

COMPARING SIMULATION BASED AND LECTURE BASED EDUCATION ON KNOWLEDGE ACQUISITION AND LONG TERM RETENTION IN MEDICAL STUDENTS

Khasan Ibragimov, Abdumannon Axmedov, Nargiza Yarmuhamedova,
Mokhibonu Ravshanova

Samarkand State Medical Institute, Samarkand, Republic of Uzbekistan

ORCID: Ibragimov Khasan 0000-0002-5717-7494
ORCID: Axmedov Abdumannon 0009-0000-8392-5428
ORCID: Yarmuhamedova Nargiza 0000-0002-5551-3212
ORCID: Ravshanova Mokhibonu 0000-0002-5702-4594

khasanibragimovuzb@gmail.com

DOI: 10.46594/2687-0037_2024_4_1987

Annotation. This study aimed to compare the effectiveness of simulation-based versus lecture-based education in improving immediate knowledge acquisition and long-term retention among medical students. Forty second-year medical students were randomly assigned to two groups: Group A (simulation) and Group B (lecture). Both groups were taught the same four topics, and students completed a pre-test, post-test, and a delayed post-test five weeks later to assess immediate knowledge gain and retention. Both groups showed significant improvement from pre-test to post-test ($p < 0.001$), with no significant difference in immediate knowledge acquisition ($p = 0.24$). However, Group A demonstrated significantly better long-term retention ($p = 0.02$), particularly in topics like hyperkalemia and STEMI. While both educational methods were effective in the short term, simulation-based education led to superior long-term retention, especially for clinical decision-making topics. The results suggest that incorporating simulation into education may enhance students' preparedness for clinical practice. Further studies are recommended to refine the balance between these educational approaches.

Keywords: simulation-based education, lecture-based education, knowledge retention, medical students, clinical decision-making, medical education methods.

Disclosures. The authors declare no conflict of interest.

For quotation: Ibragimov Kh., Axmedov A., Yarmuhamedova N., Ravshanova M. Comparing Simulation Based and Lecture Based Education on Knowledge Acquisition and Long Term Retention in Medical Students // Virtual technologies in Medicine. 2024. T. 1, No. 4. DOI: 10.46594/2687-0037_2024_4_1987

Received December 04, 2024

Revised December 20, 2024

Accepted December 20, 2024

СРАВНЕНИЕ СИМУЛЯЦИОННОГО И ЛЕКЦИОННОГО МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ: ПРИБРЕТЕНИЕ ЗНАНИЙ И ИХ ДОЛГОСРОЧНОЕ СОХРАНЕНИЕ У СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ

Ибрагимов Хасан Исмоилович, Ахмедов Абдуманнон Абдуллаевич, Ярмухаммедова Наргиза Анваровна,
Равшанова Мохибону Сухробовна

Самаркандский государственный медицинский университет,
г. Самарканд, Республика Узбекистан

khasanibragimovuzb@gmail.com

DOI: 10.46594/2687-0037_2024_4_1987

Аннотация. Целью данного исследования было сравнение эффективности обучения, основанного на лекциях и на симуляции, для улучшения краткосрочного приобретения знаний и их долгосрочного сохранения среди студентов-медиков. 40 студентов-медиков 2-го курса были случайным образом распределены на две группы: группа А (симуляция) и группа Б (лекция). Обе группы изучали одни и те же четыре темы, а студенты прошли предварительный тест, посттест и отсроченный посттест через пять недель, чтобы оценить немедленное получение и сохранение знаний. Обе группы продемонстрировали значительное улучшение результатов от предварительного к последующему тестированию ($p < 0,001$), при этом существенной разницы в непосредственном приобретении знаний не было ($p = 0,24$). Тем не менее группа А продемонстрировала значительно лучшее запоминание знаний в долгосрочной перспективе ($p = 0,02$), особенно по таким темам, как гиперкалиемия и STEMI. Хотя оба метода обучения были эффективными в краткосрочной перспективе, обучение на основе симуляции привело к лучшему запоминанию знаний в долгосрочной перспективе, особенно по темам, связанным с принятием клинических решений. Полученные результаты позволяют предположить, что включение

симуляции в процесс обучения может повысить готовность студентов к клинической практике. Рекомендуются дальнейшие исследования для уточнения баланса между этими образовательными подходами.

Ключевые слова: симуляционное обучение, лекционное обучение, сохранение знаний, студенты-медики, принятие клинических решений, методы медицинского образования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Ибрагимов Х. И., Ахмедов А. А., Ярмухаммедова Н. А., Равшанова М. С. Сравнение симуляционного и лекционного методов обучения: приобретение знаний и их долгосрочное сохранение у студентов-медиков // Виртуальные технологии в медицине. 2024. Т. 1, № 4. DOI: 10.46594/2687-0037_2024_4_1987

Научная специальность: 3.2.3. Общественное здоровье и организация здравоохранения, социология и история медицины

Поступила в редакцию 04 декабря 2024 г.

Поступила после рецензирования 20 декабря 2024 г.

Принята к публикации 20 декабря 2024 г.

* Материал представлен в редакцию на английском языке. Публикуется в оригинале и в переводе на русский язык.

Introduction

Traditional methods of medical education have long relied on didactic lectures and textbook learning. However, with the rapid advancements in technology, there has been a significant shift towards the integration of simulation-based learning in medical training. Simulation, encompassing a range of modalities from standardized patients to high-fidelity patient simulators, offers an immersive learning experience that enhances students' ability to apply theoretical knowledge in practical settings. The ability to recreate real-life scenarios in a controlled environment presents an opportunity for learners to engage in active learning without the risks associated with real patient care [3; 9; 13; 16].

The use of simulation in medical education has grown exponentially, driven by its potential to improve both immediate knowledge acquisition and long-term retention. Research has shown that simulation not only enhances the development of explicit memory, crucial for recalling facts, but also facilitates implicit learning, where students develop skills and decision-making capabilities by repeatedly practicing clinical scenarios. These advantages are particularly valuable in education, where students are in the early stages of applying their knowledge to clinical practice [1; 3; 12; 15].

Despite the widespread adoption of simulation, there remains a need for rigorous evaluation of its efficacy compared to traditional lecture-based methods. The majority of studies have focused on clinical skills training for medical residents, with fewer investigations exploring the impact of simulation in the preclinical setting. Furthermore, existing research has primarily examined short-term knowledge gains, with limited emphasis on long-term retention, which is crucial for ensuring that foundational concepts are carried forward into clinical practice [4; 6; 10; 14].

The current study aims to address this gap by comparing the effectiveness of simulation-based education with traditional lecture-based methods in teaching key clinical topics. By adopting a randomized controlled design, we

Введение

Традиционные методы медицинского образования долгое время основывались на дидактических лекциях и изучении учебников. Однако с быстрым развитием технологий произошел значительный сдвиг в сторону интеграции симуляционного обучения в медицинскую подготовку. Симуляция, включающая в себя целый ряд методов от стандартизированных пациентов до высокоточных симуляторов пациентов, обеспечивает погружение в процесс обучения, что повышает способность студентов применять теоретические знания в практических условиях. Возможность воссоздания реальных сценариев в контролируемой среде дает учащимся возможность активно учиться без рисков, связанных с уходом за реальными пациентами [3; 9; 13; 16].

Использование симуляции в медицинском образовании растет в геометрической прогрессии, что обусловлено ее потенциалом как для улучшения непосредственного усвоения знаний, так и для их долгосрочного закрепления. Исследования показали, что симуляция не только способствует развитию эксплицитной памяти, необходимой для запоминания фактов, но и облегчает имплицитное обучение, когда студенты развивают навыки и способность принимать решения, многократно отработывая клинические сценарии. Эти преимущества особенно ценны в образовании, где студенты находятся на ранних стадиях применения своих знаний в клинической практике [1; 3; 12; 15].

Несмотря на широкое распространение симуляции, по-прежнему существует необходимость в тщательной оценке ее эффективности, по сравнению с традиционными лекционными методами. Большинство исследований посвящено обучению клиническим навыкам ординаторов и лишь немногие изучают влияние симуляции в доклинических условиях. Кроме того, существующие исследования в основном заключались в изучении краткосрочных достижений в знаниях, где мало внимания уделялось долгосрочному сохранению знаний, что имеет решающее значение для обеспечения переноса основополагающих концепций в клиническую практику [4; 6; 10; 14].

Настоящее исследование направлено на устранение этого пробела путем сравнения эффективности симуляционного обучения с традиционными лекционными методами в преподавании ключевых клинических

assess both immediate knowledge acquisition and long-term retention across a range of subjects. The findings from this study have the potential to inform future curriculum design and optimize the learning strategies employed in medical education.

Materials and Methods

Population and Setting

Forty second-year medical students enrolled in the Cardiovascular, Renal, and Respiratory Medicine II course at our institution were invited to participate in this randomized, controlled study on a voluntary, extracurricular basis. Recruitment was conducted via an electronic mailing list. The Samarkand State Medical University approved the study, and all students provided informed consent before participation.

Study Design

Students were randomized into two groups of 20 participants each. Group A received simulation-based education, while Group B received lecture-based education. Both groups were taught four topics: hyperkalemia, ST-elevation myocardial infarction (STEMI), atrioventricular nodal reentry tachycardia (AVNRT), and Torsades de Pointes.

Each group attended two 45-minute sessions for each topic, spread over four weeks. Group A's sessions involved high-fidelity patient simulation, while Group B participated in traditional lecture sessions. Both groups were taught identical learning objectives, and each session was designed to cover four key teaching points. The same instructors taught all sessions to minimize inter-instructor variability.

Simulator Sessions

The high-fidelity patient simulation used was a Medical Education mannequin, capable of simulating a wide range of clinical scenarios, physiological responses, and examination findings. Each simulation session began with a case scenario, during which students performed physical examination maneuvers and made clinical decisions, including ordering diagnostic tests and administering treatments. Faculty members provided real-time feedback and facilitated a 10-minute debriefing session after each scenario to emphasize key learning points.

Lecture Sessions

In the lecture-based group, students received traditional didactic instruction with outlines and diagrams presented on a whiteboard. Each lecture session lasted 45 minutes, during which instructors focused on the same four teaching points covered in the simulation group. Students were

тем. Применяя рандомизированный контролируемый дизайн, мы оцениваем как немедленное приобретение знаний, так и их долгосрочное сохранение по целому ряду предметов. Результаты этого исследования могут стать основой для разработки будущих учебных программ и оптимизации стратегий обучения, используемых в медицинском образовании.

Материалы и методы

Когорта и условия

40 студентов-медиков 2-го курса, проходящих обучение по курсу «Сердечно-сосудистая, почечная и респираторная медицина II» в нашем учебном заведении, были приглашены принять участие в этом рандомизированном контролируемом исследовании на добровольной, внеклассной основе. Набор участников проводился через электронную рассылку. Исследование было одобрено Самаркандским государственным медицинским университетом, и все студенты дали информированное согласие перед участием.

Дизайн исследования

Студенты были рандомизированы на две группы по 20 человек в каждой. Группа А получала симуляционное обучение, а группа Б — лекционное. Обе группы изучали четыре темы: гиперкалиемия, инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST (STEMI), атриовентрикулярная узловая реэнтри-тахикардия (AVNRT) и желудочковая тахикардия.

Каждая группа посещала по два 45-минутных занятия по каждой теме в течение четырех недель. Занятия в группе А включали в себя симуляцию пациента с высокой степенью достоверности, в то время как группа В участвовала в традиционных лекционных занятиях. Обеим группам были поставлены одинаковые учебные задачи, и каждое занятие было построено таким образом, чтобы охватить четыре ключевых момента обучения. Одни и те же преподаватели проводили все занятия, чтобы свести к минимуму межпреподавательскую вариативность.

Сессии на симуляторе

В качестве симулятора пациента использовался манекен для медицинского образования, способный имитировать широкий спектр клинических сценариев, физиологических реакций и результатов обследования. Каждый сеанс симуляции начинался со сценария случая, в ходе которого студенты выполняли маневры физического обследования и принимали клинические решения, в том числе назначали диагностические тесты и назначали лечение. Преподаватели обеспечивали обратную связь в режиме реального времени и проводили 10-минутное подведение итогов после каждого сценария, чтобы подчеркнуть ключевые моменты обучения.

Лекционные занятия

В группе с лекционными занятиями студенты получали традиционные дидактические знания, представленные на доске в виде конспектов и схем. Каждое лекционное занятие длилось 45 минут, в течение ко-

encouraged to ask questions and engage with the material during the sessions.

Assessment

A set of 10 multiple-choice questions was developed for each of the four topics. Each question addressed one of the pre-determined key teaching points. These questions were randomized and used for both a pre-test and a post-test to assess immediate knowledge gain, as well as a delayed post-test administered five weeks after the sessions to assess long-term knowledge retention.

The pre-test was administered before the start of the educational sessions, and the post-test was given immediately after the sessions concluded. Both the pre- and post-tests were conducted in a closed-book, proctored setting. The delayed post-test was administered online, and students were incentivized with a small gift for completing it. All tests were scored anonymously, and students' identities were protected throughout the process.

Data Analysis

Test scores were collected and analyzed to assess the improvement in knowledge between the pre-test, post-test, and delayed post-test for both groups. The average percentage of correct responses was calculated for each group. Statistical analysis was conducted using the two-tailed Student's t-test, with a p-value of less than 0.05 considered significant. The comparison focused on evaluating differences in immediate knowledge gain and long-term retention between the two educational modalities.

Results

A total of 40 second-year medical students were enrolled in the study, with 20 students assigned to each group. All students completed the pre-test and post-test assessments. However, three students from Group A and two from Group B were lost to follow-up and did not complete the delayed post-test. These students were included in the pre- and post-test analyses but excluded from the delayed post-test analysis.

Both groups showed significant improvement in their scores from the pre-test to the post-test. Group A (simulation-based education) had an average pre-test score of $42.5\% \pm 15.3\%$, which increased to $78.5\% \pm 12.4\%$ on the post-test ($p < 0.001$). Group B (lecture-based education) had an average pre-test score of $40.8\% \pm 14.7\%$, which increased to $74.2\% \pm 13.1\%$ on the post-test ($p < 0.001$). There was no significant difference between the two groups in terms of post-test improvement ($p = 0.24$).

торов преподаватели уделяли внимание тем же четырем учебным моментам, которые рассматривались в группе симуляции. Студентов поощряли задавать вопросы и работать с материалом во время занятий.

Оценка

Для каждой из четырех тем был разработан набор из 10 вопросов с несколькими вариантами ответов. Каждый вопрос касался одного из заранее определенных ключевых моментов обучения. Эти вопросы были рандомизированы и использованы как для предварительного, так и для последующего тестирования, чтобы оценить немедленное получение знаний, а также для отсроченного последующего тестирования, которое проводилось через пять недель после занятий, чтобы оценить долгосрочное сохранение знаний.

Предварительный тест проводился до начала учебных занятий, а посттест — сразу после их окончания. Как предварительный, так и последующий тесты проводились в закрытой форме под контролем прокторов. Отсроченный посттест проводился в режиме онлайн, и за его выполнение студенты получали небольшой подарок. Все тесты оценивались анонимно, и личность студентов была защищена на протяжении всего процесса.

Анализ данных

Результаты тестов были собраны и проанализированы, чтобы оценить улучшение знаний между предварительным, последующим и отсроченным посттестом для обеих групп. Для каждой группы был рассчитан средний процент правильных ответов. Статистический анализ проводился с помощью двухфакторного t-теста Стьюдента, при этом р-значение менее 0,05 считалось значимым. Сравнение было направлено на оценку различий в немедленном получении знаний и долгосрочном сохранении их в памяти между двумя образовательными модальностями.

Результаты

В исследовании приняли участие 40 студентов-медиков 2-го курса, по 20 человек были распределены в каждую группу. Все студенты прошли предварительное и последующее тестирование. Однако три студента из группы А и два из группы Б выбыли из исследования и не прошли отсроченный посттест. Эти студенты были включены в анализ до и после тестирования, но исключены из анализа отсроченного посттеста.

Обе группы продемонстрировали значительное улучшение показателей по сравнению с до- и послетестовым периодом. В группе А (обучение на основе симуляции) средний балл до тестирования составил $42,5\% \pm 15,3\%$, а после тестирования он увеличился до $78,5\% \pm 12,4\%$ ($p < 0,001$). В группе В (обучение на основе лекций) средний балл до тестирования составил $40,8\% \pm 14,7\%$, а после него увеличился до $74,2\% \pm 13,1\%$ ($p < 0,001$). Между двумя группами не было значительной разницы в улучшении результатов после прохождения теста ($p = 0,24$).

Five weeks after the intervention, the delayed post-test was conducted. Group A demonstrated a greater retention of knowledge, with an average delayed post-test score of $70.6\% \pm 11.9\%$, showing only a modest decline from their post-test scores ($p = 0.04$). Group B, however, experienced a larger drop in scores, with an average delayed post-test score of $61.3\% \pm 13.5\%$ ($p = 0.03$). The difference in retention between Group A and Group B was statistically significant ($p = 0.02$), indicating better long-term knowledge retention in the simulation-based education group.

When stratified by topic, both groups showed significant improvement from pre-test to post-test across all four topics (Table 1). However, the retention of knowledge differed between groups for specific topics. For hyperkalemia and STEMI, Group A exhibited significantly higher retention in the delayed post-test compared to Group B ($p < 0.05$). On the other hand, for the topics of AVNRT and Torsades de Pointes, there was no significant difference in retention between the two groups ($p > 0.05$).

Table 1

Subject-Specific Performance Comparison

Subject	Group A (Simulation)	Group B (Lecture)
Hyperkalemia	85.4	74.2
STEMI	80.2	69.8
AVNRT	67.3	65.1
Torsades de Pointes	71.5	70.8

While both educational modalities (simulation and lecture) were effective in improving immediate knowledge acquisition, Group A (simulation) demonstrated superior long-term retention of knowledge compared to Group B (lecture). The results suggest that simulation-based education may be more effective in sustaining students' understanding of certain clinical topics over time.

Discussion

This randomized controlled study comparing simulation-based education (Group A) and lecture-based education (Group B) among second-year medical students demonstrated significant improvements in knowledge acquisition immediately following both interventions. However, the most notable finding was the superior long-term knowledge retention observed in the simulation-based group compared to the lecture-based group.

Both Group A and Group B showed significant improvement from pre-test to post-test across all topics, indicating that both educational methods are effective in delivering

Через пять недель после вмешательства был проведен отсроченный посттест. Группа А продемонстрировала более высокий уровень сохранения знаний, средний балл по отсроченному посттесту составил $70,6\% \pm 11,9\%$, что свидетельствует о незначительном снижении результатов после тестирования ($p = 0,04$). Однако в группе В наблюдалось более значительное снижение баллов: средний отсроченный посттестовый балл составил $61,3 \pm 13,5\%$ ($p = 0,03$). Разница в сохранении знаний между группой А и группой В была статистически значимой ($p = 0,02$), что свидетельствует о лучшем долгосрочном сохранении знаний в группе симуляционного обучения.

При стратификации по темам обе группы продемонстрировали значительное улучшение по сравнению с до- и послетестовым периодом по всем четырем темам (табл. 1). Тем не менее по отдельным темам знания в группах сохранились по-разному. В отношении гиперкалиемии и STEMI группа А продемонстрировала значительно более высокий уровень сохранения знаний в отсроченном посттестовом периоде по сравнению с группой В ($p < 0,05$). Вместе с тем по темам AVNRT и Torsades de Pointes существенной разницы в сохранении знаний между двумя группами не было ($p > 0,05$).

Таблица 1

Сравнение показателей по конкретным темам

Объект	Группа А (симуляция)	Группа В (лекция)
Гиперкалиемия	85,4	74,2
STEMI	80,2	69,8
AVNRT	67,3	65,1
Желудочковая тахикардия	71,5	70,8

Несмотря на то что обе формы обучения (симуляция и лекция) были эффективны для улучшения мгновенного усвоения знаний, группа А (симуляция) продемонстрировала лучшее долгосрочное сохранение знаний по сравнению с группой В (лекция). Полученные результаты позволяют предположить, что обучение на основе симуляции может быть более эффективным для закрепления понимания студентами определенных клинических тем в течение длительного времени.

Обсуждение

Рандомизированное контролируемое исследование, в котором сравнивались симуляционное обучение (группа А) и лекционное обучение (группа В) среди студентов-медиков 2-го курса, продемонстрировало значительное улучшение в усвоении знаний сразу после обоих вмешательств. Однако наиболее заметным результатом стало более длительное сохранение знаний в группе симуляционного обучения по сравнению с группой лекционного обучения.

Как в группе А, так и в группе В наблюдалось значительное улучшение по всем темам по сравнению с до и после тестирования, что указывает на эффективность

short-term knowledge. The lack of a significant difference between the groups immediately after the intervention suggests that traditional lectures, despite being passive, can still convey important factual knowledge as effectively as simulation in the short term. This finding aligns with previous studies comparing these two modalities, which also reported similar short-term gains between lecture-based and simulation-based learning [2; 8; 9; 11; 14].

The most significant finding of this study lies in the long-term retention of knowledge, where Group A (simulation) outperformed Group B (lecture). Five weeks after the interventions, Group A's delayed post-test scores were significantly higher than those of Group B, suggesting that simulation-based learning may foster better retention of material. This result supports the hypothesis that simulation, by engaging students in active learning, enhances implicit memory and enables students to internalize knowledge more deeply than passive lecture-based methods [3; 5; 14].

The concept of implicit memory, which is developed through experiential learning such as simulation, is likely a key factor in the improved retention observed in the simulation group. Students in Group A were exposed to realistic clinical scenarios, requiring them to apply their knowledge in decision-making processes, thus reinforcing their understanding. The "priming" effect, wherein students are more sensitive to future stimuli after experiencing realistic scenarios, may also have contributed to the enhanced retention seen in the simulation group. These mechanisms have been previously highlighted as advantages of simulation-based education [2; 11; 16].

When analyzing the subject-specific performance, we observed that for topics such as hyperkalemia and STEMI, students in the simulation group retained knowledge significantly better than those in the lecture group. These topics, which involve critical clinical decision-making and real-time interventions, may benefit more from experiential learning. In contrast, for subjects such as AVNRT and Torsades de Pointes, the differences in retention between the two groups were not significant. This may suggest that topics which require more diagnostic interpretation, rather than immediate clinical action, might be equally suited to both lecture and simulation modalities [6; 7; 8; 14].

Conclusion

In conclusion, both simulation-based and lecture-based education were effective in enhancing short-term knowledge among medical students. However, simulation demonstrated a clear advantage in fostering long-term

обоих методов обучения в получении краткосрочных знаний. Отсутствие значительной разницы между группами сразу после вмешательства говорит о том, что традиционные лекции, несмотря на их пассивность, могут передавать важные фактические знания так же эффективно, как и симуляция в краткосрочной перспективе. Этот вывод согласуется с результатами предыдущих исследований, в которых сравнивались эти две формы обучения и сообщалось о схожих краткосрочных результатах обучения на основе лекций и симуляций [2; 8; 9; 11; 14].

Наиболее значимый результат данного исследования заключается в долгосрочном сохранении знаний, где группа А (симуляция) превзошла группу В (лекция). Спустя пять недель после вмешательства результаты отсроченного посттеста в группе А были значительно выше, чем в группе В, что говорит о том, что обучение на основе симуляции может способствовать лучшему запоминанию материала. Этот результат подтверждает гипотезу о том, что симуляция, вовлекая студентов в активное обучение, улучшает имплицитную память и позволяет студентам глубже усваивать знания, чем пассивные лекционные методы [3; 5; 14].

Концепция имплицитной памяти, которая развивается благодаря экспериментальному обучению, такому как симуляция, вероятно, является ключевым фактором улучшения запоминания, наблюдаемого в группе симуляции. Студенты группы А сталкивались с реалистичными клиническими сценариями, требующими от них применения знаний в процессе принятия решений, что способствовало укреплению их понимания. Эффект «прайминга», когда студенты становятся более восприимчивыми к будущим стимулам после прохождения реалистичных сценариев, также мог способствовать повышению уровня запоминания, наблюдаемому в группе симуляции. Эти механизмы были ранее отмечены как преимущества симуляционного обучения [2; 11; 16].

Анализируя результаты по конкретным темам, мы отметили, что по таким темам, как гиперкалиемия и STEMI, студенты в группе симуляции сохраняли знания значительно лучше, чем в лекционной группе. Эти темы, связанные с принятием критических клинических решений и вмешательством в реальном времени, могут быть более полезны при экспериментальном обучении. В отличие от этого по таким темам, как AVNRT и желудочковая тахикардия, различия в сохранении знаний между двумя группами были незначительными. Это может свидетельствовать о том, что темы, требующие скорее диагностической интерпретации, чем немедленных клинических действий, могут в равной степени подходить как для лекционных, так и для симуляционных форм обучения [6; 7; 8; 14].

Заключение

В заключение отметим, что как симуляционное, так и лекционное обучение было эффективным для повышения краткосрочных знаний у студентов-медиков. Однако симуляция продемонстрировала явное

retention, particularly in topics requiring clinical decision-making. This study suggests that incorporating simulation into curricula may offer a more robust educational experience, better preparing students for clinical practice. Further research is needed to explore the optimal balance between simulation and traditional lecture-based learning to maximize educational outcomes.

Authors' contributions

K. I. Ibragimov and A. A. Akhmedov developed the concept and design of the study; K. I. Ibragimov and M. S. Ravshanova conducted data collection, analysis, and interpretation; K. I. Ibragimov and N. A. Yarmukhamedova performed statistical data processing. All authors participated in drafting the manuscript. K. I. Ibragimov and N. A. Yarmukhamedova carried out critical revisions of the manuscript. All authors approved the final version of the article.

REFERENCES

1. Back C.-Y. Effects of simulation-based training on the critical care nurses' competence of advanced cardiac life support // *Journal of Korean Critical Care Nursing*. 2008. No. 1 (1). P. 59–71.
2. Brown K. M. [et. al.]. A multi-institutional simulation boot camp for pediatric cardiac critical care nurse practitioners // *Pediatric Critical Care Medicine*. 2018. No. 6 (19). P. 564–571.
3. Dođru B. V., Aydın L. Z. The effects of training with simulation on knowledge, skill and anxiety levels of the nursing students in terms of cardiac auscultation: A randomized controlled study // *Nurse Education Today*. 2020. No. 84. 104216.
4. Doherty-Restrepo J. L. [et. al.]. Does simulation-based training increase athletic training students' clinical confidence and competence in performing a cardiovascular screening? // *Journal of Allied Health*. 2017. No. 3 (46). P. 171–178.
5. Fischer Q. [et. al.]. Use of simulator-based teaching to improve medical students' knowledge and competencies: randomized controlled trial // *Journal of medical Internet research*. 2018. No. 9 (20). e261.
6. Kassabry M. F. The effect of simulation-based advanced cardiac life support training on nursing students' self-efficacy, attitudes, and anxiety in Palestine: a quasi-experimental study // *BMC Nursing*. 2023. No. 1 (22). 420. <https://doi.org/10.1186/s12912-023-01588-z>
7. Kim Y. H., Jang K. S. Effect of a simulation-based education on cardio-pulmonary emergency care knowledge, clinical performance ability and problem solving process in new nurses // *Journal of Korean Academy of nursing*. 2011. No. 2 (41). P. 245–255.
8. Marler G. S. [et. al.]. Implementing Cardiac Surgical Unit—Advanced Life Support Through Simulation-Based Learning: A Quality Improvement Project // *Dimensions of Critical Care Nursing*. 2020. No. 4 (39). P. 180–193.
9. Moon S.-H., Jeong H., Choi M. J. Integrating mixed reality preparation into acute coronary syndrome simulation for nursing students: a single-group pretest-posttest study // *BMC Nursing*. 2024. No. 1 (23). <https://doi.org/10.1186/s12912-024-02110-9>
10. Oddone E. Z. [et. al.]. Teaching cardiovascular examination skills: results from a randomized controlled trial // *The American Journal of Medicine*. 1993. No. 4 (95). P. 389–396.
11. Oh J. Y. [et. al.]. Effects of simulation-based training on nursing students' knowledge and ability to perform advanced cardiovascular life support // *Journal of Korean Critical Care Nursing*. 2015. No. 2 (8). P. 23–32.
12. Shields J. A., Gentry R. Effect of simulation training on cognitive performance using transesophageal echocardiography // *AANA J*. 2020. No. 1 (88). P. 59–65.
13. Subramaniam T., Loo R. C. N., Poovaneswaran S. Does simulated training improve medical students' knowledge on cardiac life support? A study comparing simulated versus traditional teaching at the International Medical University // *International E-Journal of Science, Medicine & Education*. 2014. No. 3 (8). P. 4–8.
14. Tawalbeh L. I., Tubaishat A. Effect of Simulation on Knowledge of Advanced Cardiac Life Support, Knowledge Retention, and Confidence of Nursing Students in Jordan // *Journal of Nursing Education*. 2014. No. 1 (53). P. 38–44.
15. Zheng K. [et. al.]. Application of AI-empowered scenario-based simulation teaching mode in cardiovascular disease education // *BMC Medical Education*. 2024. No. 1 (24). 1003. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05977-z>
16. Zvara D. A., Olympio M. A., Macgregor D. A. Teaching cardiovascular physiology using patient simulation // *Academic Medicine*. 2001. No. 5 (76). P. 534.

преимущество в долгосрочном закреплении знаний, особенно в темах, требующих принятия клинических решений. Данное исследование позволяет предположить, что включение симуляции в учебные программы может дать более глубокий образовательный опыт и лучше подготовить студентов к клинической практике. Необходимы дальнейшие исследования для определения оптимального соотношения между симуляцией и традиционным лекционным обучением для достижения максимальных образовательных результатов.

Вклад авторов

Х. И. Ибрагимов и А. А. Ахмедов разработали концепцию и дизайн исследования; Х. И. Ибрагимов и М. С. Равшанова проводили сбор, анализ и интерпретацию данных; Х. И. Ибрагимов и Н. А. Ярмухамедова выполняли статистическую обработку данных. Все авторы принимали участие в составлении текста рукописи. Х. И. Ибрагимов и Н. А. Ярмухамедова осуществляли критическую доработку рукописи. Все авторы утвердили окончательную версию статьи.