

Cricotireoidostomia cirúrgica. Análise e comparação entre modelos de ensino e validação de simuladores

Surgical cricothyroidostomy. Analysis and comparison between teaching and validation models of simulator models

AKIHITO INCA ATAHUALPA URDIALES, TCBC-PR^{1,2,3}; GABRIELA TULIO STRUCK⁴; CAMILA ROGINSKI GUETTER⁴; CECILIA HISSAI YAEGASHI⁵; KASSIO SILVA TEMPERLY⁶; PHILLIPE ABREU, TCBC-PR²; FLAVIO SAAVEDRA TOMASICH, TCBC-PR^{2,7}; ANTÔNIO CARLOS LIGOCKI CAMPOS, TCBC-PR^{3,7}

R E S U M O

Objetivo: comparar a aquisição e retenção de conhecimento, sobre cricotireoidostomia cirúrgica pela técnica rápida de quatro tempos (TRQT), quando ensinada por aula expositiva, simulação de baixa fidelidade e de alta fidelidade. **Métodos:** noventa alunos de medicina da UFPR dos primeiros anos foram randomizados em 3 grupos: 1) aula expositiva, 2) simulador de baixa fidelidade, ou 3) simulador de alta fidelidade (comercial). O tema exposto foi a cricotireoidostomia cirúrgica pela técnica rápida de quatro tempos (TRQT). Logo após as aulas, os grupos foram submetidos a uma prova de múltipla escolha com 20 questões (P1). Quatro meses após, realizaram uma outra prova (P2), com conteúdo similar. Análise de Variância foi usada para comparar as notas de cada grupo na P1 com suas notas na P2, e as notas dos 3 grupos de 2 a 2 na P1 e na P2. Utilizou-se um teste de comparações múltiplas (post-hoc) para verificar diferenças dentro de cada fator (prova e grupo). Considerou-se significância estatística quando $p < 0,05$. A análise estatística foi feita no software estatístico R versão 3.6.1. **Resultados:** cada grupo foi composto de 30 estudantes de medicina, sem diferenças demográficas entre os grupos. As notas médias dos grupos da aula expositiva, do modelo de baixa fidelidade e de alta fidelidade na P1 foram, respectivamente, 75,00, 76,09, e 68,79, ($p < 0,05$). Na P2 as notas foram respectivamente 69,84, 75,32, 69,46, ($p > 0,05$). **Conclusão:** a simulação de baixa fidelidade foi mais eficaz no aprendizado e na retenção de conhecimento, sendo viável para o treinamento de cricotireoidostomia TRQT em alunos inexperientes.

Palavras chave: Treinamento por Simulação. Educação Médica. Medicina de Emergência. Manuseio das Vias Aéreas. Cartilagem Cricóide.

INTRODUÇÃO

Tradicionalmente a educação médica é baseada em ensinamentos centrados em professores, leituras de evidências científicas e prática de procedimentos em cadáveres, animais ou pacientes reais^{1,2}. Neste modelo de ensino os alunos adquirem base teórica satisfatória, porém, existe uma percepção de defasagem quanto às experiências práticas³. É comum que a primeira execução de um procedimento ocorra em pacientes reais, o que gera insegurança no aprendiz e riscos ao paciente³⁻⁵. Nos últimos vinte anos surgiram novos conceitos éticos na sociedade, que influenciaram o ensino da saúde. Situações como “aprender fazendo”, treinamento em animais não são mais aceitas na maioria dos países desenvolvidos^{6,7}. É justamente nesse dilema educacional, entre necessidade de treinamento prático e a segurança do paciente, que

se encaixa a simulação médica^{8,9}. A simulação é definida como a substituição ou reprodução de situações reais mediante cenários cuidadosamente construídos de modo a evocar respostas interativas do aluno^{2,8}.

O ensino através de simulação dispensa o uso de cadáveres e animais de experimentação, reduz custo e facilita a obtenção de um número suficiente de eventos. Além de equacionar eventuais conflitos éticos do treinamento^{10,11}. Proporciona ao aluno experiência prévia ao contato com o primeiro paciente, em um ambiente controlado, seguro e de análise de eventuais erros¹². O treinamento repetido e continuado conforme necessidade individual, garante maior eficácia no aprendizado e consequentemente, maior segurança para o aluno e o paciente^{8,12-14}. Essa vantagem é mais relevante no ensino de técnicas cirúrgicas pouco frequentes, mas que são fundamentais para a manutenção da vida, como

1 - Hospital do Trabalhador / Universidade Federal do Paraná, Departamento de Medicina Integrada - Curitiba - PR - Brasil 2 - Hospital do Trabalhador / Universidade Federal do Paraná, Departamento de Cirurgia - Curitiba - PR - Brasil 3 - Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Clínica Cirúrgica - Curitiba - PR - Brasil 4 - Universidade Federal do Paraná, Curso de Medicina - Curitiba - PR - Brasil 5 - Hospital Universitário Cajuru - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Departamento de Cirurgia - Curitiba - PR - Brasil 6 - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curso de Medicina - Curitiba - PR - Brasil 7 - Universidade Federal do Paraná, Departamento de Cirurgia - Curitiba - PR - Brasil

é o caso da cricotireoidostomia cirúrgica¹⁵.

As dificuldades em desenvolver simuladores capazes de reproduzir fielmente a anatomia, textura dos tecidos e possíveis variações anatômicas ou lesões para treinamento de tomada de decisão, fez com que a simulação médica evoluísse mais lentamente^{16,17}. Atualmente, avanços tecnológicos de softwares e materiais sintéticos, foram base para o desenvolvimento de simuladores de alta fidelidade, muito parecidos com um paciente real¹⁸⁻²⁰. A melhoria dos simuladores ocorreu devido ao grande investimento financeiro em pesquisas, o que elevou o custo final de modelos de simulação de alta fidelidade, dificultando sua implantação em larga escala, sobretudo em países subdesenvolvidos^{2,19}.

A alternativa de baixo custo é o desenvolvimento de simuladores de baixa fidelidade com materiais simples^{21,22}. Existem ainda questionamentos se esta estratégia seria realmente eficaz no aprendizado dos procedimentos médicos e qual o grau de inferioridade quando comparada à simulação de alta fidelidade²³.

Ainda há controvérsia na literatura quanto à diferença de efetividade no aprendizado quando se comparam simuladores de diferentes graus de fidelidade e qual a relação custo-benefício de cada método²⁴⁻³³.

Nosso objetivo foi avaliar a eficácia de diferentes métodos de ensino (aula expositiva, simulação de baixa e alta fidelidade) na aquisição e retenção de conhecimento sobre cricotireoidostomia cirúrgica pela TRQT em estudantes de medicina inexperientes.

MÉTODOS

Desenho do estudo

Estudo prospectivo comparativo randomizado, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital do Trabalhador – SES/PR, sob número de registro CAAE 63022116.4.0000.5225, parecer de aprovação 1.905.794. Todos os participantes voluntários da pesquisa assinaram termo de consentimento livre e esclarecido.

Foi escolhida a cricotireoidostomia por técnica rápida de quatro tempos (TRQT) por ser mais rápida, mais frequentemente realizada e por utilizar menos materiais que a técnica padrão. No tempo 1, identifica-

se a membrana cricotireoidea por palpação. No tempo 2, deve-se executar a incisão horizontal, de 1 a 2cm, na pele e membrana cricotireoidea com o bisturi. No tempo 3, antes da remoção do bisturi, o gancho é colocado e tracionado em direção caudal sob a cartilagem cricoide, desta forma estabiliza-se a laringe. No tempo 4, insere-se a cânula de traqueostomia na traqueia.

Critérios de inclusão: foram incluídos alunos voluntários do primeiro e segundo ano do curso de medicina da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Critérios de exclusão: conhecimento prévio sobre o tema (alunos que tiveram aula teórica, prática cirúrgica ou que tivessem acompanhado a realização de cricotireoidostomia).

Foram pré-estabelecidos três braços do estudo, para avaliar aquisição e retenção de conhecimento de alunos sem experiência alguma com o procedimento (Figura 1). Mediante randomização eletrônica simples (Research Randomizer) os alunos foram alocados em um dos 3 grupos³⁴.

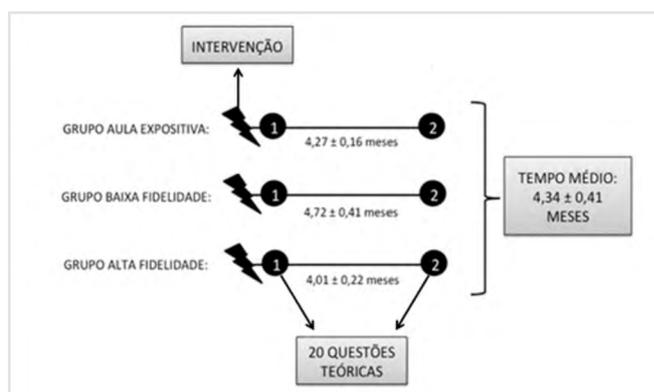


Figura 1. Metodologia de intervenção e avaliação de cada grupo.

O cálculo do tamanho amostral foi realizado calculando-se o poder do teste de 80% e nível de significância de 5%. Neste cálculo usou-se a média amostral de cada grupo, variância entre grupos igual a 10.86 e assumiu-se variância dentro dos grupos igual a 60. Logo, o tamanho mínimo de amostra para cada grupo foi de 28 participantes.

Características dos grupos

Grupo 1: Os alunos assistiram à aula expositiva, ministrada por professor da disciplina de cirurgia do

trauma do departamento de cirurgia UFPR. Este professor estava previamente definido, não participa do presente projeto. Deste modo anulou-se o viés do pesquisador. O conteúdo dessa aula foi: breve histórico do procedimento, materiais, indicações, técnicas cirúrgicas (padrão e TRQT) e complicações.

Grupo 2: Os alunos assistiram aula prática com simulação do procedimento em modelo de baixa fidelidade, desenvolvido pelo próprio pesquisador.

Grupo 3: Os alunos assistiram à aula prática com simulação do procedimento em manequim de alta fidelidade Megacode Kelly Laerdal®³⁵.

As aulas (treinamento) dos grupos 2 e 3 foram ministradas por um mesmo professor. Este docente da disciplina de Treinamento e Simulação do Departamento de Medicina Integrada do curso de Medicina da UFPR, também milita em serviço de atendimento ao trauma. A estrutura destas aulas foi instrução oral (sem recursos audiovisuais) com mesmo conteúdo da aula expositiva, seguida de atividade prática no modelo de simulador respectivo de cada grupo. Estas aulas foram ministradas em momentos distintos para cada um dos grupos.

Os três modelos de aulas tiveram duração de 20 minutos cada um, controlados por temporizador digital. Não houve contato entre os integrantes de cada grupo.

Avaliação do aprendizado

Para avaliar a aquisição de conhecimento logo após a intervenção, ao final de cada aula ou treinamento, os participantes realizaram uma prova (P1) de 20 questões do tipo múltipla escolha (mesma para todos os grupos), com somente uma alternativa correta e tempo de resolução de 30 minutos. Abordando dentro do tema cricotireoidostomia cirúrgica as indicações, referências anatômicas, descrição das variantes técnicas e possíveis complicações. Não foi disponibilizado o gabarito da prova e os alunos foram orientados a não estudar o tema até a realização da segunda avaliação.

Para avaliar a retenção de conhecimento, passados 4 meses os alunos foram submetidos a segunda prova de conhecimentos (P2) com o mesmo conteúdo e número de questões, porém com distinta ordem das alternativas e/ou enunciado das questões. Este intervalo de tempo foi arbitrário, com base em estudos prévios³⁰.

Modelo de simulação de cricotireoidostomia de baixa fidelidade

Os materiais utilizados para construir o simulador foram: placa de Fibra de Média Densidade (MDF Medium Density Fiberboard) retangular medindo 20x10x0,5cm, bloco de espuma medindo 15x9x3cm, segmento de traqueia de ventilador mecânico de 20cm, peças de Durepóxi® moldadas no formato das cartilagens cricóideia e tireóideia, plástico filme de policloreto de vinila (PVC), pele sintética para treinamento de tatuagem tamanho 27cmx15cm e bexiga de borracha de tamanho 10 (Figura 2a).

O simulador de baixa fidelidade foi elaborado a partir de um simulador de traqueostomia criado previamente³⁶. Foram realizadas alterações para simplificar a montagem, diminuir custo e permitir execução da cricotireoidostomia TRQT. A base é formada por duas placas retangulares de MDF perfuradas nas quatro extremidades, justapostas e fixadas por parafusos e porcas. Sobre a base, foi colado um bloco de espuma retangular com a função de apoiar a traqueia. Sobre essa estrutura, foi colocado o segmento de traqueia de ventilador mecânico, esta permite a simulação dos anéis traqueais que podem ser palpados abaixo da pele artificial, serve também para encaixar as peças que representam as cartilagens laríngeas e para a bexiga que simula o pulmão.

As peças simuladas das cartilagens tireoide e cricoide, feitas de Durepóxi®, possuíam na face posterior encaixes para fixação na traqueia do ventilador que foram feitas respeitando-se o tamanho e a posição anatômica. No local entre as cartilagens tireoide e cricoide, correspondente à membrana cricotireoideia, foi realizada abertura de 1cmx2,5cm na traqueia do ventilador para reproduzir o espaço cricotireoideo. Todo esse conjunto foi envolto por cinco camadas de filme plástico de PVC, a fim de fixar as peças e simular a membrana cricotireoideia. A bexiga foi colocada na porção terminal da traqueia do ventilador para simular os pulmões e dessa maneira permitir a visualização da ventilação logo após realização da cricotireoidostomia com cânula de traqueostomia tamanho número 4,5 French. A pele sintética foi posicionada de forma a revestir todo o simulador e foi fixada bilateralmente com

as extremidades pressionadas entre as duas placas de MDF.

O simulador desenvolvido permite reproduzir a TRQT, que consiste na incisão da pele com perfuração da membrana cricotireoidea, posicionamento da cânula de traqueostomia (número 4,5) na traqueia, insuflação do balonete, conexão ao ambú (Artificial Manual Breathing Unit) – AMBU® e ventilação. Quando se ventila, a bexiga permite observar o êxito ou falha do procedimento (Figura 2b).

Foram produzidos seis simuladores para o estudo. Todos os alunos realizaram o procedimento com a pele do simulador íntegra. Cada simulador de baixa fidelidade em 2019 custou 4 dólares americanos e cada troca de pele 0,90 dólares americanos, ambos custeados pelo pesquisador.

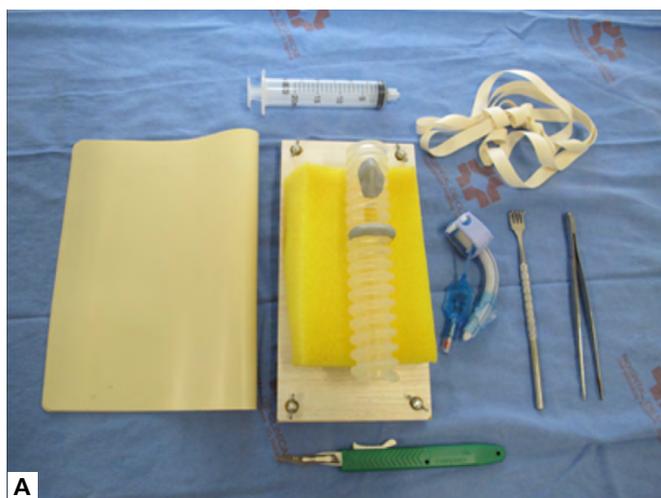


Figura 2. Simulador de cricotireoidostomia cirúrgica de baixa fidelidade. A. Materiais utilizados para confecção do simulador de baixa fidelidade. B. Cricotireoidostomia cirúrgica realizada com TRQT em simulador de baixa fidelidade.

Simulador de alta fidelidade MegaCode Kelly Laerdal®

O simulador de alta fidelidade MegaCode Kelly® (Figura 3), foi utilizado no grupo 3. É definido pelo fabricante como manequim vantajoso para treinamento de uma ampla gama de habilidades avançadas no salvamento de vidas³⁵. O custo para adquirir este manequim em 2019 é de aproximadamente 7.500 dólares americanos³⁷.



Figura 3. Simulador de alta fidelidade MegaCode Kelly®.

Análise estatística

As notas das provas (P1 e P2) foram expressas em médias e desvio padrão (média \pm DP). O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para avaliar a normalidade das notas. Realizada análise comparativa das performances observadas em cada prova entre cada um dos grupos de estudo. Para este propósito, foi usada a Análise de Variância (ANOVA) com efeito de interação entre os fatores: (i) provas (P1 e P2) e (ii) grupos (aula expositiva, baixa fidelidade ou alta fidelidade). O objetivo da análise foi investigar possíveis diferenças das notas entre os fatores (grupos e provas).

Na sequência, utilizou-se teste de comparações múltiplas (post-hoc) com correção de Bonferroni para avaliar diferenças dentro de cada fator. Considerou-se significância estatística quando $p < 0,05$. A análise estatística dos dados foi feita no software estatístico R (R Core Team, 2019) versão 3.6.1.

RESULTADOS

Cada grupo foi composto de 30 estudantes de medicina, sem diferenças demográficas entre os grupos.

As notas médias dos grupos do modelo de aula expositiva, modelo de baixa fidelidade e modelo de alta fidelidade na primeira prova, foram respectivamente 75,00; 76,09 e 68,79. Na segunda prova as notas médias foram respectivamente, 69,84; 75,32 e 69,46. A tabela 1 mostra os resultados das notas em cada prova, de cada grupo, expressos em média \pm desvio padrão.

Tabela 1. Média \pm desvio padrão da nota dos alunos por prova e grupo.

Provas	Aula expositiva	Baixa fidelidade	Alta fidelidade	p-valor
Média \pm DP P1* (n=90)	75,00 \pm 9,31	76,09 \pm 8,01	68,79 \pm 8,09	<0,05***
Média \pm DP P2** (n=90)	69,84 \pm 9,79	75,32 \pm 12,03	69,46 \pm 11,96	>0,05

DP: desvio padrão; *P1: prova 1; **P2: prova 2; ***p<0,05 (diferença estatisticamente significativa).

É possível observar que o grupo de aula expositiva apresentou notas menores na P2 quando comparadas à P1. Nos demais grupos as notas apresentaram pequenas variações entre P1 e P2.

Posteriormente ao teste ANOVA, conduziu-se teste de comparações múltiplas com o propósito de avaliar diferenças dentro de cada fator. Assim, os resultados apresentados na tabela 2 mostram que o grupo que recebeu aula expositiva foi o único que apresentou diferença significativa entre P1 e P2 (p<0,05). Já os demais grupos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre as provas (p>0,05).

A tabela 3 apresenta os resultados das comparações múltiplas entre os grupos dentro de cada tempo.

Os resultados apresentados na tabela 3 mostram que ao se analisar aquisição de conhecimento logo após a intervenção (P1), houve diferença (p<0,05) entre os grupos de aula expositiva e de alta fidelidade. Nessa comparação, a média observada no grupo de aula expositiva foi maior do que a de alta fidelidade. Também houve diferença estatística (p<0,05) entre os grupos submetidos à simulação, com maior média no grupo de baixa fidelidade do que no de alta fidelidade. Contudo, em P2, apesar das diferentes notas observadas na tabela 1, não houve diferença com significância estatística (p>0,05) ao se comparar os grupos em pares.

Tabela 2. Comparações das provas 1 e 2 por grupo.

Provas	Grupos	p-valor
P1* x P2**	Aula expositiva	0,04***
P1* x P2**	Baixa fidelidade	0,76
P1* x P2**	Alta fidelidade	0,79

* P1: prova 1; **P2: prova 2; ***p<0,05 (diferença estatisticamente significativa).

Tabela 3. Comparações inter-grupos por prova.

Provas	Comparação por grupos	p-valor
P1*	Aula expositiva x Baixa fidelidade	1,00
	Aula expositiva x Alta fidelidade	0,04***
	Baixa fidelidade x Alta fidelidade	0,01***
P2**	Aula expositiva x Baixa fidelidade	0,09
	Aula expositiva x Alta fidelidade	1,00
	Baixa fidelidade x Alta fidelidade	0,07

* P1: prova 1; **P2: prova 2; ***p<0,05 (diferença estatisticamente significativa).

DISCUSSÃO

Neste estudo foi avaliada a aprendizagem de alunos inexperientes em cricotireoidostomia cirúrgica, comparando-se aula expositiva com simulação em modelos de baixa e de alta fidelidade.

A cricotireoidostomia cirúrgica foi escolhida como objeto de estudo por ser procedimento pouco frequente e pouco praticado por profissionais e alunos, mas crucial como última opção de oferta de oxigênio, podendo causar óbito do paciente, se não executada adequadamente^{38,39}. Este estudo e o de Kennedy *et al.* demonstraram que programas de treinamento no manejo avançado de vias aéreas baseados em simulação são mais eficazes que aulas expositivas ou aulas em vídeo⁴⁰.

Apesar da aula expositiva ser o método mais comum de ensino¹, verificamos neste estudo menor retenção do aprendizado. A literatura confirma o melhor resultado na retenção de conhecimento com os modelos avaliados, e inclusive reforça a necessidade da quebra de paradigmas frente ao método tradicional de ensino para aquisição de conhecimento, habilidades motoras e comportamentais^{9,31}. Hubert *et al.* também demonstraram superioridade da simulação quando o público alvo é composto de profissionais já atuantes na área abordada⁴¹. A retenção do conhecimento em longo prazo é especialmente importante nas situações de emergência, pois a tomada de decisão deve ser rápida e assertiva para garantir bom prognóstico ao paciente^{30,42}.

O grande impedimento da implementação em massa de métodos de simulação no ensino médico ainda é o custo^{2,19}. O custo para adquirir simuladores de alta fidelidade e manutenção dos centros de simulação realística colocaram a simulação como método bom para a aprendizagem, porém, questionável do ponto de vista financeiro².

Esta pesquisa descreveu os custos envolvidos nos diferentes simuladores. O custo do manequim de alta fidelidade foi de 7.500 dólares americanos³⁷, e o modelo desenvolvido pelo pesquisador custou aproximadamente 5 dólares americanos, incluindo o valor da troca de pele artificial, realizada em cada procedimento. Os modelos de baixo custo têm como

benefício a possibilidade de treinamento repetido, sem a preocupação com o preço de reposição de algum item, pois são facilmente acessíveis, permitindo aprendizado conforme necessidade individual do aluno^{22,28,43}.

Nesta pesquisa, assim como na de Massoth *et al.*, que avaliou diferentes graus de fidelidade no treinamento de suporte avançado de vida, o grupo exposto ao modelo de baixa fidelidade apresentou a média de pontuação maior do que a média do grupo exposto ao modelo de alta fidelidade. Ou seja, tanto no ensino de habilidades integrativas, quanto no de tarefas direcionadas observadas nesse estudo, a simulação de baixa fidelidade não foi inferior à de alta fidelidade²⁹.

É possível que os resultados ruins com modelo de alta fidelidade tenham ocorrido pela presença de distrações em excesso nestes modelos. Estes tornam-se irrelevantes no aprendizado de alunos pouco experientes e tiram a atenção dos pontos principais a serem fixados⁴⁴. Os níveis altos de estresse e ansiedade dos estudantes assemelham-se à prática diária real, por isso, o uso de baixa fidelidade com objetivos mais pontuais é mais eficaz para alunos menos experientes⁴⁵. Segundo a teoria da carga cognitiva, a memória de trabalho é limitada em relação à quantidade de informação que se pode reter versus o número de operações que se pode executar. No momento em que o aluno está envolvido na aprendizagem de uma nova tarefa, a memória de trabalho está ocupada com o processamento de informações relevantes. Em uma segunda etapa deste estudo, analisaremos o aprendizado e a retenção quando os alunos assistem e praticam ao mesmo tempo habilidade ensinada em outros procedimentos cirúrgicos.

Este incremento de informações faz com que haja sobrecarga do sistema de processamento cognitivo, conseqüentemente recursos de atenção são escassos e podem levar à aprendizagem incompleta, ineficiente ou deficiente⁴⁶.

Desta forma, existe a possibilidade de que para alunos inexperientes o aprendizado não seja comprometido com a utilização de manequins de baixa fidelidade ou ainda, pode até ser aprimorado. Portanto, concluímos que o treinamento de cricotireoidostomia TRQT para alunos inexperientes é viável utilizando-se simulador de baixa fidelidade.

ABSTRACT

Objective: to compare the acquisition and retention of knowledge about surgical cricothyroidostomy by the rapid four-step technique (RFST), when taught by expository lecture, low fidelity and high-fidelity simulation models. **Methods:** ninety medical students at UFPR in the first years of training were randomized assigned into 3 groups, submitted to different teaching methods: 1) expository lectures, 2) low-fidelity simulator model, developed by the research team or 3) high-fidelity simulator model (commercial). The procedure chosen was surgical cricothyroidostomy using the RFST. Soon after lectures, the groups were submitted to a multiple-choice test with 20 questions (P1). Four months later, they underwent another test (P2) with similar content. Analysis of Variance was used to compare the grades of each group in P1 with their grades in P2, and the grades of the 3 groups 2 by 2 in P1 and P2. A multiple comparisons test (post-hoc) was used to check differences within each factor (test and group). Statistical significance was considered when $p < 0.05$. Statistical analysis was performed in the statistical software R version 3.6.1. **Results:** each group was composed of 30 medical students, without demographic differences between them. The mean scores of the groups of the expository lecture, of the simulator of low fidelity model and of high-fidelity simulator model in P1 were, respectively, 75.00, 76.09, and 68.79, ($p < 0.05$). In P2 the grades were 69.84, 75.32, 69.46, respectively, ($p > 0.05$). **Conclusions:** the simulation of low fidelity model was more effective in learning and knowledge retention, being feasible for RFST cricothyroidostomy training in inexperienced students.

Keywords: Simulation Training. Education, Medical. Emergency Medicine. Airway Management. Cricoid Cartilage.

REFERÊNCIAS

1. Diesel A, Baldez A, Martins S. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Rev Thema*. 2017;14(1):268–88.
2. Iglesias AG, Pazin-Filho A. Emprego de simulações no ensino e na avaliação. *Med*. 2015;48(3):233–40.
3. Costa RRO, Medeiros SM, Martins JCA, Cossi MS, Araújo MS. Percepção de estudantes da graduação em enfermagem sobre a simulação realística. *Rev Cuid*. 2017;8(3):1799-808.
4. Boet S, Bould MD, Fung L, Qosa H, Perrier L, Tavares W, et al. Transfer of learning and patient outcome in simulated crisis resource management: A systematic review. *Can J Anesth*. 2014;61(6):571–82.
5. Elsey EJ, Griffiths G, Humes DJ, West J. Meta-analysis of operative experiences of general surgery trainees during training. *Br J Surg*. 2017;104(1):22–33.
6. Committee on Surgical Training. Certification Guidelines for General Surgery [Internet]. London: JCST;c [update 2017 Jul 15]. Available from: <https://www.jcst.org/search/?q=Certification+Guidelines+for+General+Surgery+>.
7. Zerhouni YA, Abu-bonsrah N, Mehes M, Goldstein S, Buyske J, Abdullah F. Surgical Human Resources for Health General surgery education : a systematic review of training. *Lancet* [Internet]. 385:S39. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60834-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60834-0)
8. Cook DA, Brydges R, Hamstra SJ, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, et al. Comparative effectiveness of technology-enhanced simulation versus other instructional methods: A systematic review and meta-analysis. *Simul Healthc*. 2012;7(5):308–20.
9. Motta EV da, Baracat EC. Treinamento de habilidades cirúrgicas para estudantes de medicina – papel da simulação. *Rev Med*. 2018;97(1):18.
10. Iverson K, Riojas R, Sharon D, Hall AB. Objective comparison of animal training versus artificial simulation for initial cricothyroidotomy training. *Am Surg*. 2015;81(5):515–8.
11. Makowski AL. The Ethics of Using the Recently Deceased to Instruct Residents in Cricothyrotomy. *Ann Emerg Med* [Internet]. 2015;66(4):403–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.annemergmed.2014.11.019>
12. Cox T, Seymour N, Stefanidis D. Moving the Needle: Simulation's Impact on Patient Outcomes. *Surg Clin North Am*. 2015;95(4):827–38.
13. Acton RD. The Evolving Role of Simulation in Teaching Surgery in Undergraduate Medical Education. *Surg Clin North Am* [Internet]. 2015;95(4):739–50. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.suc.2015.04.001>
14. Nabavi A, Schipper J. Op.-Simulation in der Chirurgie. *HNO*. 2017;65(1):7–12.
15. Aho JM, Thiels CA, Aljamal YN, Ruparel RK, Rowse PG, Heller SF, et al. Every surgical resident should

- know how to perform a cricothyrotomy: An inexpensive cricothyrotomy task trainer for teaching and assessing surgical trainees. *J Surg Educ* [Internet]. 2015;72(4):658–61. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2014.12.012>
16. Cooper JB, Taqueti VR. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Postgrad Med J*. 2008;84(997):563–70.
 17. Kurashima Y, Hirano S. Systematic review of the implementation of simulation training in surgical residency curriculum. *Surg Today*. 2017;47(7):777–82.
 18. Bjerrum F, Thomsen ASS, Nayahangan LJ, Konge L. Surgical simulation: Current practices and future perspectives for technical skills training. *Med Teach* [Internet]. 2018;40(7):668–75. Available from: <https://doi.org/10.1080/0142159X.2018.1472754>
 19. Johnston MJ, Paige JT, Aggarwal R, Stefanidis D, Tsuda S, Khajuria A, et al. An overview of research priorities in surgical simulation: What the literature shows has been achieved during the 21st century and what remains. *Am J Surg* [Internet]. 2016;211(1):214–25. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjsurg.2015.06.014>
 20. Moglia A, Ferrari V, Morelli L, Ferrari M, Mosca F, Cuschieri A. A Systematic Review of Virtual Reality Simulators for Robot-assisted Surgery. *Eur Urol* [Internet]. 2016;69(6):1065–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eururo.2015.09.021>
 21. Chauvin SW. Applying educational theory to Simulation-based training and assessment in Surgery. *Surg Clin North Am* [Internet]. 2015;95(4):695–715. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.suc.2015.04.006>
 22. Denadai R, Saad-Hossne R, Todelo AP, Kyrilko L, Souto LRM. Modelos de bancada de baixa fidelidade para o treinamento de habilidades cirúrgicas básicas durante a graduação médica. *Rev Col Bras Cir*. 2014;41(2):137–45.
 23. Finnerty BM, Afaneh C, Aronova A, Fahey TJ, Zarnegar R. General surgery training and robotics: Are residents improving their skills? *Surg Endosc*. 2016;30(2):567–73.
 24. Adams AJ, Wasson EA, Admire JR, Pablo Gomez P, Babayeuski RA, Sako EY, et al. A comparison of teaching modalities and fidelity of simulation levels in teaching resuscitation scenarios. *J Surg Educ* [Internet]. 2015;72(5):778–85. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2015.04.011>
 25. Cheng A, Lockey A, Bhanji F, Lin Y, Hunt EA, Lang E. The use of high-fidelity manikins for advanced life support training-A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* [Internet]. 2015;93:142–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.04.004>
 26. Hart D, Nelson J, Moore J, Gross E, Oni A, Miner J. Shoulder Dystocia Delivery by Emergency Medicine Residents: A High-fidelity versus a Novel Low-fidelity Simulation Model-A Pilot Study. *AEM Educ Train*. 2017;1(4):357–62.
 27. Hossien A. Low-fidelity simulation of mitral valve surgery: Simple and effective trainer. *J Surg Educ* [Internet]. 2015;72(5):904–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2015.04.010>
 28. Katayama A, Nakazawa H, Tokumine J, Lefor AK, Watanabe K, Asao T, et al. A high-fidelity simulator for needle cricothyroidotomy training is not associated with increased proficiency compared with conventional simulators: A randomized controlled study. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(8):e14665.
 29. Massoth C, Röder H, Ohlenburg H, Hessler M, Zarbock A, Pöpping DM, et al. High-fidelity is not superior to low-fidelity simulation but leads to overconfidence in medical students. *BMC Med Educ*. 2019;19(1):1–8.
 30. Mizubuti GB, Allard RV, Ho AM, Wang L, Beesley T, Hopman WM, et al. Knowledge retention after focused cardiac ultrasound training: a prospective cohort pilot study. *Brazilian J Anesthesiol* [Internet]. 2019;69(2):177–83. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bjan.2018.10.002>
 31. Nimbalkar A, Patel D, Kungwani A, Phatak A, Vasa R, Nimbalkar S. Randomized control trial of high fidelity vs low fidelity simulation for training undergraduate students in neonatal resuscitation Medical Education. *BMC Res Notes*. 2015;8(1).
 32. O’Leary JA, Nash R, Lewis PA. High fidelity patient simulation as an educational tool in paediatric intensive care: A systematic review. *Nurse Educ*

- Today [Internet]. 2015;35(10):e8–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nedt.2015.07.025>
33. Sarmah P, Voss J, Ho A, Veneziano D, Somani B. Low vs. high fidelity: The importance of “realism” in the simulation of a stone treatment procedure. *Curr Opin Urol*. 2017;27(4):316–22.
34. EUA. Research Randomizer [internet]. [cited 2020 Jan 31]. Available from: <https://www.randomizer.org/>
35. EUA. Laerdal Medical – Helping Save Lives [internet]. MegaCode Kelly®. [cited 2020 Jan 31]. Available from: <https://www.laerdal.com/br/products/simulation-training/emergency-care-trauma/megacode-kelly/>
36. Temperly KS, Yaegashi CH, Silva AML, Novak EM. Desenvolvimento e validação de um simulador de traqueostomia de baixo custo. *Sci Med*. 2018;28(1):ID28845. <http://doi.org/10.15448/1980-6108.2018.1.28845>
37. EUA. Health Services. [internet]. Resusci Anne Advanced Skill Trainer [cited 2020 Jan 31]. Available from: <https://www.schoolhealth.com/resusci-anne-advanced-skill-trainer>.
38. Kovacs G, Sowers N. Airway Management in Trauma. *Emerg Med Clin North Am* [Internet]. 2018;36(1):61–84. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.emc.2017.08.006>
39. Melchior J, Todsén T, Nilsson P, Wennervaldt K, Charabi B, Bøttger M, et al. Preparing for emergency: A valid, reliable assessment tool for emergency cricothyroidotomy skills. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015;152(2):260–5.
40. Kennedy CC, Cannon EK, Warner DO, Cook DA. Advanced airway management simulation training in medical education: A systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2014;42(1):169–78.
41. Hubert V, Duwat A, Deransy R, Mahjoub Y, Dupont H. Effect of simulation training on compliance with difficult airway management algorithms, technical ability, and skills retention for emergency cricothyrotomy. *Anesthesiology*. 2014;120(4):999–1008.
42. Veenstra BR, Wojtowicz A, Walsh N, Velasco JM. The emergency surgical airway: Bridging the gap from quality outcome to performance improvement through a novel simulation based curriculum. *Am J Surg* [Internet]. 2019;217(3):562–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2018.09.026>
43. Gauger VT, Rooney D, Kovatch KJ, Richey L, Powell A, Berhe H, et al. A multidisciplinary international collaborative implementing low cost, high fidelity 3D printed airway models to enhance Ethiopian anesthesia resident emergency cricothyroidotomy skills. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* [Internet]. 2018;114(July):124–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.08.040>
44. Núñez IR, Araos DZ, Delgado CM. Efeitos do treinamento muscular respiratório domiciliar em crianças e adolescentes com doença pulmonar crônica. *J Bras Pneumol*. 2014;40(6):58–71.
45. Georgiou K, Larentzakis A, Papavassiliou AG. Surgeons’ and surgical trainees’ acute stress in real operations or simulation: A systematic review. *Surgeon* [Internet]. 2017;15(6):355–65. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.surge.2017.06.003>
46. Sewell JL, Maggio LA, ten Cate O, van Gog T, Young JQ, O’Sullivan PS. Cognitive load theory for training health professionals in the workplace: A BEME review of studies among diverse professions: BEME Guide No. 53. *Med Teach* [Internet]. 2019;41(3):256–70. Available from: <https://doi.org/10.1080/0142159X.2018.1505034>

Recebido em: 02/03/2020

Aceito para publicação em: 26/03/2020

Conflito de interesses: não.

Fonte de financiamento: nenhuma.

Endereço para correspondência:

Akihito Inca Atahualpa Urdiales

E-mail: aiaurdiales@uol.com.br/dr.phillipeabreu@gmail.com

