

O uso de simuladores no aprendizado para cirurgia otológica

The use of simulators in the learning for otologic surgery

Ana Maria Almeida de Sousa¹, Daniel Mochida Okada², Fabio Akira Suzuki³.

1) Médica. Residente de Otorrinolaringologia do Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo - IAMSPE.

2) Mestre em Ciências da Saúde IAMSPE-HSPE. Assistente do Serviço de Otorrinolaringologia do Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo - IAMSPE.

3) Doutor em Otorrinolaringologia - UNIFESP. Diretor do Centro de Desenvolvimento de Ensino e Pesquisa do Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo - IAMSPE.

Instituição: Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo - IAMSPE.
São Paulo / SP - Brasil.

Endereço para correspondência: Ana Maria Almeida de Sousa - Avenida Paulista, 671/404 - Bela Vista - São Paulo / SP - CEP: 01311-100 - Telefone: (+55 11) 5088-8000 - E-mail: anamasousa@yahoo.com.br

Artigo recebido 23 de Setembro de 2010. Artigo aprovado em 5 de Fevereiro de 2011.

RESUMO

Introdução: A doutrina do “aprender fazendo” foi criada por HALSTED e col. no início do século 20 criando o primeiro modelo de residência médica do mundo. Esse aprendizado se desenvolve em 3 fases: cognitiva, associativa e autônoma, por meio de uma curva ascendente. Os simuladores surgiram nos últimos anos como complementação à fase cognitiva, somando esforços para o treinamento, antes realizado apenas em modelos animais e em cadáveres, cada vez mais dificultado por dilemas médico-legais.

Objetivo: Descrever e comparar os diversos tipos de simuladores disponíveis para o aprendizado de cirurgia otológica.

Síntese dos dados: Os modelos de simuladores se dividem principalmente em modelos reais e virtuais, cada um contendo suas particularidades com pontos positivos e negativos. O ponto principal de cada um deles é o feedback sensitivo conferido por cada um deles, o que chamamos de realidade háptica: coloração da estrutura dissecada; audição de sons correspondentes, como o da broca ou do aspirador; presença de pedal para acionamento da broca; possibilidade de aspiração do conteúdo dissecado; presença de joystick que simule a caneta do motor; utilização de óculos ou mesmo microscópio para visualização tridimensional; utilização de instrumental cirúrgico otológico real. O custo dos diferentes tipos de simuladores é também um ponto crucial para a implementação dos mesmos na realidade diária dos centros de treinamento. É importante citar que alguns desses simuladores permitem que os alunos em treinamento possam ser avaliados objetivamente pelo próprio simulador.

Conclusão: Simuladores são vistos como ferramenta complementar para treinamento e aprimoramento de cirurgias otológicas.

Palavras-chave: materiais de ensino, modelos anatômicos, procedimentos cirúrgicos otológicos, otolaringologia.

SUMMARY

Introduction: The teaching method of “learn by doing it” was created by Halsted e col. In the beginning of 20th century creating the first model of medical residence in the world. This learning develops in three phases: cognitive, associative and autonomous, through an ascending curve. The simulators appeared in the last years as a complement to the cognitive phase, adding efforts to the training, performed before only in animals and cadavers, ever more hampered by medical and legal dilemmas.

Objective: Describe and compare the various types of simulators available for the learning of otological surgery.

Data synthesis: The model of simulators are divided mainly in real and virtual models, each having its peculiarities with positive and negative points. The main point of each one of them is the sensory feedback granted by each one of them, what we call it haptic reality: coloring of the structure dissected; listening to the corresponding sounds; as the drill or vacuum; presence of a joystick that simulates the pen motor; use of glasses or even a microscope for three dimensional view; use of a real otologic surgical instrument. The cost of the different types of simulators is also a key point for the implementation of them in the daily reality of the training centers. Is important to mention that some of these simulators allow the training students and can be objectively evaluated by the simulator itself.

Conclusion: Simulators are seen as a complementary tool for training and improvement of the otological surgeons.

Keywords: teaching materials, anatomical models, otological surgical procedures, otolaryngology.

INTRODUÇÃO

Com a criação do primeiro programa de residência médica americana em cirurgia, por William S. Halsted, no John Hopkins Hospital, no início do século 20, criou-se a doutrina do “aprender fazendo”, em que o residente assume níveis crescentes de independência e de responsabilidade (1). Esse progressivo ganho de conhecimento envolve inúmeras questões médico-legais, mas muitos estudos mostram redução deste tipo de problema com o treinamento prévio em modelos animais, cadáveres e simuladores.

É importante lembrar que neste processo há, segundo a teoria de FITSS e POSNER, três fases distintas: cognitiva, associativa e autônoma, onde o aluno percorre uma curva crescente de aprendizado para aquisição de conhecimento (2).

Nos últimos anos, simuladores surgiram para o aprimoramento da fase cognitiva, para que o aluno possa chegar à fase de treinamento em humanos mais preparado e consciente dos instrumentais e do arsenal de técnicas que estão disponíveis, por meio de amplo treinamento prévio. Anteriormente, o treinamento era realizado apenas em modelos animais e em cadáveres, mas isso é algo limitado devido à crescente dificuldade de obtenção (3), ficando os simuladores responsáveis pelo progressivo preenchimento desta lacuna.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo descrever e comparar os diversos tipos de simuladores disponíveis para o aprendizado de cirurgia otológica encontrados na literatura.

SÍNTESE DE DADOS

A otorrinolaringologia é uma especialidade cirúrgica bastante contemplada com simuladores para aprimoramento técnico. Na otologia temos simuladores que permitem desde o treinamento em miringotomia até a dissecação tridimensional complexa das estruturas do osso temporal.

VOLSKI e col. (4) descreveram um modelo desenvolvido para o treinamento de miringotomia e inserção de tubo de ventilação. Constituído de três unidades: canal, acoplador e cabeça, o simulador promete apresentar a mesma textura, cor, opacidade e elasticidade da orelha humana. Tem como vantagem financeira, a possibilidade de troca apenas do acoplador que contém a membrana timpânica para ser reutilizado. Este modelo mostrou-se útil para o treinamento de residentes no início do aprendizado cirúrgico, com melhora do tempo e da técnica de execução

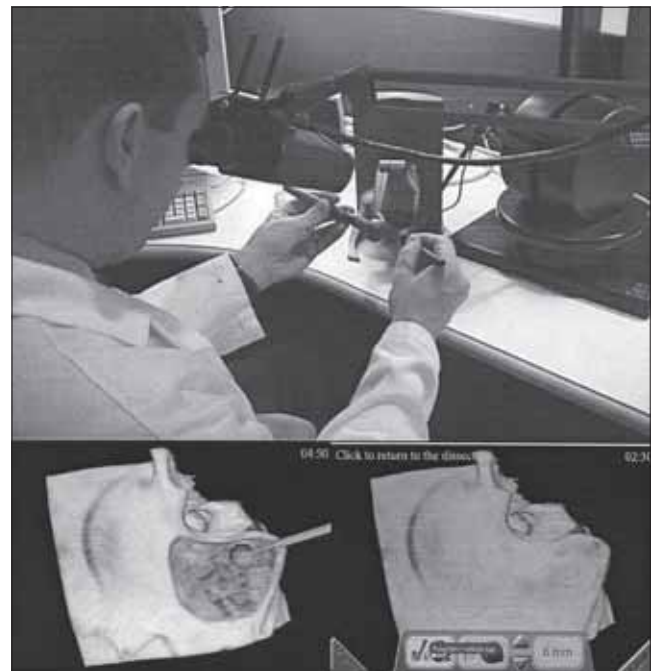


Figura 1. Modelo de WIET (5).

do procedimento, embora não tenha se mostrado tão útil para o aprimoramento de cirurgiões mais experientes.

Buscando interatividade e realismo semelhante a dissecação de cadáver em laboratório, WIET e col. (5) desenvolveram um modelo virtual para a dissecação de osso temporal. Desenvolvido por um programa de computador, o simulador permite a visualização tridimensional através de sistema especial binocular, que simula um microscópio, com boa resolução de imagem, além de prometer boa sensibilidade tátil através de um dispositivo de realidade háptica, semelhante a um joystick (Figura 1), simulando o fresamento e a irrigação, além de permitir a audição do som emitido pelo motor em diferentes escalas harmônicas, dependendo do tipo de broca e da intensidade do fresamento, bem como o som da sucção do aspirador, conferindo um bom *feedback* ao usuário. O modelo foi totalmente desenvolvido a partir de imagens tomográficas de ossos temporais de cadáveres reconstruídas em computador, para reprodução fiel da dissecação. O sistema conta ainda com o modo de identificação das estruturas anatômicas, onde é possível o estudo individualizado: o sistema solicita ao usuário que aponte determinada estrutura, bem como pode também mostrar a estrutura e pedir que o usuário a nomeie. Contém também o modo de demonstração, que resgata a dissecação completa já realizada e gravada.

O grupo alemão de ZIRLKE (6) também desenvolveu um modelo de simulação virtual de osso temporal que conta com óculos especiais para visão tridimensional, além de pedal para controle virtual do motor, que contém controle sensível do fresamento. Também é possível o



Figura 2. Modelo de ZIRKLE (6).

ajuste de magnificação da imagem. É um simulador constituído de toda uma estrutura especial (Figura 2) que simula a broca por um *joystick* que mimetiza a sensibilidade real. Este modelo tem a capacidade de avaliação do usuário, através do número de movimentos executados, velocidade dos movimentos, tempo total de execução do procedimento e efetividade do movimento. Esta avaliação pode servir tanto para comparar o usuário iniciante com o experiente, como avaliar a evolução do mesmo. No entanto, o modelo não utiliza as cores reais das estruturas que encontramos ao dissecar ossos temporais de cadáveres.

O'LEARY e col. (7), tem um modelo que se diferencia do de ZIRKLE e col. (6) pela ausência de pedal, mas conta com um *probe* para a monitorização do nervo facial, além de ocorrer sangramento se houver fresamento do seio sigmoide. Possui formato de bancada, com óculos especiais e caneta que simula a broca, com *feedback* auditivo e sensitivo. As raspas de osso se acumulam até serem aspiradas. O simulador apresenta as estruturas com as cores reais *in vivo*. Também foi desenvolvido a partir de imagens tomográficas. Permite a identificação das estruturas à medida que elas são encontradas durante a dissecação, embora não contenha um sistema de avaliação.

O simulador alemão virtual de SORENSEN e col. (8) pode ser obtido pela internet como *freeware* permitindo o



Figura 3. Modelo de SORENSEN (8).

treinamento em domicílio (Figura 3). É um tipo de modelo que permite avaliação do usuário, através da obtenção de um escore de zero a dez, dependendo do sucesso da preservação das estruturas. No entanto, necessita de uma placa de vídeo de alta resolução para um bom desempenho do programa e não contém mecanismos que permitam o *feedback* háptico gratuito como o programa. Ele contém um *joystick* adquirido separadamente, embora possa ser utilizado apenas mouse.

Mais recentemente, BAKHOS e col. (9) publicaram o seu trabalho mostrando um simulador real para dissecação de osso temporal. Baseados em cortes tomográficos e utilizando a tecnologia de prototipagem rápida já reproduzida em outros trabalhos (10, 11), o autor desenvolveu um protótipo de osso temporal, que, após realizadas todas as medidas e concluídas microdissecções, percebeu-se que os modelos assemelhavam-se muito ao osso temporal de cadáver (Figura 4), que foi tomografado para obtenção do protótipo. Este modelo permite a utilização dos próprios materiais que são utilizados durante a cirurgia e utiliza material semelhante ao osso, reproduzindo uma dissecação próxima do real no que diz respeito principalmente à realidade háptica.

OKADA e col. (12), no Brasil, desenvolveram um modelo de osso temporal real, pela utilização de osso temporal de doador cadáver e, utilizando molde de resina termoplástica, obtiveram um protótipo de osso temporal que foi analisado por cirurgiões otológicos experientes, que o apontaram como um bom elemento complementar para treinamento cirúrgico. Conforme visto na Figura 5, assemelha-se ao modelo de BAKHOS e col. (9), porém sem a necessidade de utilização de equipamento de prototipagem, reduzindo os custos de confecção do modelo.

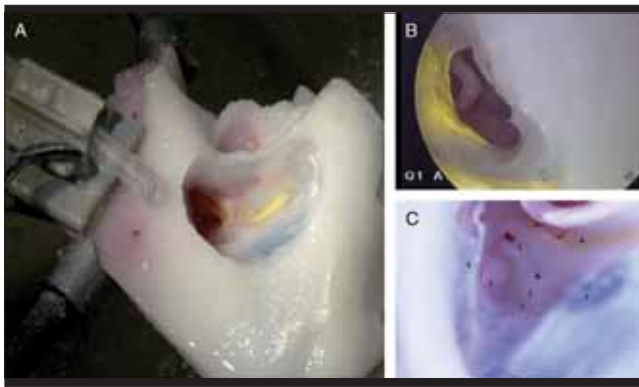


Figura 4. Modelo de BAKHOS (9).

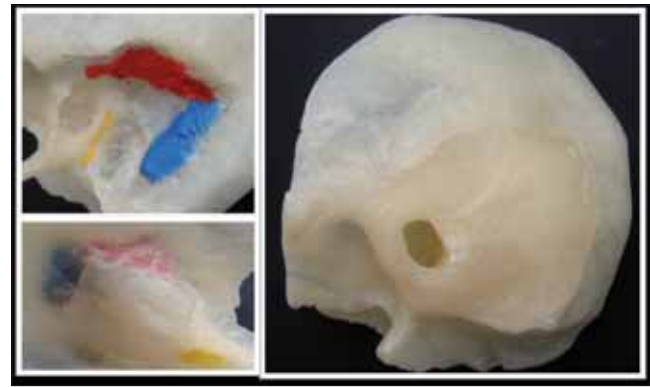


Figura 5. Modelo de OKADA (12).

Tabela 1. Modelos de simuladores.

Autor	Tipo	Instrumentos	Custo	Observações
Wiet, 2002	Virtual	Joystick, microscópio binocular e retorno auditivo	++	Permite autoavaliação
Zirlke, 2007	Virtual	Bancada especial com joystick, pedale e visão 3D	+++	Não utiliza cores reais Avalia o usuário
O'Leary, 2008	Virtual	Bancada especial, com joystick e óculos 3D. Permite retorno auditivo. Aspiração é essencial durante o fresamento	+++	Probe para monitorização do nervo facial
Volski, 2009	Real	Instrumental Cirúrgico	+	Apenas para miringotomia com colocação de tubo de ventilação
Sorensen, 2009	Virtual	Mouse	-	Download gratuito Placa de vídeo de alta resolução
Bakhos, 2010	Real	Instrumental cirúrgico	++	Prototipagem rápida a partir de cortes tomográficos
Okada, 2010	Real	Instrumental cirúrgico	+	Modelo em resina a partir de doador cadáver

DISCUSSÃO

O aprendizado para a execução de procedimento cirúrgico, por muitos autores, costuma ser dividido em três fases: 1) a fase didática, quando se adquire conhecimentos sobre instrumentais e técnicas a serem utilizadas, incluindo o treinamento em modelos artificiais, em animais ou em cadáveres; 2) a fase de treinamento em humanos sob supervisão; e 3) a fase prática, quando há um aumento progressivo da independência do novo cirurgião, com a concomitante aquisição de competência (13). Na teoria de FITTS e POSNER, essas fases são categorizadas como estágios cognitivos, associativo e autônomo, havendo um ganho de automação e uma redução dos erros ao longo do processo de aquisição do conhecimento (3).

Os simuladores são uma técnica de aprendizado, e não uma tecnologia, usada para reproduzir situações reais em um ambiente o mais próximo do real (14). Eles podem ser utilizados para treinamento e para avaliação. A avaliação dos simuladores pode ser formativa (dá um *feedback* para o usuário para que ele possa melhorar) ou somatório

(o usuário precisa atingir um determinado nível de habilidade para passar ao estágio seguinte). A avaliação pode ser interna (realizada pelo próprio simulador) ou externa (realizada por alguém mais experiente que acompanha o examinado) (6).

Os simuladores já se mostraram eficientes no treinamento de pilotos e astronautas e operações militares (15), ganhando um espaço crescente em diversas áreas da medicina, principalmente cirúrgicas. JACKSON e col. (16), em sua revisão da arte do desenvolvimento de um simulador, descrevem as características que deve conter um bom modelo, incluindo as bases da realidade virtual e as considerações ergonômicas no desenho dos sistemas. Ele ainda destaca as formas de obtenção da reconstrução anatômica, incluindo cortes tomográficos e histológicos. Destreza, conhecimento e experiência são características apreciadas pelo autor para realização de procedimentos como mastoidectomia, implante coclear e cirurgia do ângulo pontocerebelar e simuladores têm sua importância para aquisição dessas habilidades cirúrgicas. Na Tabela 1 podemos visualizar e comparar os diversos tipos de simuladores descritos neste trabalho.

Os simuladores virtuais tem um custo elevado quando comparado a um simulador real, mas permite ser utilizado diversas vezes através de inicialização do programa, além de dar oportunidade ao usuário para ser avaliado. No entanto, há programas de computador que podem ser adquiridos na internet, gratuitamente, mas que reproduzem apenas os estímulos visuais de uma dissecação, não permitindo o desenvolvimento de destreza cirúrgica. Além disso, por mais simples que seja o simulador, o mesmo necessita de uma placa de vídeo de alta resolução para um bom desempenho do programa, o que já traz custos para dissecação.

Os simuladores reais permitem que o usuário tenha sensações mais próximas a dissecação em cadáveres, pois utiliza modelos com textura e de material semelhante ao osso humano, além de o usuário poder utilizar materiais iguais aos usados em cirurgia. Além disso, o uso da prototipagem rápida, por meio da estereolitografia, faz com que possamos, através de uma tomografia de um paciente real, desenvolver um modelo para dissecar previamente a cirurgia, por exemplo, permitindo prever as dificuldades reais que possamos encontrar na cirurgia real.

COMENTÁRIOS FINAIS

Assim, podemos concluir que simuladores são vistos como ferramenta complementar para treinamento e aprimoramento de cirurgias otológicas, em vista da dificuldade crescente e muitas vezes proibição do uso de ossos temporais de cadáveres.

É importante ressaltar que a avaliação do aluno em processo de aquisição de conhecimentos deve estar em constante processo de avaliação de um observador mais graduado para que se obtenha um máximo aproveitamento da fase associativa de aquisição de habilidades.

O aprimoramento do desenvolvimento de simuladores, focados na melhoria do *feedback* sensitivo dos modelos, principalmente no que se refere ao retorno auditivo, visual e tátil, irá torná-los cada vez mais úteis e fiéis à realidade, para um bom treinamento do usuário. No entanto, simuladores dificilmente substituirão a dissecação em osso temporal humano em sua integridade, devido a intrigante complexidade de sua anatomia e consequente dificuldade em reproduzi-la.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Glaser AY, Hall CB, Uribe JI, Fried, MP. The effects of Previously Acquire Skills and Sinus Surgery Simulator Perfomace. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2005, 133:525-530.
2. Fitts PM, Posner MI. *Human Performance.* Belmont, CA. Brooks/Cole, 1967
3. Mills R, Lee P. Surgical Skills training in middle-ear surgery. *J Laryngol Otol.* 2003, 117:159-63.
4. Volsky PG, Hughley BB, Peirce SM, Kesser BW. Construct validity of a simulator for myringotomy with ventilation tube insertion. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009, 141:603-08.
5. Wiet GJ, Stredney D, Sessanna D, Bryan JA, Welling B, Schmalbrock P. Virtual temporal bone dissection: An interactive surgical simulator. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2002, 127:79-83.
6. Zirkle M, Roberson DW, Leuwer R, Dubrowski A. Using a virtual reality temporal bone simulator to assess otolaryngology trainees. *Laryngoscope.* 2007, 117:258-63.
7. O'Leary SJ, Hutchins MA, Stevenson DR, Gunn C, Krumpholz A, Kennedy G, et al. Validation of a Networked Virtual Reality Simulation of Temporal Bone Surgery. *Laryngoscope.* 2008, 118:1040-46.
8. Sorensen MS, Mosegaard J, Trier P. The visible ear simulator: a public PC application for GPU-accelerated haptic 3D simulation of ear surgery based on the visible ear data. *Otol Neurotol.* 2009, 30:484-7.
9. Bakhos D, Velut S, Robier A, Al zahrani M, Lescanne E. Three-Dimensional Modeling of Temporal Bone for Surgical Training. *Otol Neurotol.* 2010, 31:328-34.
10. Suzuki M, Ogawa Y, Kawano A, Hagiwara A, Yamaguchi H, Ono H. Rapid prototyping of temporal bone for surgical training and medical education. *Acta Otolaryngol.* 2004, 124:400-2.
11. Lopponen H, Holma T, Sorri M, Jyrkinen L, Karhula V, Koivula A, et al. Computed tomography data based rapid prototyping model of temporal bone before cochlear implant surgery. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1997, 529:47-9.
12. Okada DM, Sousa AMA, Huertas R, Suzuki FA. Surgical simulator for temporal bone dissection training. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2010, 76(5): 575-578.
13. Manu P, Lane TJ, Matthews DA. How much practice makes perfect? A quantitative measure of the experience needed to achieve procedural competence. *Med Teacher.* 1990, 12:367-9.
14. Deutsch ES. High-Fidelity Patient Simulation Mannequins to Facilitate Aerodigestive Endoscopy Training. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2008, 134:625-629.

15. Issenberg SB, McGaghie WC, Hart IR, Mayer JW, Felner JM, Petrusa ER et al. Simulation technology for health care professional skills training and assessment. JAMA. 1999,282:861-66.

16. Jackson A, John NW, Thacker NA, Ramsden RT, Gillespie JE, Gobbetti E, et. al. Developing a virtual reality environment in petrous bone surgery: a state-of-the-art review. Otol Neurotol. 2002, 23:111-12.