados têm potencial para produzirem próteses para reconstruções maxilofaciais estáveis.

Portanto, a partir da revisão destes e de outros trabalhos, Gary, Smith¹⁰ deduziram que silicone RTV e pigmentos exibem uma mudança de cor esperada e que pigmentos internos podem resultar em menos perda de cor porque haveria menos chance de os pigmentos serem dissolvidos durante a limpeza da prótese. Eles sugeriram instruir o paciente no cuidado com as próteses faciais, prolongando assim a longevidade da peça. Os pacientes deveriam ainda ser encorajados, segundo eles, a evitar exposição prolongada à luz solar e usar chapéus e óculos de sol. Deveriam também evitar usar cosméticos na prótese, até mesmo maquiagem à base de água, pois a lavagem repetida poderia dissolver e remover alguns pigmentos da superfície externa. Os pacientes não deveriam usar nenhum solvente, como álcool de isopropil, para limpar a prótese, porque poderia causar dissolução dos pigmentos, e ainda deveriam evitar fumar porque poderiam manchar a prótese nasal, por exemplo.

Percebe-se então que muitos pigmentos foram e são testados a cada dia, mas, para Gary et al.¹¹, ainda há uma falta de informações sobre os pigmentos, o que faz com que seja impossível comparar um estudo com outro, já que as nomenclaturas não são padronizadas e sim, por isso, confusas. A padronização da nomenclatura dos pigmentos foi proposta pela Sociedade Americana de Teste e Materiais (ASTM)²³ em 1997, e a lista dos pigmentos aprovados incluiu três categorias de estabilidade de cor: I, excelente; II, muito boa; e III, insuficiente.

Recentemente, Kiat-Amnuay et al.⁸ procuraram avaliar o efeito dos opacificadores usados em diferentes quantidades na estabilidade de cor do silicone A-2186 antes e depois do envelhecimento. Sessenta grupos experimentais compostos de silicone foram usados em várias concentrações (5%, 10% e 15%) de opacificadores (pó calcinado, branco e pigmento seco de titânio branco) com um dos cinco grupos de pigmentos cosméticos de terra secos (sem pigmentação – controle, vermelho, amarelo ocre, siena queimada, e uma mistura de todos os pigmentos). Todos os corpos-de-prova foram colocados em uma câmara de envelhecimento acelerado e expostos a luz, spray de água, temperaturas flutuantes e umidade. Os autores concluíram que a mistura de pigmentos cosméticos de terra secos com opacificadores não protege o silicone A-2186 dos efeitos da degradação de cor, especialmente no caso de pigmentos vermelhos.

Método de exposição e avaliação dos corpos-de-prova

É oportuno destacar também que o método de avaliação da alteração de cor deve seguir alguns princípios. Por isso, Cantor et al.¹ fizeram um estudo sobre métodos para avaliar materiais protéticos de próteses maxilofaciais, avaliando estética e cor. O espectrofotômetro de reflexão foi indicado para avaliar, medir e registrar a quantidade de luz refletida no espectro visível para cada comprimento de onda, e assim foi possível caracterizar os pigmentos que contribuem quantitativamente para uma certa cor. Outros trabalhos passaram a utilizar os mesmos recursos, como os de Sweeney et al.²⁴ e Weins²⁵, que investigaram a estabilidade de cor em elastômeros faciais usando fontes luminosas artificiais, câmaras de exposição às condições atmosféricas artificiais, e espectrofotômetro de reflexão.

Questionou-se então a possibilidade de haver diferenças entre a alteração de cor devida à exposição a câmaras de envelhecimento acelerado e à exposição direta à luz solar e a condições ambientais. Foi pensando nisso que Takamata et al.²⁶ avaliaram a alteração de cor de dois silicones de uso em prótese maxilofacial (MDX 44210 – RTV e o MDX 44515 – HTV) expondo-os à luz solar. Os corpos-de-prova foram expostos ao sol de Indianápolis durante 6 meses e analisados pela comparação visual e pela comparação feita no medidor de Cromax. Verificaram diferenças relativas na cromaticidade após 6 meses quando examinadas contra fundo branco e cinza. Além disso, o HTV mostrou maior diferença de cor do que o RTV quando examinados contra os três fundos. Por outro lado, no grupo controle, o HTV teve diferença significativa em relação ao RTV apenas contra o fundo branco. Os resultados indicaram então que o sol e as condições ambientais podem não ser responsáveis pelas mudanças de cor e sugerem que o envelhecimento, em vez da exposição solar, resulta na maioria das mudanças de cor observadas nas bases dos polímeros estudados (RTV e HTV).

Seguindo essa linha, Haug et al.²⁷ avaliaram a mudança de cor em seis elastômeros não pigmentados. Os corpos-de-prova foram sujeitos à temperatura natural, que foi descrita como expondo os corpos-de-prova às condições ambientais de Indianápolis ao ar livre por 6 meses. Os silicones (Silastic 44210, Silastic 4-4515, Adesivo Médico tipo A) e a poliuretana apresentaram maiores alterações de cor que o silicone A-120. A mudança de cor foi calculada a partir dos valores de cada grupo antes e depois do tratamento. No entanto, todos os corpos-de-prova apresentaram mudança de cor que foi considerada, nesse estudo, como uma mudança de cor visivelmente detectável.

Por outro lado, Lemon et al.²⁸ avaliaram a efetividade de uma luz absorvedora de UV na estabilidade de cor de um elastômero facial pigmentado vulcanizado à tempera-

tura ambiente (RTV). A luz absorvedora de UV (Spectra-sorb UV-5411; American Cyanamid Co.) foi adicionada intrinsecamente a um elastômero (mistura do Silastic MDX 44210 e o Adesivo Médico tipo A) incolor, pigmentado com pigmento à base de óleo e Kaolin (0,1% e 0,25% em peso), totalizando 3 grupos de 12 corpos-de-prova cada. Seis corpos-de-prova de cada grupo foram expostos à uma câmara de envelhecimento acelerado com luz de xenônio, e os outros 6 às condições ambientais naturais. Para a avaliação das alterações de cor, os corpos-de-prova foram analisados por espectrofotômetro de reflexão de 700 nm. Os autores concluíram que ocorreram mudanças de cor e que o envelhecimento artificial causou uma maior mudança que o envelhecimento ao ar livre. A luz absorvedora de UV, nesse estudo, não protegeu os corpos-de-prova das mudanças.

No mesmo ano, Beatty et al.²⁹ avaliaram a alteração de cor expondo o elastômero A2186 e cinco pigmentos de terra secos a dois tipos de luz ultravioleta (UVA e UVB). A mudança de cor foi medida com um espectrofotômetro de reflexão e calculada. Os autores concluíram que é considerável a estabilidade de cor dos pigmentos e do elastômero. As alterações de cor que ocorrem logo que a prótese é confeccionada podem ter sido causados por mudanças químicas que acontecem dentro do elastômero ou por perda de cor que acontece com certos pigmentos sensíveis à ação da luz ultravioleta. Entretanto, a alteração de longa duração pode ser causada por mudança de cor dentro do elastômero em resposta à exposição à luz ultravioleta.

Gary et al.¹¹ fizeram um estudo com um elastômero RTV, um pigmento inorgânico natural e dois pigmentos orgânicos sintéticos. Os grupos foram expostos à luz solar em diferentes lugares, como Flórida e Arizona. Antes e depois da exposição, o parâmetro de cor de cada espécime foi determinado espectrofotometricamente. Contudo, mudanças de cor que aconteceram no Arizona foram maiores do que as produzidas na Flórida. Além disso, os autores afirmaram que a aceleração da alteração de cor foi alcançada através de radiação solar em associação a outros fatores como temperatura de ar, umidade relativa, umidade causada por precipitação meteorológica e possíveis poluentes de ar. Pelo fato de a radiação ultravioleta variar substancialmente em função da estação do ano, a exposição ao ar livre, com as estações, pode causar discordância relativa à taxa aparente de degradação em polímeros sintéticos e agentes de coloração.

Tran et al.³⁰, em 2004, avaliaram a estabilidade de cor de um elastômero usado na confecção de próteses maxilofaciais quando uma luz ultravioleta absorvente (UVA) e um estabilizador de luz (HALS) foram aplicados ao elastômero contendo pigmentos orgânicos e inorgânicos. Os materiais usados foram um silicone RTV, um pigmento inorgânico natural e dois pigmentos orgânicos sintéticos, uma luz ultravioleta absorvente (UVA) e um estabilizador de luz (HALS). Os corpos-de-prova foram fabricados a partir de um molde,

identificados e expostos ao ar livre em Miami e Phoenix por aproximadamente três meses. Oito grupos (dois de cada um dos quatro tipos de materiais com ou sem aditivos) com 10 corpos-de-prova cada foram colocados em cada cidade. Os elastômeros sem pigmentação serviram como grupo controle. Os resultados mostraram que as alterações de cor diminuíram significativamente nos corpos-de-prova com os aditivos (UVA e HALS) e que os grupos com pigmento vermelho não foram afetados por eles. Os autores concluíram ainda que UVA e HALS mostraram-se efetivos no retardo de alterações de cor em muitas circunstâncias.

Conclusão

- O Silastic MDX 44210 têm sido considerado um material de propriedades físicas e mecânicas satisfatórias, mais estável com relação à cor e de fácil pigmentação; portanto, um bom material de escolha para uso em próteses maxilofaciais;
- a instabilidade de cor da prótese pode ser atribuída à exposição à luz ultravioleta (UV) e às mudanças de condição ambiental. No entanto, o envelhecimento artificial causa uma maior mudança de cor do que o envelhecimento ao ar livre;
- as alterações de cor diminuem significativamente com a adição de luz absorvedora de UV e com o estabilizador de luz (HALS). Porém, os opacificadores são ineficazes na redução da alteração de cor;
- há necessidade de mais pesquisas a respeito de materiais relacionados à confecção de próteses maxilofaciais e de suas alterações de cor. Contudo, o maior desafio do protesista é tentar imitar o natural a partir da aloplastia.

Referências

1. Cantor R, Webber RL, Stroud L, Ryge G. Methods for evaluating prosthetic facial materials. *J Prosthet Dent.* 1969; 21:324-32.
2. Chen M, Udagama A, Drane JB. Evaluation of facial prostheses for head and neck cancer patients. *J Prosthet Dent.* 1981; 46:538-44.
3. Azambuja TWF, Padilha DMP, Bercini F, Burzlaff JB, Puricelli E. Face: possibilidade de reconstrução protética: relato de um caso. *Rev Fac Odontol Porto Alegre.* 1994; 35(2):18-9.
4. Lewis DH, Cowsar DR, Castleberry DJ, Fischer TE. New and improved elastomer for extra-oral maxillofacial prostheses. *J Dent Res.* 1977; 56 (special issue A): A174.
5. Bulbulian AH. Maxillofacial prosthetics: evolution and practical application in patient rehabilitation. *J Prosthet Dent.* 1965; 15:544-69.
6. Hanson MD, Shipman B, Blomfield JV, Janus CE. Com-

- mercial cosmetics and their role in the coloring of facial prostheses. *J Prosthet Dent.* 1983; 50:818-20.
7. Polyzois GL. Color stability of facial silicone prosthetic polymers after outdoor weathering. *J Prosthet Dent.* 1999; 82:447-50.
 8. Kiat-Amnuay S, Lemon JC, Powers JM. Effect of opacifiers on color stability of pigmented maxillofacial silicone A-2186 subjected to artificial aging. *J Prosthodont.* 2002; 11:109-16.
 9. Leow ME, Ow RK, Valiyaveetil S, Lee MH, Pho RW. Colourfast pigments in silicone hand and maxillofacial prostheses. *Prosthet Orthot Int.* 2002; 26:124-34.
 10. Gary JJ, Smith CT. Pigments and their applications in maxillofacial elastomers: a literature review. *J Prosthet Dent.* 1998; 80:204-8.
 11. Gary JJ, Huget EF, Powell LD. Accelerated color change in a maxillofacial elastomer with and without pigmentation. *J Prosthet Dent.* 2001; 85:614-20.
 12. Lewis DH, Castleberry DJ. An assessment of recent advances in external maxillofacial materials. *J Prosthet Dent.* 1980; 43:426-32.
 13. Yu R, Koran A, Craig RG. Physical properties of elastomers for maxillofacial appliances under accelerated aging. *J Dent. Res.* 1977; 56 (special issue B): B150.
 14. Craig RG, Koran A, Yu R, Spencer J. Color stability of elastomers for maxillofacial appliances. *J Dent Res.* 1978; 57:866-71.
 15. Koran A, Yu R, Powers JM, Craig RG. Color stability of a pigmented elastomer for maxillofacial appliances. *J Dent Res.* 1979; 58:1450-4.
 16. Andres CJ, Haug SP, Brown DT, Bernal G. Effects of environmental factors on maxillofacial elastomers: part II: report of survey. *J Prosthet Dent.* 1992; 68:519-22.
 17. Jani RM, Schaaf NG. An evaluation of facial prostheses. *J Prosthet Dent.* 1978; 39: 546-50.
 18. Mayer R. *The artist's handbook of materials and techniques.* 5th ed. New York: Viking Penguin; 1991.
 19. Yu R, Koran III A, Craig RG. Physical properties of a pigmented silicone maxillofacial material as a function of accelerated aging. *J Prosthet Dent.* 1980; 59:1141-8.
 20. Judd DB, Wyszecski G. *Color in business, science and industry.* New York: Wiley and Sons; 1975.
 21. Turner GE, Fischer TE, Castleberry DJ, Lemons JE. Intrinsic color of isophorone polyurethane for maxillofacial prosthetics. Part II: color stability. *J Prosthet Dent.* 1984; 51: 673-5.
 22. Seluk LW, Yu R, Koran A. Stability of ceramic pigments for maxillofacial applications. *J Oral Rehabil.* 1987; 14:309-13.
 23. Standard specification for artists' oil and alkyd paints. ASTM D 4302-96a. West Conshohocken (PA): American Society for Testing and Materials; 1997.
 24. Sweeney WT, Fischer TE, Castleberry DJ, Cowperthwaite GF. Evaluation of improved maxillofacial prosthetic materials. *J Prosthet Dent.* 1972; 27: 297-305.
 25. Weins JP. A comparative study of selected elastomers subjected to artificial and outdoor weathering [Masters thesis]. Minnesota: University of Minnesota; 1980.
 26. Takamata T, Moore BK, Chalian VA. Evaluation of color changes of silicone maxillofacial materials after exposure to sunlight. *Dent Mater J.* 1989; 8: 260-70.
 27. Haug SP, Andres CJ, Munoz CA, Bernal G. Effects of environmental factors on maxillofacial elastomers part IV – optical properties. *J Prosthet Dent.* 1992; 68: 820-3.
 28. Lemon JC, Chambers MS, Jacobsen ML, Powers JM. Color stability of facial prostheses. *J Prosthet Dent.* 1995; 74: 613-8.
 29. Beatty MW, Mahanna GK, Dick K, Jia W. Color changes in dry-pigmented maxillofacial elastomer resulting from ultraviolet light exposure. *J Prosthet Dent.* 1995; 74: 493-8.
 30. Tran NH, Scarbecz M, Gary JJ. In vitro evaluation of color change in maxillofacial elastomer through the use of an ultraviolet light absorber and a hindered amine light stabilizer. *J Prosthet Dent.* 2004; 91: 483-90.