

PROTOTIPAGEM COMO FORMA ALTERNATIVA PARA REALIZAÇÃO DE CRANIOPLASTIA COM METILMETACRILATO

Nota técnica

Adriano Yacubian-Fernandes^{1,2,3}, Paulo Roberto Laronga¹, Régis Antônio Coelho¹, Luis Gustavo Ducati¹, Mateus Violin Silva¹

RESUMO - A prototipagem, método de reconstrução de segmentos do corpo humano através de programas de computação, tem sido usada na neurocirurgia para reproduzir o crânio de pacientes permitindo a programação de atos cirúrgicos e a produção de próteses para reconstruir falhas ósseas no crânio. Apresentamos dois casos de cranioplastia realizadas com o uso de próteses de acrílico construídas por prototipagem. Após 10 meses de acompanhamento, os pacientes não apresentaram sinais de infecção e apresentam bom resultado estético. As vantagens apontadas na literatura para este método (redução do tempo cirúrgico, facilidade técnica e bom resultado estético) foram observadas.

PALAVRAS-CHAVE: neurocirurgia, crânio, cirurgia plástica, metilmetacrilato.

Prototyping as an alternative to cranioplasty using methylmethacrylate: technical note

ABSTRACT - The prototyping is a method for reconstruction of human body segments by computer software. It has been used in neurosurgery for cranial reproduction in patients allowing the programming of surgical procedures and the production of prosthesis to reconstruct bone failures in the skull. We present two cases of cranioplasty performed with the use of acrylic prosthesis constructed by prototyping. After 10 months of follow-up, they do not present signs of infection and show good aesthetic result. The advantages pointed at the literature for this method (reduction of surgical time, easy technical handle, and good aesthetic result) were confirmed.

KEY WORDS: neurosurgery, skull-plastic surgery, methylmethacrylate.

A prototipagem, método de reprodução de segmentos corporais a partir da imagem adquirida por exames de tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética (RM), tem sido usada na área médica para construção de moldes que facilitam a programação cirúrgica, a simulação cirúrgica e também a criação de próteses¹⁻³. Para correção de falhas ósseas (cranioplastia) a prototipagem permite a reconstrução do crânio evidenciando as reais proporções da falha óssea, possibilitando a construção de uma prótese reparadora com diferentes materiais como metilmetacrilato, titânio (malhas) ou hidroxiapatita, entre outros. As vantagens apresentadas por este método para realização de cranioplastia apontadas na literatura

são: redução do tempo cirúrgico e facilitação técnica com conseqüente diminuição da taxa de infecção e melhor resultado estético¹⁻⁴.

O presente estudo tem como objetivo apresentar o uso do método de prototipagem em nosso meio como forma de facilitação técnica e melhoria dos resultados cirúrgicos em cranioplastia.

MÉTODO

Relatamos dois casos que tiveram seus retalhos ósseos retirados para tratamento de infecção pós craniotomia, determinando extensa falha óssea.

Caso 1. Mulher, 67 anos, operada em junho/2001 por meningioma psamomatoso parietal parassagital

¹Serviço de Neurocirurgia do Hospital de Base, Bauru SP, Brasil; ²Departamento de Neurologia e Psiquiatria da Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu SP, Brasil; ³Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, Universidade de São Paulo, Bauru SP, Brasil.

Recebido 18 Dezembro 2003, recebido na forma final 14 Abril 2004. Aceito 31 Maio 2004.

Dr. Adriano Yacubian Fernandes - Rua Alberto Brandão de Rezende 3-64 - 17017-250 Bauru SP - Brasil. E-mail: yacubian@fmb.unesp.br

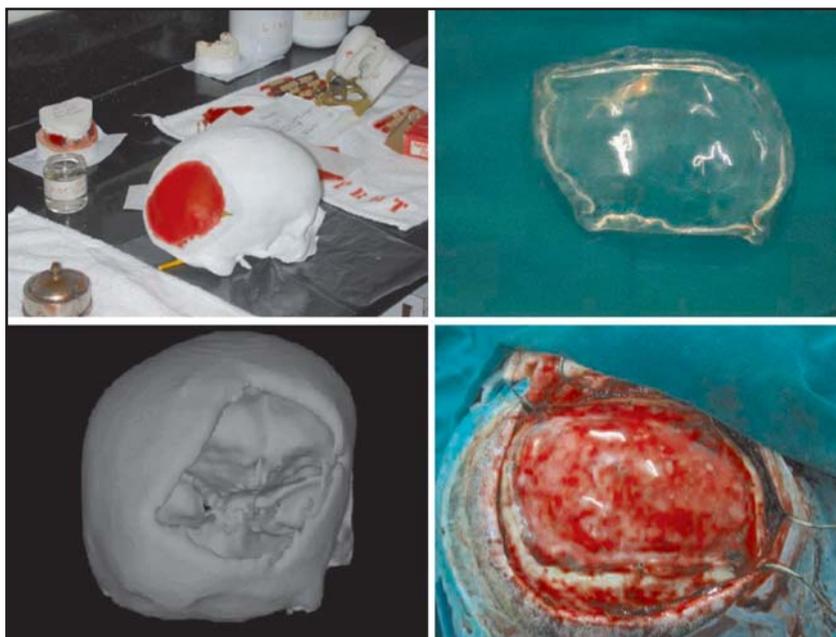


Fig 1. Crânio prototipado em resina epóxi com molde da prótese pré-confeccionada (acima à esquerda); prótese de metilmetacrilato pronta (acima à direita); tomografia helicoidal - reconstrução tridimensional (abaixo à esquerda); prótese fixada à falha óssea no intra-operatório, recobrando o leito receptor (abaixo à direita).

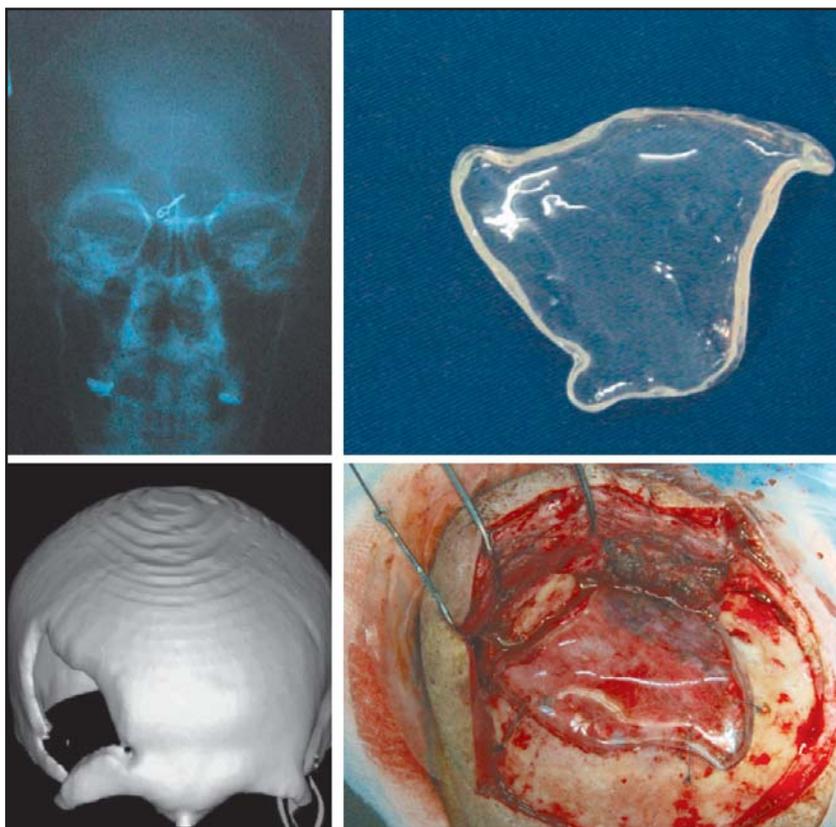


Fig 2. Raio-X mostrando falha óssea pré-operatória (acima à esquerda); prótese de metilmetacrilato (acima à direita); tomografia helicoidal - reconstrução tridimensional (abaixo à esquerda); cranioplastia utilizando prótese pré-moldada (abaixo à direita).

com ressecção total e remissão dos sintomas apresentados (hemiparesia esquerda). Evoluiu com osteomielite após alguns meses, necessitando de limpeza cirúrgica (dezembro/2001) e tratamento com antibioticoterapia. Após 12 meses (dezembro/2002), sem evidências de infecção, foi submetida a cranioplastia com prótese de metilmetacrilato construída por prototipagem.

Caso 2. Homem, 55 anos, operado de aneurisma do segmento comunicante posterior da artéria carótida interna direita (janeiro/2001), evoluindo sem intercorrências no pós-operatório imediato. Apresentou quadro de infecção da craniotomia sendo submetido à limpeza cirúrgica em fevereiro/2002 e antibioticoterapia. Realizada cranioplastia após 11 meses (janeiro/2003), com prótese de metilmetacrilato construída por prototipagem.

Observação: ambos os pacientes assinaram o termo de consentimento informado.

Método de prototipagem

Os pacientes com falhas ósseas foram estudados através de TC helicoidal tipo X-Vision (Toshiba) através de cortes de 1mm. Tais imagens foram submetidas a reconstrução tridimensional para a realização da prototipagem. Baseado na aquisição das imagens reconstruídas é utilizado *laser* que solidifica seletivamente uma resina fotossensível para formar o objeto desejado. O molde é criado a partir de múltiplos cortes horizontais de 0,25 a 1mm de espessura cada um, que são fundidos uns aos outros para formar o modelo tridimensional nas exatas proporções e medidas dos crânios estudados com material sintético (resina epóxi).

A partir da criação dos crânios prototipados foram confeccionados moldes em cera de forma manual por técnicas utilizadas na confecção de próteses dentárias, a partir dos quais foram construídas próteses em metilmetacrilato transparente. Tais próteses, realizadas no setor de próteses do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo (HRAC/USP) – Bauru, foram novamente adequadas ao modelo prototipado, verificando o perfeito encaixe das mesmas na falha óssea reproduzida (Fig. 1).

Técnica cirúrgica

Após assepsia do leito cirúrgico e abertura em plano único, foi feita exposição completa das bordas livres da falha óssea, seguida de adequada hemostasia. Seguiu-se a realização dos orifícios para osteossíntese, sendo feita a colocação da prótese que foi aberta em campo no momento de sua colocação e fixada com fios de nylon 2.0 (Fig 2). Foi usado antibiótico sistêmico profilático por 24h a partir da indução anestésica e utilizado dreno subgaleal no período pós-operatório por 24 horas.

RESULTADOS

Ambos os pacientes foram submetidos à cranioplastia com mais de seis meses de intervalo após

a limpeza cirúrgica, período este preconizado pela literatura^{5,6}.

Em ambos os casos a dificuldade técnica observada foi determinada pela espessura da prótese, que foi construída com a mesma espessura da calota craniana adjacente à falha óssea determinando discreto desnivelamento que foi corrigido após a fixação da prótese com fios de nylon. No pós-operatório imediato ambos os pacientes apresentaram importante aumento do volume subjacente à incisão cirúrgica determinado provavelmente por transudado produzido pela presença da prótese. No momento da retirada dos pontos no 12º pós-operatório não mais se observava o transudado referido. Após seguimento de 10 meses, os pacientes apresentam bom resultado estético e não apresentam complicação secundária à cranioplastia.

DISCUSSÃO

A cranioplastia é possivelmente o procedimento cirúrgico mais antigo que se tem notícia, com indícios de sua realização datando desde 3000 A.C., quando, ao lado de crânios Incas trepanados, eram freqüentemente encontradas conchas, cuias e placas de ouro e prata⁷. O uso do metilmetacrilato em cranioplastia iniciou-se em 1940, quando foi utilizado por Zander em humanos e por Kleischmidt em animais⁸. Até hoje, o acrílico é o material mais empregado apresentando resistência e força medianas, produz reações tissulares aceitáveis, capaz de aderir firmemente ao osso, não é termocondutor, é de fácil obtenção e baixo custo.

A prototipagem é um método bastante utilizado, e citado na literatura mundial desde a última década^{1,9}. Vem sendo utilizada na área médica e odontológica de forma a permitir programações cirúrgicas e criação de próteses. Em nosso meio esta utilização não é de uso rotineiro, por questões operacionais e de custos financeiros¹⁰. Através da obtenção de imagem do crânio em TC helicoidal com cortes finos (1mm) e reconstrução 3D, utilizam-se técnicas de espelhamento e interpolação de imagens para projetar o molde com dimensões reais.

Existem várias formas de prototipagem empregadas para criação de biomodelos (replicação da morfologia de uma estrutura biológica em substância sólida). Métodos de prototipagem rápida foram desenvolvidos, entre eles o de estereolitografia, sendo o mais utilizado atualmente^{1,2}. Este sistema é capaz de reproduzir superfícies irregulares com perfeição. Baseado na aquisição das imagens re-

construídas é utilizado *laser* que solidifica seletivamente um polímero líquido ou resina fotossensível para formar o objeto desejado¹. É então produzida a réplica exata do crânio e, a partir da falha óssea, desenvolvido o implante ideal, com os mais diversos materiais sintéticos (malha de titânio, metilmetacrilato, hidroxapatita, entre outros). A confecção da prótese pode ser feita a partir de moldes determinados dos programas de computação gráfica ou mesmo pode ser feita por técnicas manuais a partir do crânio prototipado. Nestes casos, por uma questão de experiência local, foi usado um método manual de confecção a partir de cera e criação de um molde para a confecção final composta por metilmetacrilato transparente.

As vantagens que coincidem nos estudos da literatura são: a redução do tempo cirúrgico (de 16 até 41%¹⁻³), programação e revisão de estratégia cirúrgica previamente à cirurgia, confecção de próteses de forma precisa, e ainda como método didático de ensino anatômico. Além disto, permite ao paciente melhor entendimento de sua patologia e do procedimento a ser realizado. Outra vantagem da prototipagem com o uso de metilmetacrilato é que se evita a polimerização do material *in loco* e os problemas advindos deste processo (reação exotérmica com lesão de estruturas durais e subdurais, e liberação do monômero na circulação, provocando hipotensão arterial sistêmica).

Detalhes técnicos devem ser precisamente observados: exposição adequada das bordas da falha óssea, correção de irregularidades e adequação final da prótese. Alguns autores recomendam que, ao abrir o implante em campo, este seja embebido em solução com antibiótico. Em nossos pacientes, não utilizamos antibiótico tópico, e expusemos o implante (previamente esterilizado em óxido de etileno) somente com o campo cirúrgico receptor exposto, no momento da remodelação. Tais detalhes técnicos são descritos na literatura e embasados na prevenção de complicações posteriores⁶. Observamos importante edema da ferida cirúrgica secundário a transudato decorrente de reação inflamatória devido ao uso de metilmetacrilato que apresentou rápida resolução.

O resultado estético observado foi satisfatório em ambos os casos e, principalmente no caso 2 em que se fez uma cranioplastia para uma falha seguida de craniotomia pterional. Embora numa área de difícil moldagem devido à sua irregularidade, a prótese ficou perfeitamente ajustada e determinou bom resultado estético.

Provavelmente, o pouco uso destas técnicas em nosso meio se deva a dificuldades operacionais e de custo financeiro. Atualmente com a difusão de aparelhos de TC helicoidal e de *softwares* que trabalham com imagens médicas, tal operacionalidade é facilitada e os custos foram reduzidos.

A redução das taxas de infecção determinadas pelo uso destas técnicas pode ser atribuída tanto à redução de tempo cirúrgico quanto às facilidades técnicas que determinam menor manipulação das próteses e dos tecidos adjacentes^{11,12}.

As taxas de infecção variam na literatura de 3,8% a 14 % em cranioplastias^{5,13,14}, independentemente do material utilizado. Um dos fatores que favorecem a infecção da prótese é a sua localização próxima aos seios da face¹⁵. Não há estudos randomizados comparando o índice de infecções em moldes prototipados e aqueles moldados no intra-operatório.

Como conclusão, os casos apresentados ilustram o uso da prototipagem no auxílio da confecção de próteses em metilmetacrilato para correção de falhas ósseas (cranioplastia) evidenciando bons resultados (estético, de proteção e com redução das taxas de infecção).

REFERÊNCIAS

1. D'Urso PS, Earwaker WJ, Barker TM, et al. Custom cranioplasty using stereolithography and acrylic. *Br J Plast Surg* 2000;53:200-204.
2. D'Urso PS, Atkinson RL, Lanigan MW, et al. Stereolithographic (SL) biomodelling in craniofacial surgery. *Br J Plast Surg* 1998;51:522-530.
3. D'Urso PS, Barker TM, Earwaker WJ, et al. Stereolithographic biomodelling in cranio-maxillofacial surgery: a prospective trial. *J Craniomaxillofac Surg* 1999;27:30-37.
4. Eufinger H, Wehmöller M, Harders A, Heuser L. Prefabricated prostheses for the reconstruction of skull defects. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1995;24:104-110.
5. Delashaw JB Jr, Persing JA. Repair of cranial defects. In Youmans JR (ed). *Neurological surgery*, 4th.ed. Philadelphia: Saunders, 1996:1853-1864.
6. Eppley BL, Kilgo M, Coleman JJ. Cranial reconstruction with computer-generated hard-tissue replacement patient-matched implants: indications, surgical technique, and long-term follow-up. *Plast Reconstr Surg* 2002;109:864-871.
7. Sanan A, Haines SJ. Repairing holes in the head: a history of cranioplasty. *Neurosurgery* 1997;40:588-603.
8. Gladstone HB, McDermott MW, Cooke DD. Implants for cranioplasty. *Otolaryngol Clin N Am* 1995;28:381-400.
9. Sailer HF, Haers PE, Zollikofer CP, Warnke T, Carls FR, Stucki P. The value of stereolithographic models for preoperative diagnosis of craniofacial deformities and planning of surgical corrections. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1998;27:327-333.
10. Toth BA, Ellis DS, Stewart WB. Computer-designed prostheses for orbitocranial reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1988;81:315-324.
11. Eppley BL. Alloplastic implantation. *Plast Reconstr Surg* 1999;104:1761-1785.
12. Choux M, Genitori L, Lang D, Lena G. Shunt implantation: reducing the incidence of shunt infection. *J Neurosurg* 1992;77:875-880.
13. Benzel EC, Thammavaram K, Kesterson L. The diagnosis of infections associated with acrylic cranioplasties. *Neuroradiology* 1990;32:151-153.
14. Tokoro K, Chiba Y, Tsubone K. Late infection after cranioplasty: review of 14 cases. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 1989;29:196-201.
15. Pereira WC, Tenuto RA, Vellutini DF. Cranioplasty and correction of cerebrospinal rhinorrhea with methylmethacrylate: considerations apropos of 35 cases. *Arq Neuropsiquiatr* 1965;23:165-75.