

А.А. Андреевко, Л.В. Арсентьев,  
К.А. Цыганков, А.В. Щеголев

## Эффективность высокореалистичной симуляции при обучении клинических ординаторов современным алгоритмам решения проблемы «трудных дыхательных путей»

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

**Резюме.** Обосновывается эффективность применения высокореалистичной симуляции при обучении клинических ординаторов по вопросам «трудных дыхательных путей». После прохождения теоретического курса и получения практических навыков обеспечения проходимости верхних дыхательных путей 26 клинических ординаторов 1 года обучения были разделены на 2 группы – основную и контрольную. Участники основной группы прошли 4 сценария с применением робота-симулятора пациента по теме «трудных дыхательных путей» с последующим обсуждением и разбором действий. Через 1, 3 и 6 месяцев ординаторы обеих групп прошли 4 сценария по теме «трудных дыхательных путей» с оценкой действий по контрольным оценочным листам и оценку знаний с помощью тестирования. В основной группе выявлено сохранение уровня теоретических знаний в течение последующих 6 месяцев (через 1 месяц – 86 баллов (81,3–91,2); через 6 месяцев – 83,5 балла (78,4–88,9);  $p > 0,05$ ). В контрольной группе уровень остаточных знаний значительно снизился через 6 месяцев после курса лекций (через 1 месяц – 82,2 балла (75,4–89,2); через 6 месяцев – 69 баллов (60,7–75,2);  $p < 0,05$ ). Оценка действий во время симулированных сценариев по теме «трудных дыхательных путей» через 1, 3 и 6 месяцев показала незначимое снижение эффективности действий ординаторов основной группы (через 1 месяц – 90,5 балла (84,3–94,2); через 6 месяцев – 85,5 балла (80,4–88,9);  $p > 0,05$ ). В контрольной группе отмечено значимое ухудшение оценки действий через 3 месяца с последующим ее ростом и отсутствием разницы с основной группой через 6 месяцев. Применение высокореалистичной симуляции обеспечивает эффективность действий обучаемых во время симулированных клинических ситуаций «трудных дыхательных путей» в течение 6 месяцев.

**Ключевые слова:** высокореалистичная симуляция, образование в анестезиологии, обеспечение проходимости верхних дыхательных путей, трудные дыхательные пути, нетехнические навыки анестезиологов, симуляционное обучение, критические ситуации в анестезиологии.

**Введение.** Несмотря на разработку и внедрение современных алгоритмов действий в ситуациях так называемых «трудных дыхательных путей» (ТДП), они остаются одной из ведущих причин анестезиологической смертности и развития инвалидизации пациентов [5]. По данным рабочей группы комитета Федерации анестезиологов и реаниматологов (ФАР) по ТДП, полученным в результате ежегодных (2008–2016 гг.) опросов врачей-анестезиологов Российской Федерации, частота встречаемости ситуаций ТДП соответствует данным мировой статистики и составляет 2–5 % от всех случаев интубации трахеи [1]. В настоящее время определена ведущая роль человеческого фактора в развитии анестезиологических инцидентов, связанных с проблемами при обеспечении проходимости верхних дыхательных путей (ВДП) и обусловленных критическими нарушениями газообмена [8]. Данные критические ситуации требуют от анестезиолога наличия не только уверенных навыков применения тех или иных устройств и выполнения манипуляций, но и способности эффективно действовать, или так называемых

«нетехнических навыков» [7]. Существующая в настоящее время система обучения клинических ординаторов приемам и методикам поддержания проходимости ВДП, алгоритмам решения проблем ТДП основана на обучении их технике манипуляций на простых манекенах с последующей самостоятельной работой с реальными пациентами под контролем преподавателя, часто – практического врача стационара учебной базы вуза. В данных условиях выработать у ординаторов устойчивые алгоритмы действий в относительно редко возникающих в реальной клинической практике ситуациях практически невозможно. Изучение алгоритмов и рекомендаций в рамках лекционного теоретического курса показало низкую эффективность в плане осмысления, сохранения и применения на практике полученных теоретических знаний. Доказаны важная роль человеческого фактора в решении проблем ТДП и необходимость специальных тренингов по улучшению «нетехнических навыков» [6].

В настоящее время существует единое мнение, что высокореалистичная симуляция с использованием

ем роботов-симуляторов пациента и реального медицинского оборудования позволяет без риска для реальных пациентов отработать, закрепить и поддерживать актуальными алгоритмы действий в редких жизнеугрожающих ситуациях, к которым относятся и ситуации ТДП [9, 14, 15]. Влияние симуляционных технологий обучения на уровень остаточных знаний показало их эффективность в течение 4 месяцев после тренинга [4]. Сохранение высокой эффективности действий в критических ситуациях, связанных с ТДП, в течение 6–8 месяцев после симуляционного тренинга было продемонстрировано P.M. Kuduvalli et al. [10], которые рекомендуют 6-месячный интервал повторения тренингов для поддержания способности эффективно применять знания при развитии критических ситуаций. Данные о сохранении до 12 месяцев способности эффективно действовать в критической ситуации «нет интубации – нет вентиляции» после однократного прохождения высокореалистичного сценария получены S. Voet [2]. Эффективность повторяющихся высокореалистичных симуляционных тренингов как средства поддержания и усовершенствования навыков действий в критических ситуациях также показана в работе B. Yee et al. [16]. В то же время следует признать, что оптимальная величина интервалов между тренингами, необходимая для поддержания навыков и актуальных алгоритмов действий, в настоящее время достоверно не установлена.

**Цель исследования.** Оценить эффективность применения высокореалистичной симуляции при обучении клинических ординаторов современным алгоритмам действий в ситуациях «трудных дыхательных путей» в сравнении с традиционной формой обучения в виде теоретического курса лекций.

**Материалы и методы.** В исследование после получения согласия на обработку персональных данных было включено 26 клинических ординаторов первого года обучения, которые были разделены на две равные группы. 1-я группа – основная (ОГ) – 13 клинических ординаторов, в программу обучения которых вошли занятия в симуляционном центре по тематике ТДП с применением высокореалистичных роботов-симуляторов пациента; 2-я группа – контрольная (КГ) – 13 клинических ординаторов, которые прошли лишь теоретический курс по вопросам ТДП.

Исследование проводилось в несколько этапов. На первом этапе (исходной оценки и базовой подготовки) у ординаторов обеих групп оценивался исходный уровень знаний по вопросам обеспечения проходимости ВДП и проблеме ТДП с помощью компьютерного опроса (50 вопросов, максимальный балл – 100). Далее всем участникам исследования были прочитаны лекции по методикам применения современных устройств для вентиляции и интубации. После теоретической части все ординаторы

на практических занятиях в симуляционном центре приобрели навыки по применению всех устройств с последующей сдачей зачета с использованием контрольных оценочных листов.

На втором этапе (обучение вопросам ТДП) участникам обеих групп были прочитаны лекции (6 академических часов) по прогнозированию ТДП, алгоритмам действия в различных клинических ситуациях, представлены и разобраны рекомендации ФАР, Difficult Airway Society (DAS) и American Society of Anesthesiologists (ASA). После теоретического курса участники обеих групп прошли процедуру ознакомления с особенностями анатомии (в том числе ВДП) и физиологией высокореалистичного робота-симулятора пациента (Human-Patient Simulator, HPS); изучили оборудование рабочего места анестезиолога в учебной операционной симуляционного центра академии; прошли типовой сценарий «индукция общей анестезии с интубацией трахеи при плановом оперативном вмешательстве» для получения устойчивого навыка работы с оборудованием и взаимодействия с роботом. Далее каждый участник ОГ прошел в качестве врача-анестезиолога четыре симулированных клинических сценария: «неудачная интубация при плановой анестезии», «неудачная интубация – неэффективная вентиляция при быстрой последовательной индукции», «неудачная интубация у пациента с тяжелой сочетанной травмой без сознания с нераспознанной травмой гортани», «постэкстубационный стридор» (рис. 1).

Во время проведения симулированного сценария частью ординаторов ОГ в симуляционном центре оставшая часть группы находилась в другом учебном классе и с помощью видеотрансляции в режиме реального времени наблюдала за действиями бригады. По завершении каждого сценария были проведены структурированный анализ и разбор действий с участниками симуляции.

На третьем этапе оценки знаний и действий через 1, 3 и 6 месяцев в обеих группах проводилась оценка



Рис. 1. Прохождение обучаемыми сценария в симуляционном центре академии

остаточных теоретических знаний. Также каждый ординатор из обеих групп прошел один из 4-х симулированных сценариев по теме ТДП (методом случайного выбора). При этом обсуждение не проводилось, а оценка действий осуществлялась по специально разработанным и проверенным на валидность контрольным оценочным листам (максимальная сумма баллов – 100).

Через 6 месяцев после проведения обучающего курса участники обеих групп были опрошены относительно их субъективной оценки прошедшего курса, впечатлений о нем и оценки своих навыков и умений до и после курса. Опрос проводился анонимно с помощью анкет-опросников.

Статистический анализ данных проводился с применением статистического пакета Statistica V.6.0. С учетом установленного ненормального характера распределения данные представляли в виде медианы (Me) и межквартильного размаха (Q1–Q3). Сравнение количественных данных на этапах внутри и между группами осуществляли с использованием соответствующих методов и критериев.

**Результаты и их обсуждение.** Исходный уровень теоретических знаний ординаторов обеих групп по вопросам поддержания проходимости ВДП и проблеме ТДП был практически одинаков (ОГ – 56 баллов (49–65), КГ – 60 баллов (53–69);  $p > 0,05$ ). После практической отработки методик выполнения манипуляций все ординаторы сдали зачет с применением контрольных оценочных листов. Таким образом, по окончании первого этапа исследования участники обеих групп имели сопоставимый уровень владения необходимыми манипуляциями и применения всех видов устройств для вентилиации и интубации трахеи.

Через 1 месяц после обучения после проведения курса по ТДП в обеих группах уровень знаний

в сравнении с исходным был значимо выше, при этом разница между группами была статистически незначимой (табл. 1). Через 3 и 6 месяцев в ОГ отмечено недостоверное снижение уровня знаний в сравнении с результатами опроса через 1 месяц после курса. В КГ имело место статистически значимое снижение уровня знаний через 3 месяца и дальнейшее его снижение через 6 месяцев. Таким образом, проведение лишь теоретического курса без последующего опыта применения полученных знаний приводит к значимому снижению уровня теоретических знаний на протяжении 6 месяцев после лекционного курса.

Оценка действий ординаторов во время симулированных клинических сценариев по тематике ТДП (табл. 2) продемонстрировала высокую эффективность действий ординаторов в ОГ через 1 месяц после проведения теоретического курса и симуляционных тренингов с анализом действий во время сценария. Также отмечено сохранение высокого уровня оценки действий с незначимым снижением ее у ординаторов в ОГ даже спустя 6 месяцев после тренинга. В то же время действия ординаторов в КГ через 1 месяц после теоретического курса получили значимо более низкую оценку в сравнении с ОГ. Через 3 месяца эффективность действий ординаторов в КГ еще более снизилась, при этом она была значимо ниже таковой в ОГ. Однако спустя 6 месяцев оценка действий ординаторов в обеих группах не отличалась, при этом эффективность действий ординаторов в КГ значимо возросла в сравнении с оценкой через 3 месяца.

Анализ ошибок ординаторов КГ во время симулированных сценариев выявил их неспособность применить полученные знания, отсутствие у них алгоритма действий и неэффективное применение «нетехнических навыков». Эти данные подтверждают необходимость применения теоретических

Таблица 1

Результаты оценки знаний на этапах исследования (компьютерный опрос), балл (Me, Q1–Q3)

Группа	Исходная оценка	Через 1 месяц	Через 3 месяца	Через 6 месяцев
ОГ	56 (49–65)	86 (81,3–91,2)*	82,3 (78,5–89)**	83,5 (78,4–88,9)**
КГ	60 (53–69)	82,2 (75,4–89,2)*	70,7 (64,8–76,2)*,**	69 (60,7–75,2)**

**Примечание:** \* – различия в группе по сравнению с предыдущим этапом внутри группы; \*\* – между группами на этапе исследования,  $p < 0,05$ .

Таблица 2

Результаты оценки действий ординаторов во время симулированных клинических сценариев с помощью оценочных листов на этапах исследования, балл (Me, Q1–Q3)

Группа	Через 1 месяц	Через 3 месяца	Через 6 месяцев
ОГ	90,5 (84,3–94,2)**	86,1 (78,9–91,1)**	85,5 (80,4–88,9)
КГ	76,2 (69,4–84,2)**	65,1 (60,5–71,2)*,**	83 (67,–;86,7)*

**Примечание:** \* – различия в группе по сравнению с предыдущим этапом внутри группы; \*\* – между группами на этапе исследования,  $p < 0,05$ .

знаний, анализа полученного опыта и формирования в результате этого индивидуальной эпизодической памяти, т. е. алгоритма, который связывает контекст (сценарий) и контент (полученные знания), ассоциированный с событием [3]. Также показана эффективность проведения разбора действий во время начального симуляционного курса, позволяющего обучаемым с помощью преподавателя анализировать свои действия, выявить недостатки, продумать пути оптимизации своих действий при повторении данных ситуаций. На высокую эффективность обязательного проведения разбора после высокореалистичных смоделированных сценариев указывают P. Morgan et al. [11], при этом авторы отмечают сохранение способности эффективно действовать в течение 6–9 месяцев после курса обучения. В целом нами зафиксирован положительный эффект от регулярно повторяющихся тренингов по тематике ТДП.

Значимой разницы в субъективной оценке проведенных тренингов между группами не выявлено. Работа в смоделированных условиях вызвала состояние эмоционального напряжения у всех участников, средняя величина его в обеих группах составила  $7,4 \pm 1,7$  балла при оценке по специально разработанной 10-балльной шкале. 100 % анкетированных сочли показатели состояния робота и данные мониторинга понятными, а время на подготовку к выполнению задания достаточным. Как высокую (8 и выше баллов по 10-балльной шкале) реалистичность клинических сценариев оценили 92,3% всех ординаторов. Все участники исследования посчитали, что данный формат оценки их действий был объективным и полученная ими оценка справедлива. Также все участники высказали мнение о том, что использование высокореалистичной симуляции помогло им проверить эффективность своих действий во время ситуаций с ТДП, осознать и самостоятельно проанализировать свои ошибки. Заметим, что такое мнение высказали и участники КГ, которые не проходили начального симуляционного тренинга с разбором действий. Все участники после тренинга также сочли себя более подготовленными к решению тех задач, с которыми столкнулись во время симуляции, а также высказали желание проходить аналогичные регулярные тренинги по тематике ТДП и другим актуальным вопросам специальности. Оптимальным интервалом повторения смоделированных сценариев для поддержания своих знаний и навыков 22 из 26 ординаторов считают 6 месяцев, четверо – 3–4 месяца. В целом полученные нами данные подтверждают результаты проведенных ранее исследований о высокой эффективности симуляционных технологий при обучении клинических ординаторов действиям в различных критических ситуациях, в том числе в ситуациях ТДП [12, 13, 17].

## Выводы

1. Применение высокореалистичной симуляции при обучении решению проблемы ТДП приводит к значимому повышению эффективности практических действий, а также сохранению высокого уровня теоретических знаний и умения действовать на период до 6 месяцев.

2. Проведение регулярных симуляционных тренингов поддерживает высокий уровень практической подготовки ординаторов и обеспечивает эффективное применение алгоритмов действий в критических ситуациях, связанных с развитием ТДП.

## Литература

1. Долбнева, Е.Л. Анализ проблемы «трудных дыхательных путей» в России: особенности и перспективы. Ч. 1 / Е.Л. Долбнева [и др.] // Мед. алфавит. – 2016. – Т. 3, № 20 (283). – С. 9–13.
2. Boet, S. Complex procedural skills are retained for a minimum of 1 yr after a single high-fidelity simulation training session / S. Boet [et al.] // Br. J. Anaesth. – 2011. – № 107. – P. 533–539.
3. Chadwick, M. Decoding individual episodic memory traces in the human hippocampus / M. Chadwick, [et al.] // Curr. Biol. – 2010. – № 20. – P. 544–547.
4. Chopra, V. Does training on an anaesthesia simulator lead to improvement in performance? / V. Chopra [et al.] // Br. J. Anaesth. – 1994. – № 73 (3). – P. 293–297.
5. Cook, T.M. Strategies for the prevention of airway complications – A narrative review / T.M. Cook // Anaesthesia. – 2018. – Vol. 73. – P. 93–111.
6. Daunt, M. Evaluation of Human Factors in Airway Management Course / M. Daunt, [et al.] // J. Anesth. Clin. Res. – 2014. – Vol. 5, Issue 7. – P. 416.
7. Flin, R. Anaesthetists' non-technical skills / R. Flin, [et al.] // Br. J. Anaesth. – 2010. – Vol. 105 (1). – P. 38–44.
8. Flin, R. Human factors in the development of complications of airway management: preliminary evaluation of an interview tool / R. Flin, [et al.] // Anaesthesia. – 2013. – Vol. 68. – P. 817–825.
9. Kennedy, C.C. Advanced airway management simulation training in medical education: a systematic review and meta-analysis / C.C. Kennedy, [et al.] // Crit Care Med. – 2014. – Vol. 42. – P. 169–178.
10. Kuduvali, P.M. Unanticipated difficult airway management in anaesthetized patients: a prospective study of the effect of mannequin training on management strategies and skill retention / P.M. Kuduvali [et al.] // Anaesthesia. – 2008. – Vol. 63 (4). – P. 364–369.
11. Morgan, P. Efficacy of high-fidelity simulation debriefing on the performance of practicing anaesthetists in simulated scenarios / P. Morgan [et al.] // Br. J. Anaesth. – 2009. – Vol. 103. – P. 531–517.
12. Price, J.W. High-fidelity simulation in anesthesiology training: a survey of Canadian anesthesiology ordinator's simulator experience / J.W. Price [et al.] // Can. J. Anaesth. – 2010. – Vol. 57. – P. 134–42.
13. Sheila, N. Myatra. Optimizing education in difficult airway management: meeting the challenge / N. Myatra Sheila [et al.] // Current Opinion in Anaesthesiology. – 2017. – Vol. 30 (6). – P. 748–754.
14. Steadman, R.H. Simulation-based training is superior to problem-based learning for the acquisition of critical assessment and management skills / R.H. Steadman, [et al.] // Crit. Care Med. – 2006. – Vol. 34 (1). – P. 151–157.
15. Sun, Y. Airway management education: simulation based training versus non-simulation based training – A systematic review and meta-analyses / Y. Sun [et al.] // BMC Anesthesiol. – 2017, Feb 1. – 17 (1). – P. 17.

16. Yee, B. Nontechnical skills in anesthesia crisis management with repeated exposure to simulation-based education / B. Yee, [et al.] // *Anesthesiology*. – 2005. – Vol. 103 (2). – P. 241–248.
17. Yunoki, K. The role of simulation training in anesthesiology resident education / K. Yunoki T. Sakai // *J. Anesth.* – 2018. – Vol. 32 (3). – P. 425–433.
- 

A.A. Andreenko, L.V. Arsentev, K.A. Tsygankov, A.V. Schegolev

**Efficiency of high-fidelity simulation-based difficult airways management training of clinical ordinators**

**Abstract.** *It justifies the effectiveness of the use of high-fidelity simulation when training clinical ordinators on the difficult airway management. After the theoretical course and obtaining practical skills of airway management, 26 1-st year clinical ordinators were divided into 2 equal groups. The members of the main group took part in each of 4 «difficult airways» scenarios with the use of a human-patient simulator with subsequent debriefing. Then, after 1, 3 and 6 months, the all ordinators from both groups passed one of the «difficult airways» scenarios with the performance assessment by checklists and the assessment of knowledge with multiple choice questions. In the main group, the high level of retained knowledge was revealed for 6 months (after 1 month – 86 points (81,3–91,2); after 6 months – 83,5 points (78,4–88,9);  $p>0,05$ ). In the control group, the level of knowledge significantly decreased after 6 months (after 1 month – 82,2 points (75,4–89,2); after 6 months – 69 points (60,7–75, 2);  $p<0,05$ ). Performance assessment during simulated «difficult airways» scenarios after 1, 3 and 6 months showed an insignificant decrease of the score in the main group (after 1 month – 90,5 points (84,3–94,2); after 6 months – 85,5 points (80,4–88,9);  $p>0,05$ ). The control group showed a significant deterioration in the score assessment after 3 months, followed by its growth and the lack of difference between the groups after 6 months. The simulation-based difficult airways management training enhances the performance and retained theoretical knowledges and skills of trainees during simulated «difficult airways» clinical situations up to 6 months.*

**Key words:** *high-fidelity simulation, education in anesthesia, airways management, difficult airways, nontechnical skills of anesthesiologists, simulation-based education, crisis situation in anesthesiology.*

Контактный телефон: 8-921-989-63-78; e-mail: vmeda-nio@mil.ru