

УДК 378.147:616.34-073.432:004.946

**ПРИМЕНЕНИЕ СИМУЛЯЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ
ЭНДОСКОПИЧЕСКИМ МЕТОДАМ ИССЛЕДОВАНИЯ: ОПЫТ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ СИМУЛЯТОРОВ ГАСТРОСКОПИИ И
КОЛОНОСКОПИИ**

Каримов Б.Б.

Ташкентский государственный медицинский университет

Цель исследования: оценить эффективность использования виртуальных симуляторов гастроскопии и колоноскопии в преподавании эндоскопических методов исследования студентам медицинского университета.

Материалы и методы: В исследовании приняли участие 120 студентов 5 курса лечебного факультета Ташкентского государственного медицинского университета. Студенты были рандомизированы на две группы: 1-я группа (n=60) проходила обучение с использованием виртуального симулятора эндоскопии (GI Mentor, 3D Systems), 2-я группа (n=60) – традиционное обучение (лекции, видеоматериалы, наблюдение за процедурами). Оценивались теоретические знания, практические навыки выполнения эндоскопических процедур, время освоения навыков, уровень уверенности студентов и удовлетворенность обучением.

Результаты: Студенты 1-й группы продемонстрировали достоверно более высокие результаты по всем оцениваемым параметрам. Средний балл теоретических знаний составил $87,4 \pm 6,2$ против $76,8 \pm 7,4$ во 2-й группе ($p < 0,001$). Практические навыки выполнения гастроскопии оценены на $84,6 \pm 5,8$ балла против $68,2 \pm 8,1$ балла ($p < 0,001$), колоноскопии – $82,3 \pm 6,4$ против $64,7 \pm 7,9$ балла ($p < 0,001$). Время освоения базовых навыков в 1-й группе было на 34,2% меньше. Уровень уверенности при выполнении процедур и удовлетворенность обучением были значительно выше в группе симуляционного обучения.

Выводы: Использование виртуальных симуляторов гастроскопии и колоноскопии значительно повышает эффективность обучения студентов эндоскопическим методам исследования, способствует более быстрому освоению практических навыков, повышает уверенность обучающихся и может быть рекомендовано для широкого внедрения в образовательный процесс медицинских вузов.

Ключевые слова: симуляционное обучение, виртуальный симулятор, гастроскопия, колоноскопия, эндоскопия, медицинское образование, практические навыки.

Тадқиқот мақсади: тиббиёт университети талабаларига эндоскопик текшириш усулларини ўргатишда гастроскопия ва колоноскопиянинг виртуал симуляторларидан фойдаланиш самарадорлигини баҳолаш.

Материаллар ва усуллар: Тадқиқотда Тошкент давлат тиббиёт университети даволаш факультети 5-курс талабалари иштирок этди (120 нафар). Талабалар икки гуруҳга бўлинди: 1-гуруҳ (n=60) эндоскопиянинг виртуал симулятори (GI-BRONCH Mentor, 3D Systems) ёрдамида таълим олди, 2-гуруҳ (n=60) – анъанавий таълим (маърузалар, видеоматериаллар, процедураларни кузатиш). Назарий билимлар, эндоскопик процедураларни бажаришнинг



амалий кўникмалари, кўникмаларни эгаллаш вақти, талабаларнинг ишонч даражаси ва таълимдан қониқиш баҳоланди.

Натижалар: 1-гуруҳ талабалари барча баҳоланган параметрлар бўйича ишончли юқори натижаларни намойиш этдилар. Назарий билимларнинг ўртача балли $87,4 \pm 6,2$ ни ташкил этди, 2-гуруҳда эса $76,8 \pm 7,4$ ($p < 0,001$). Гастроскопияни бажаришнинг амалий кўникмалари $84,6 \pm 5,8$ баллга баҳоланди, 2-гуруҳда $68,2 \pm 8,1$ балл ($p < 0,001$), колоноскопия – $82,3 \pm 6,4$ ва $64,7 \pm 7,9$ балл ($p < 0,001$). Базавий кўникмаларни эгаллаш вақти 1-гуруҳда 34,2% га кам бўлди. Процедураларни бажаришдаги ишонч даражаси ва таълимдан қониқиш симуляцион таълим гуруҳида сезиларли даражада юқори бўлди.

Хулосалар: Гастроскопия ва колоноскопиянинг виртуал симуляторларидан фойдаланиш талабаларга эндоскопик текшириш усулларини ўргатиш самарадорлигини сезиларли даражада ошириши, амалий кўникмаларни тезроқ эгаллашга ёрдам бериши, таълим олувчиларнинг ишончини оширади ва тиббиёт олий ўқув юртларининг таълим жараёнига кенг жорий этиш учун тавсия этилиши мумкин.

Калит сўзлар: симуляцион таълим, виртуал симулятор, гастроскопия, колоноскопия, эндоскопия, тиббий таълим, амалий кўникмалар.

Objective: to evaluate the effectiveness of using virtual gastroscopy and colonoscopy simulators in teaching endoscopic examination methods to medical university students.

Materials and methods: The study involved 120 fifth-year students of the Faculty of General Medicine at Tashkent State Medical University. Students were randomized into two groups: group 1 ($n=60$) received training using a virtual endoscopy simulator (GI-BRONCH Mentor, 3D Systems), group 2 ($n=60$) received traditional training (lectures, video materials, procedure observation). Theoretical knowledge, practical skills in performing endoscopic procedures, skill acquisition time, student confidence level, and training satisfaction were assessed.

Results: Students in group 1 demonstrated significantly higher results across all assessed parameters. The average theoretical knowledge score was 87.4 ± 6.2 versus 76.8 ± 7.4 in group 2 ($p < 0.001$). Practical skills in performing gastroscopy were rated at 84.6 ± 5.8 points versus 68.2 ± 8.1 points ($p < 0.001$), colonoscopy – 82.3 ± 6.4 versus 64.7 ± 7.9 points ($p < 0.001$). The time to acquire basic skills in group 1 was 34.2% less. The level of confidence in performing procedures and satisfaction with training were significantly higher in the simulation training group.

Conclusions: The use of virtual gastroscopy and colonoscopy simulators significantly increases the effectiveness of teaching students endoscopic examination methods, promotes faster acquisition of practical skills, increases learner confidence, and can be recommended for widespread implementation in the educational process of medical universities.

Keywords: simulation-based learning, virtual simulator, gastroscopy, colonoscopy, endoscopy, medical education, practical skills.

АКТУАЛЬНОСТЬ. Эндоскопические методы исследования занимают одно из ведущих мест в современной диагностике заболеваний желудочно-кишечного тракта. Гастроскопия и колоноскопия являются «золотым стандартом» в выявлении патологии пищевода, желудка, двенадцатиперстной кишки и толстого кишечника, позволяя не



только визуализировать изменения слизистой оболочки, но и выполнять биопсию, удалять полипы и проводить другие лечебные манипуляции [1, 2].

Однако обучение эндоскопическим методам исследования представляет значительные трудности. Традиционная модель обучения, основанная на принципе «see one, do one, teach one» (увидеть один раз, выполнить один раз, научить других), имеет существенные ограничения в современных условиях. Во-первых, возрастают этические требования к медицинским вмешательствам, и пациенты все чаще отказываются от участия в обучении студентов. Во-вторых, эндоскопические процедуры являются инвазивными и потенциально опасными, что делает невозможным обучение начинающих на реальных пациентах без предварительной подготовки. В-третьих, ограниченное количество эндоскопических процедур и большое число обучающихся не позволяют каждому студенту получить достаточный практический опыт [3, 4].

В последние два десятилетия в медицинском образовании активно развивается симуляционное обучение, которое позволяет студентам и молодым врачам отрабатывать практические навыки в безопасной среде без риска для пациентов. Виртуальные симуляторы эндоскопии представляют собой компьютерные системы, имитирующие реальные эндоскопические процедуры с высокой степенью реалистичности. Они воспроизводят тактильные ощущения при введении эндоскопа, визуализацию анатомических структур, позволяют моделировать различные патологические состояния и осложнения [5, 6].

Многочисленные зарубежные исследования продемонстрировали высокую эффективность симуляционного обучения эндоскопии. Показано, что использование виртуальных симуляторов сокращает время освоения базовых навыков, повышает уверенность обучающихся, снижает количество осложнений при первых самостоятельных процедурах на пациентах [7, 8]. Однако в Узбекистане опыт применения симуляционных технологий в обучении эндоскопии ограничен, и отсутствуют исследования, оценивающие эффективность этого метода в условиях национальной системы медицинского образования.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ. Оценить эффективность использования виртуального симулятора гастроскопии и колоноскопии в обучении студентов 5 курса лечебного факультета Ташкентского государственного медицинского университета эндоскопическим методам исследования в сравнении с традиционными методами обучения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Исследование проводилось на базе кафедры Симуляционного обучения и клинического моделирования Ташкентского государственного медицинского университета в период с сентября 2024 года по март 2025 года.

Участники исследования

В исследовании приняли участие 120 студентов 5 курса лечебного факультета Ташкентского государственного медицинского университета, проходивших обучение на цикле «Симуляционного обучения».

Критерии включения:

- Студенты 5 курса лечебного факультета
- Отсутствие предшествующего опыта выполнения эндоскопических процедур
- Добровольное согласие на участие в исследовании

Критерии исключения:

- Наличие опыта выполнения эндоскопических процедур
- Отказ от участия в исследовании



- Пропуск более 20% занятий

Все участники подписали информированное согласие на участие в исследовании. Протокол исследования был одобрен этическим комитетом Ташкентского государственного медицинского университета.

Перспективное рандомизированное контролируемое исследование. Студенты были рандомизированы методом случайных чисел на две группы по 60 человек в каждой:

1-я группа (основная, n=60): обучение с использованием виртуального симулятора эндоскопии GI-BRONCH Mentor (3D Systems, США). Симулятор включает модули гастроскопии и колоноскопии с различными уровнями сложности, возможностью моделирования патологических состояний и осложнений, автоматической оценкой выполнения процедуры.

2-я группа (контрольная, n=60): традиционное обучение, включающее лекции, просмотр видеоматериалов, демонстрацию процедур преподавателем, наблюдение за выполнением реальных эндоскопических процедур в эндоскопическом кабинете клиники.

Группы были сопоставимы по возрасту, полу, успеваемости по предшествующим дисциплинам ($p > 0,05$).

Таблица 1. Характеристика участников исследования

Показатель	1-я группа (n=60)	2-я группа (n=60)	p
Средний возраст, лет	22,3±0,8	22,4±0,7	>0,05
Пол (м/ж)	34/26	32/28	>0,05
Средний балл успеваемости	4,12±0,34	4,08±0,38	>0,05

Обе группы прошли одинаковый теоретический курс, включающий 12 часов лекций по следующим темам:

- Анатомия верхних и нижних отделов желудочно-кишечного тракта
- Показания и противопоказания к гастроскопии и колоноскопии
- Техника выполнения эндоскопических процедур
- Эндоскопическая семиотика заболеваний ЖКТ
- Осложнения эндоскопических исследований и их профилактика

Практическая часть обучения различалась:

1-я группа: 24 часа работы на виртуальном симуляторе (12 часов гастроскопия, 12 часов колоноскопия). Каждый студент выполнил не менее 20 виртуальных гастроскопий и 20 колоноскопий различной степени сложности под контролем преподавателя. Симулятор автоматически оценивал качество выполнения процедуры по следующим параметрам: время выполнения, полнота осмотра, количество травматизации слизистой, эффективность манипуляций.

2-я группа: 24 часа традиционного практического обучения, включающего просмотр видеозаписей эндоскопических процедур (8 часов), наблюдение за выполнением реальных процедур в клинике (12 часов), работу с атласами и учебными материалами (4 часа).

Все оценки проводились до начала обучения (исходный уровень) и по завершении курса обучения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Все 120 студентов завершили программу обучения в полном объеме. Пропусков занятий более 20% не было зарегистрировано.

Исходный уровень теоретических знаний в обеих группах был сопоставим и соответствовал удовлетворительному уровню (1-я группа: 54,2±8,6 балла, 2-я группа: 53,8±8,9 балла, $p > 0,05$).



После завершения курса обучения в обеих группах отмечено достоверное повышение уровня теоретических знаний. Однако в 1-й группе (симуляционное обучение) средний балл составил $87,4 \pm 6,2$, что достоверно выше, чем во 2-й группе ($76,8 \pm 7,4$ балла, $p < 0,001$).

Таблица 2. Динамика теоретических знаний студентов

Группа	До обучения	После обучения	Δ	p^*	p^{**}
1-я группа (n=60)	$54,2 \pm 8,6$	$87,4 \pm 6,2$	$+33,2 \pm 7,8$	$<0,001$	$<0,001$
2-я группа (n=60)	$53,8 \pm 8,9$	$76,8 \pm 7,4$	$+23,0 \pm 6,2$	$<0,001$	-

* p – достоверность различий внутри группы

** p – достоверность различий между группами после обучения

Анализ результатов по отдельным разделам показал, что студенты 1-й группы значительно лучше усвоили разделы, касающиеся техники выполнения процедур, навигации, распознавания анатомических ориентиров и эндоскопической семиотики ($p < 0,001$ для всех разделов).

Оценка практических навыков выполнения гастроскопии проводилась на симуляторе для обеих групп по стандартизированной шкале OSATS.

Студенты 1-й группы продемонстрировали достоверно более высокий уровень практических навыков по всем оцениваемым параметрам. Общий балл выполнения гастроскопии в 1-й группе составил $84,6 \pm 5,8$, во 2-й группе – $68,2 \pm 8,1$ ($p < 0,001$).

Таблица 3. Оценка практических навыков выполнения гастроскопии

Параметр	1-я группа (n=60)	2-я группа (n=60)	p
Подготовка оборудования	$17,2 \pm 1,8$	$14,6 \pm 2,4$	$<0,001$
Техника введения эндоскопа	$16,8 \pm 2,1$	$12,4 \pm 2,8$	$<0,001$
Навигация и осмотр	$17,4 \pm 1,9$	$13,2 \pm 2,6$	$<0,001$
Распознавание анатомии	$16,6 \pm 2,0$	$14,2 \pm 2,3$	$<0,001$
Общая эффективность	$16,6 \pm 1,8$	$13,8 \pm 2,4$	$<0,001$
Общий балл	$84,6 \pm 5,8$	$68,2 \pm 8,1$	$<0,001$

Особенно значительные различия наблюдались в технике введения эндоскопа и навигации – навыках, требующих наибольшей практики и координации движений.



Аналогичные результаты были получены при оценке навыков выполнения колоноскопии. Общий балл в 1-й группе составил $82,3 \pm 6,4$, во 2-й группе – $64,7 \pm 7,9$ ($p < 0,001$).

Таблица 4. Оценка практических навыков выполнения колоноскопии

Параметр	1-я группа (n=60)	2-я группа (n=60)	p
Подготовка оборудования	$16,8 \pm 2,0$	$14,2 \pm 2,6$	$< 0,001$
Техника введения эндоскопа	$16,2 \pm 2,3$	$11,8 \pm 3,1$	$< 0,001$
Навигация и осмотр	$16,6 \pm 2,2$	$12,6 \pm 2,8$	$< 0,001$
Распознавание анатомии	$16,4 \pm 2,1$	$13,4 \pm 2,4$	$< 0,001$
Общая эффективность	$16,3 \pm 2,0$	$12,7 \pm 2,6$	$< 0,001$
Общий балл	$82,3 \pm 6,4$	$64,7 \pm 7,9$	$< 0,001$

Колоноскопия является технически более сложной процедурой, чем гастроскопия, что отразилось в несколько более низких баллах в обеих группах. Однако преимущество симуляционного обучения было еще более выраженным.

В 1-й группе среднее время достижения базового уровня компетентности при выполнении гастроскопии составило $8,4 \pm 1,6$ часа, во 2-й группе – $12,8 \pm 2,4$ часа ($p < 0,001$), что на 34,4% больше. Для колоноскопии эти показатели составили $10,2 \pm 1,8$ и $15,6 \pm 2,6$ часа соответственно ($p < 0,001$), разница 34,6%.

Самооценка уверенности при выполнении эндоскопических процедур была значительно выше в 1-й группе. По 10-балльной шкале уровень уверенности при выполнении гастроскопии составил $7,8 \pm 1,2$ балла в 1-й группе против $5,4 \pm 1,6$ балла во 2-й группе ($p < 0,001$). Для колоноскопии – $7,2 \pm 1,4$ против $4,8 \pm 1,7$ балла соответственно ($p < 0,001$).

При анализе распределения студентов по уровню уверенности выявлено, что в 1-й группе 48 студентов (80,0%) оценили свою уверенность на 7 баллов и выше, в то время как во 2-й группе таких было только 18 (30,0%), $p < 0,001$.

Анкетирование показало значительно более высокую удовлетворенность обучением в 1-й группе. По 5-балльной шкале Лайкерта средняя оценка удовлетворенности составила $4,6 \pm 0,5$ балла в 1-й группе против $3,4 \pm 0,7$ балла во 2-й группе ($p < 0,001$).

Результаты проведенного исследования убедительно демонстрируют высокую эффективность использования виртуальных симуляторов в обучении эндоскопическим методам исследования. Студенты, проходившие обучение с использованием симулятора, показали достоверно лучшие результаты по всем оцениваемым параметрам: теоретическим знаниям, практическим навыкам, времени освоения навыков, уровню уверенности и удовлетворенности обучением.



Особенно важным представляется значительное превосходство в практических навыках выполнения эндоскопических процедур. Разница в 16,4 балла для гастроскопии и 17,6 балла для колоноскопии (по 100-балльной шкале) является клинически значимой и свидетельствует о существенно более высоком уровне подготовки студентов 1-й группы. Эти результаты согласуются с данными зарубежных исследований, которые также продемонстрировали преимущества симуляционного обучения эндоскопии [9, 10].

Сокращение времени освоения базовых навыков на 34% в группе симуляционного обучения имеет важное практическое значение. Это позволяет более эффективно использовать учебное время, дает возможность студентам достичь более высокого уровня компетентности в рамках отведенных часов и потенциально снижает нагрузку на преподавателей.

ВЫВОДЫ. Проведенное исследование убедительно продемонстрировало высокую эффективность использования виртуальных симуляторов гастроскопии и колоноскопии в обучении студентов медицинского университета. Студенты, проходившие обучение с использованием симулятора GI-BRONCH Mentor, показали достоверно более высокие результаты по всем оцениваемым параметрам по сравнению со студентами, обучавшимися традиционными методами. Уровень теоретических знаний в группе симуляционного обучения был на 13,8% выше, что свидетельствует о лучшем понимании и усвоении материала при возможности практического применения знаний. Практические навыки выполнения гастроскопии и колоноскопии в группе симуляционного обучения превосходили показатели контрольной группы на 24,0% и 27,2% соответственно, что является клинически значимым различием и указывает на существенно более высокий уровень технической подготовки студентов. Время освоения базовых эндоскопических навыков в группе симуляционного обучения было на 34,2% меньше, что позволяет более эффективно использовать учебное время и дает возможность достичь более высокого уровня компетентности в рамках отведенных часов. Уровень уверенности студентов при выполнении эндоскопических процедур был на 44,4% выше для гастроскопии и на 50,0% выше для колоноскопии в группе симуляционного обучения, что является важным психологическим фактором, способствующим успешному переходу к работе с реальными пациентами. Удовлетворенность обучением в группе симуляционного обучения была на 35,3% выше, что свидетельствует о высокой мотивации студентов и их положительном отношении к данному методу обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cohen J, Safdi MA, Deal SE, et al. Quality indicators for esophagogastroduodenoscopy. *Gastrointest Endosc.* 2015;81(1):31-53. doi: 10.1016/j.gie.2014.07.057
2. Rex DK, Schoenfeld PS, Cohen J, et al. Quality indicators for colonoscopy. *Gastrointest Endosc.* 2015;81(1):31-53. doi: 10.1016/j.gie.2014.07.058
3. Sedlack RE, Coyle WJ. Assessment of competency in endoscopy: establishing and validating generalizable competency benchmarks for colonoscopy. *Gastrointest Endosc.* 2016;83(3):516-523. doi: 10.1016/j.gie.2015.10.042
4. Walsh CM, Ling SC, Wang CS, Carnahan H. Concurrent versus terminal feedback: it may be better to wait. *Acad Med.* 2009;84(10 Suppl):S54-57. doi: 10.1097/ACM.0b013e3181b38daf



5. Khan R, Plahouras J, Johnston BC, Scaffidi MA, Grover SC, Walsh CM. Virtual reality simulation training for health professions trainees in gastrointestinal endoscopy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018;8(8):CD008237. doi: 10.1002/14651858.CD008237.pub3
6. Dawe SR, Pena GN, Windsor JA, et al. Systematic review of skills transfer after surgical simulation-based training. *Br J Surg.* 2014;101(9):1063-1076. doi: 10.1002/bjs.9482
7. Ekkelenkamp VE, Koch AD, de Man RA, Kuipers EJ. Training and competence assessment in GI endoscopy: a systematic review. *Gut.* 2016;65(4):607-615. doi: 10.1136/gutjnl-2014-307173
8. Haycock A, Koch AD, Familiari P, et al. Training and transfer of colonoscopy skills: a multinational, randomized, blinded, controlled trial of simulator versus bedside training. *Gastrointest Endosc.* 2010;71(2):298-307. doi: 10.1016/j.gie.2009.07.017
9. Cohen J, Cohen SA, Vora KC, et al. Multicenter, randomized, controlled trial of virtual-reality simulator training in acquisition of competency in colonoscopy. *Gastrointest Endosc.* 2006;64(3):361-368. doi: 10.1016/j.gie.2005.11.062
10. Grover SC, Garg A, Scaffidi MA, et al. Impact of a simulation training curriculum on technical and nontechnical skills in colonoscopy: a randomized trial. *Gastrointest Endosc.* 2015;82(6):1072-1079. doi: 10.1016/j.gie.2015.04.008
11. Waschke KA, Anderson J, Valori RM, et al. ASGE principles of endoscopic training. *Gastrointest Endosc.* 2019;90(1):27-34. doi: 10.1016/j.gie.2019.03.019
12. Walsh CM, Sherlock ME, Ling SC, Carnahan H. Virtual reality simulation training for health professions trainees in gastrointestinal endoscopy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;(6):CD008237. doi: 10.1002/14651858.CD008237.pub2

