



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕАЛИСТИЧНОГО СИМУЛЯТОРА КОЛОНОСКОПИИ SIMBIONIX В ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ.

Каримов Б.Б.

Ташкентский государственный медицинский университет
<https://doi.org/10.5281/zenodo.19511047>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 07-aprel 2026 yil

Ma'qullandi: 09-aprel 2026 yil

Nashr qilindi: 11-aprel 2026 yil

KEYWORDS

симуляционное обучение,
колоноскопия, Simbionix,
медицинское образование,
эндоскопия, практические навыки,
студенты-медики, виртуальный
симулятор.

ABSTRACT

Цель исследования: оценить эффективность использования реалистичного симулятора колоноскопии компании Simbionix в обучении студентов 5 курса лечебного факультета практическим навыкам эндоскопического исследования толстой кишки.

Материалы и методы: В проспективном контролируемом исследовании приняли участие 120 студентов 5 курса лечебного факультета Ташкентского государственного медицинского университета (2024-2025 учебный год). Студенты были рандомизированы на две группы: основная группа (n=60) проходила обучение с использованием симулятора Simbionix Mentor в дополнение к стандартной программе; контрольная группа (n=60) обучалась только по традиционной методике (лекции, видеоматериалы, наблюдение за процедурами). Оценивались теоретические знания (тестирование), практические навыки (выполнение процедуры на симуляторе и оценка экспертами), время достижения слепой кишки, количество осложнений, уровень комфорта виртуального пациента и уверенность студентов в выполнении процедуры.

Результаты: Студенты основной группы продемонстрировали статистически значимо более высокие результаты по всем оцениваемым параметрам. Средний балл теоретического тестирования составил $87,3 \pm 6,4$ в основной группе против $76,2 \pm 8,1$ в контрольной ($p < 0,001$). Время достижения слепой кишки было достоверно меньше в основной группе ($12,4 \pm 3,2$ мин против $18,7 \pm 5,6$ мин, $p < 0,001$). Количество осложнений (перфорации,

кровотечения) в виртуальных сценариях было значительно ниже в основной группе (8,3% против 31,7%, $p < 0,001$). Уровень уверенности студентов в выполнении процедуры по 10-балльной шкале составил $7,8 \pm 1,2$ в основной группе против $4,3 \pm 1,6$ в контрольной ($p < 0,001$). Студенты основной группы успешно освоили различные клинические сценарии, включая стандартную колоноскопию, полипэктомию, работу с патологическими изменениями слизистой и сложными анатомическими вариантами.

Выводы: Использование реалистичного симулятора колоноскопии Symbionix Mentor в обучении студентов-медиков является высокоэффективным методом, позволяющим значительно улучшить теоретические знания, практические навыки и уверенность в выполнении эндоскопических процедур. Симуляционное обучение обеспечивает безопасную среду для отработки навыков, снижает риск осложнений при первых самостоятельных процедурах и должно быть интегрировано в стандартную программу подготовки медицинских специалистов.

Актуальность. Колоноскопия является «золотым стандартом» диагностики заболеваний толстой кишки и одним из наиболее эффективных методов скрининга колоректального рака. Своевременное выявление и удаление предраковых полипов во время колоноскопии позволяет снизить заболеваемость колоректальным раком на 76-90% и смертность на 53%. Однако выполнение колоноскопии требует высокого уровня технических навыков, пространственной ориентации и координации движений.

Традиционная модель обучения эндоскопии по принципу «see one, do one, teach one» (увидел один раз, сделал один раз, научи другого) в современных условиях становится неприемлемой с точки зрения безопасности пациентов и этических норм. Обучение на реальных пациентах связано с риском осложнений, дискомфортом для пациента, увеличением времени процедуры и психологическим стрессом для обучающегося. По данным различных исследований, частота перфораций при колоноскопии, выполненной начинающими эндоскопистами, может достигать 0,1-0,3%, что в 2-3 раза выше, чем у опытных специалистов.

В последние два десятилетия симуляционное обучение стало неотъемлемой частью медицинского образования во всем мире. Использование симуляторов позволяет студентам и врачам отрабатывать практические навыки в безопасной контролируемой среде без риска для пациентов. Особенно актуально применение симуляторов в обучении инвазивным процедурам, таким как эндоскопия.

Современные реалистичные симуляторы колоноскопии, такие как GI-BRONCH Mentor компании Symbionix

(приобретенной 3D Systems), представляют собой высокотехнологичные системы, обеспечивающие максимально приближенные к реальности условия обучения. В отличие от простых виртуальных симуляторов, реалистичные симуляторы Symbionix включают физический манекен с реалистичной тактильной обратной связью, настоящий эндоскоп с точной передачей усилий и сопротивления тканей, а также высококачественную визуализацию с детальной анатомией и патологическими изменениями.

Система Mentor предоставляет широкий спектр клинических сценариев различной сложности, включая нормальную анатомию, различные варианты строения толстой кишки (удлиненная сигмовидная кишка, фиксированная селезеночная кривизна), патологические изменения (полипы различных размеров и локализации, дивертикулы, воспалительные изменения, опухоли), а также возможность отработки терапевтических манипуляций (полипэктомия, биопсия, гемостаз).

Важным преимуществом симулятора является объективная автоматическая оценка выполнения процедуры с детальным анализом множества параметров: время процедуры, процент осмотренной поверхности слизистой, количество и тип ошибок, степень дискомфорта виртуального пациента, эффективность использования различных маневров (торк, изменение положения пациента), расход воздуха и другие показатели. Система также фиксирует все осложнения (перфорации, кровотечения) и предоставляет детальную обратную связь для анализа ошибок.

Цель исследования. Оценить эффективность использования реалистичного симулятора колоноскопии GI-BRONCH Mentor компании Symbionix в обучении студентов 5 курса лечебного факультета практическим навыкам эндоскопического исследования толстой кишки путем сравнительного анализа теоретических знаний, практических навыков и уровня уверенности студентов, обучавшихся с использованием симулятора и по традиционной методике.

Материалы и методы исследования. Дизайн исследования: проспективное контролируемое рандомизированное исследование.

Участники исследования: В исследовании приняли участие 120 студентов 5 курса лечебного факультета Ташкентского государственного медицинского университета. **Критерии включения:** студенты 5 курса лечебного факультета, добровольное информированное согласие на участие в исследовании, отсутствие предыдущего опыта выполнения колоноскопии. **Критерии исключения:** наличие предыдущего опыта работы с эндоскопическим оборудованием, отказ от участия в исследовании на любом этапе.

Рандомизация: Студенты были рандомизированы на две группы по 60 человек в каждой с использованием метода случайных чисел:

- Основная группа (n=60): обучение с использованием симулятора Symbionix GI-BRONCH Mentor в дополнение к стандартной программе
- Контрольная группа (n=60): обучение по традиционной методике (лекции, видеоматериалы, наблюдение за реальными процедурами в эндоскопическом отделении)

Характеристика симулятора: В исследовании использовался реалистичный симулятор колоноскопии GI-BRONCH Mentor компании Symbionix (3D Systems). Система включает:

- Физический манекен взрослого человека с реалистичной анатомией
- Настоящий гибкий колоноскоп с точной передачей тактильных ощущений
- Систему визуализации высокого разрешения с детальной анатомией
- Программное обеспечение с более чем 30 клиническими сценариями различной сложности
- Систему автоматической объективной оценки выполнения процедуры
- Возможность записи и воспроизведения процедур для анализа

Результаты исследования. Все 120 студентов, включенных в исследование, завершили полный курс обучения. Группы были сопоставимы по возрасту, полу и исходному уровню академической успеваемости (таблица 1).

Таблица 1. Характеристика участников исследования

Показатель	Основная группа (n=60)	Контрольная группа (n=60)	p
Возраст, лет (M±SD)	22,3±0,8	22,5±0,9	0,187
Пол, м/ж (абс., %)	28 (46,7%) / 32 (53,3%)	26 (43,3%) / 34 (56,7%)	0,709
Средний балл успеваемости	4,32±0,41	4,28±0,38	0,562

По результатам итогового тестирования студенты основной группы продемонстрировали статистически значимо более высокий уровень теоретических знаний по сравнению с контрольной группой (таблица 2).

Таблица 2. Результаты теоретического тестирования

Показатель	Основная группа (n=60)	Контрольная группа (n=60)	p
Общий балл (M±SD)	87,3±6,4	76,2±8,1	<0,001
Анатомия толстой кишки	91,2±7,3	82,4±9,1	<0,001
Техника колоноскопии	88,6±8,2	73,8±10,4	<0,001
Распознавание патологии	85,4±9,1	74,6±11,2	<0,001
Осложнения и их профилактика	84,7±8,6	75,1±9,8	<0,001
Отличный результат (>85 баллов), n (%)	42 (70,0%)	18 (30,0%)	<0,001
Хороший результат (70-85 баллов), n (%)	16 (26,7%)	28 (46,7%)	0,021

Удовлетворительный (<70 баллов), n (%)	2 (3,3%)	14 (23,3%)	0,001
---	----------	------------	-------

Студенты основной группы показали значительно лучшие результаты по всем параметрам, оцениваемым автоматически симулятором (таблица 3).

Таблица 3. Результаты автоматической оценки выполнения процедуры на симуляторе

Показатель	Основная группа (n=60)	Контрольная группа (n=60)	p
Время достижения слепой кишки, мин (M±SD)	12,4±3,2	18,7±5,6	<0,001
Общее время процедуры, мин (M±SD)	18,6±4,1	27,3±6,8	<0,001
Процент осмотренной слизистой, % (M±SD)	94,2±4,8	78,6±12,3	<0,001
Дискомфорт пациента, баллы (M±SD)	18,3±6,7	34,6±11,2	<0,001
Общий балл процедуры (M±SD)	82,4±8,6	61,3±12,4	<0,001
Успешное достижение слепой кишки, n (%)	58 (96,7%)	47 (78,3%)	0,002
Осложнения (перфорация/кровотечение), n (%)	5 (8,3%)	19 (31,7%)	0,001
- Перфорация	2 (3,3%)	12 (20,0%)	0,003
- Кровотечение	3 (5,0%)	7 (11,7%)	0,186

Важно отметить, что студенты основной группы не только быстрее выполняли процедуру, но и делали это более качественно, о чем свидетельствует больший процент осмотренной слизистой и меньший дискомфорт виртуального пациента. Частота осложнений в основной группе была почти в 4 раза ниже, чем в контрольной группе.

Три независимых эксперта оценивали выполнение процедуры студентами. Согласованность оценок экспертов была высокой (ICC=0,89, 95% ДИ: 0,84-0,93). Результаты экспертной оценки представлены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты экспертной оценки практических навыков

Показатель	Основная группа (n=60)	Контрольная группа (n=60)	p
Техника введения эндоскопа (M±SD)	16,8±2,4 (из 20)	11,3±3,2 (из 20)	<0,001
Навигация и ориентация (M±SD)	17,2±2,6 (из 20)	12,1±3,4 (из 20)	<0,001

Управление эндоскопом (M±SD)	16,4±2,8 (из 20)	11,8±3,1 (из 20)	<0,001
Систематичность осмотра (M±SD)	15,9±2,7 (из 20)	10,6±3,3 (из 20)	<0,001
Распознавание ориентиров (M±SD)	16,1±2,5 (из 20)	11,9±3,2 (из 20)	<0,001
Общий балл (M±SD)	82,4±9,3 (из 100)	57,7±13,6 (из 100)	<0,001
Готовность к выполнению под наблюдением, n (%)	52 (86,7%)	23 (38,3%)	<0,001

Эксперты отметили, что студенты основной группы демонстрировали более уверенные и координированные движения, лучше ориентировались в анатомии, более систематично осматривали слизистую и эффективнее использовали различные маневры для преодоления сложных участков.

Студенты основной группы в процессе обучения работали с различными клиническими сценариями симулятора. Динамика освоения навыков представлена в таблице 5.

Таблица 5. Прогресс освоения различных клинических сценариев (основная группа, n=60)

Сценарий	Попытка 1 (баллы, M±SD)	Попытка 5 (баллы, M±SD)	Попытка 10 (баллы, M±SD)	p*
Базовые навыки	42,3±12,4	68,7±9,3	84,2±6,8	<0,001
Стандартная колоноскопия	38,6±14,2	62,4±11,6	79,8±8,4	<0,001
Удлиненная сигма	31,2±13,8	54,3±12,4	72,6±10,2	<0,001
Фиксированная селезеночная кривизна	28,4±12,6	51,7±13,1	69,4±11,6	<0,001
Множественные полипы	35,7±13,4	58,6±11,8	76,3±9,7	<0,001
Полипэктомия	33,2±14,1	56,4±12,3	74,8±10,4	<0,001

*p – сравнение между попыткой 1 и попыткой 10

Данные демонстрируют значительное улучшение навыков студентов по мере повторения процедур на симуляторе. Наибольший прогресс наблюдался в освоении базовых навыков и стандартной колоноскопии. Сложные анатомические варианты требовали большего количества повторений для достижения приемлемого уровня.

Студенты основной группы демонстрировали статистически значимо более высокий уровень уверенности в выполнении колоноскопии (таблица 6).

Таблица 6. Уровень уверенности студентов в выполнении колоноскопии (10-балльная шкала)

Аспект процедуры	Основная группа (n=60)	Контрольная группа (n=60)	p
Управление эндоскопом	7,9±1,3	4,2±1,7	<0,001
Навигация в толстой кишке	7,6±1,4	3,8±1,6	<0,001
Распознавание анатомии	8,1±1,2	4,6±1,5	<0,001
Распознавание патологии	7,4±1,5	4,1±1,7	<0,001
Предотвращение осложнений	7,7±1,3	3,9±1,6	<0,001
Общая уверенность	7,8±1,2	4,3±1,6	<0,001

Результаты нашего исследования убедительно демонстрируют высокую эффективность использования реалистичного симулятора колоноскопии Symbionix GI-BRONCH Mentor в обучении студентов медицинского вуза. Студенты, прошедшие обучение с использованием симулятора, показали статистически значимо лучшие результаты по всем оцениваемым параметрам: теоретическим знаниям, практическим навыкам, уровню уверенности и готовности к выполнению процедур под наблюдением.

Особенно впечатляющими являются результаты в области практических навыков. Студенты основной группы выполняли процедуру на 33% быстрее, осматривали на 20% больше поверхности слизистой и допускали почти в 4 раза меньше осложнений по сравнению с контрольной группой. Эти данные согласуются с результатами международных исследований, показывающих, что симуляционное обучение значительно улучшает технические навыки эндоскопии.

Интеграция симуляционного обучения в стандартную программу медицинского образования является важным шагом на пути повышения качества подготовки специалистов и безопасности пациентов. Наши результаты показывают, что оптимальная модель обучения должна включать сочетание теоретической подготовки, интенсивной практики на симуляторе и последующего наблюдения за реальными процедурами под руководством опытных наставников.

Выводы. Использование реалистичного симулятора колоноскопии Symbionix GI-BRONCH Mentor в обучении студентов 5 курса лечебного факультета является высокоэффективным методом, позволяющим значительно улучшить качество подготовки по сравнению с традиционными методами обучения. Студенты, прошедшие симуляционное обучение, демонстрируют на 14,6% более высокий уровень теоретических знаний (87,3±6,4 против 76,2±8,1 баллов, p<0,001). Практические навыки выполнения колоноскопии у студентов, обучавшихся с использованием симулятора, значительно превосходят навыки студентов контрольной группы: время достижения слепой кишки меньше на 33,7% (12,4±3,2 против 18,7±5,6 мин, p<0,001), процент

осмотренной слизистой выше на 19,9% (94,2±4,8% против 78,6±12,3%, p<0,001), общий балл процедуры выше на 34,4% (82,4±8,6 против 61,3±12,4, p<0,001)..

Литература:

1. Adler A., Wegscheider K., Lieberman D., et al. Factors determining the quality of screening colonoscopy: a prospective study on adenoma detection rates, from 12,134 examinations (Berlin colonoscopy project 3, BECOP-3) // Gut. – 2013. – Vol. 62, № 2. – P. 236-241. DOI: 10.1136/gutjnl-2011-300167
2. Ahlberg G., Hultcrantz R., Jaramillo E., et al. Virtual reality colonoscopy simulation: a compulsory practice for the future colonoscopist? // Endoscopy. – 2005. – Vol. 37, № 12. – P. 1198-1204. DOI: 10.1055/s-2005-921049
3. Cohen J., Cohen S.A., Vora K.C., et al. Multicenter, randomized, controlled trial of virtual-reality simulator training in acquisition of competency in colonoscopy // Gastrointestinal Endoscopy. – 2006. – Vol. 64, № 3. – P. 361-368. DOI: 10.1016/j.gie.2005.11.062
4. Ekkelenkamp V.E., Koch A.D., de Man R.A., Kuipers E.J. Training and competence assessment in GI endoscopy: a systematic review // Gut. – 2016. – Vol. 65, № 4. – P. 607-615. DOI: 10.1136/gutjnl-2014-307173
5. Haycock A., Koch A.D., Familiari P., et al. Training and transfer of colonoscopy skills: a multinational, randomized, blinded, controlled trial of simulator versus bedside training // Gastrointestinal Endoscopy. – 2010. – Vol. 71, № 2. – P. 298-307. DOI: 10.1016/j.gie.2009.07.017
6. Khan R., Plahouras J., Johnston B.C., et al. Virtual reality simulation training in endoscopy: a Cochrane review and meta-analysis // Endoscopy. – 2019. – Vol. 51, № 7. – P. 653-664. DOI: 10.1055/a-0894-4400
7. Park J., MacRae H., Musselman L.J., et al. Randomized controlled trial of virtual reality simulator training: transfer to live patients // American Journal of Surgery. – 2007. – Vol. 194, № 2. – P. 205-211. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2006.11.032
8. Sedlack R.E., Kolars J.C. Computer simulator training enhances the competency of gastroenterology fellows at colonoscopy: results of a pilot study // American Journal of Gastroenterology. – 2004. – Vol. 99, № 1. – P. 33-37. DOI: 10.1111/j.1572-0241.2004.04007.x
9. Shahidi N., Ou G., Telford J., Enns R. When trainees reach competency in performing colonoscopy: a systematic review // Gastrointestinal Endoscopy. – 2015. – Vol. 81, № 5. – P. 1337-1342. DOI: 10.1016/j.gie.2014.12.003
10. Thomsen A.S., Bach-Holm D., Kjærbo H., et al. Operating room performance improves after proficiency-based virtual reality cataract surgery training // Ophthalmology. – 2017. – Vol. 124, № 4. – P. 524-531. DOI: 10.1016/j.ophtha.2016.11.015
11. Walsh C.M., Sherlock M.E., Ling S.C., Carnahan H. Virtual reality simulation training for health professions trainees in gastrointestinal endoscopy // Cochrane Database of Systematic Reviews. – 2012. – Issue 6. – Art. No.: CD008237. DOI: 10.1002/14651858.CD008237.pub2
12. Waschke K.A., Anderson J., Valori R.M., et al. ASGE principles of endoscopic training // Gastrointestinal Endoscopy. – 2019. – Vol. 90, № 1. – P. 27-34. DOI: 10.1016/j.gie.2019.03.019