



Сравнительная характеристика и апробация тренажёров для пункции полостной системы почки под ультразвуковым контролем

© Нариман К. Гаджиев¹, Александра А. Мищенко², Дмитрий С. Горелов²,
Владислав П. Бритов³, Реваз Р. Харчилава⁴, Игорь В. Семенякин⁵,
Сергей Б. Петров²

¹ Клиника высоких медицинских технологий им. Н. И. Пирогова — Санкт-Петербургский государственный университет [Санкт-Петербург, Россия]

² Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И. П. Павлова [Санкт-Петербург, Россия]

³ Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет) [Санкт-Петербург, Россия]

⁴ Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова (Сеченовский университет) [Москва, Россия]

⁵ Клиническая больница № 1 АО «Группа компаний «Медси» [Москва, Россия]

Аннотация

Введение. Обучение навыку пункции полостной системы почки остаётся актуальным вопросом как для обучающихся ординаторов, так и для практикующих врачей. Так как обучение на пациентах является этически сомнительным и может быть небезопасным с точки зрения осложнений, были созданы обучающие модели для отработки навыков.

Цель исследования. Сравнить два небиологических тренажёра для пункции полостной системы почки под ультразвуковым контролем: «UROSON» (ГЭОТАР, Россия) и фантом почки (SafeToAct, Эстония).

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 40 молодых докторов без опыта пункции почки. Группа 1 (20 человек) — практика на тренажёре «UROSON» (ГЭОТАР, Россия). Группа 2 (20 человек) — практика на фантоме почки (SafeToAct, Эстония). Оба тренажёра были оценены докторами до и после практики, а также в отдалённом периоде — через 3 и 6 месяцев. Оценку проводили с использованием шкалы Likert.

Результаты. Согласно полученным результатам сравнения показателей (цвет и консистенция, визуализация полостной системы и чашечек при УЗИ), тренажёр «UROSON» получил более высокие оценки ($p < 0,05$). На протяжении всего исследования визуализацию полостной системы тренажёра «UROSON» оценивали как «хорошую». Через 6 месяцев использования визуализация ухудшилась на 6,9%. В то же время при использовании фантома почки «SafeToAct» визуализация ухудшилась на 64% уже после 1 месяца использования. На более поздних сроках фантом почки «SafeToAct» не оценивали, так как он пришёл в негодность. У обоих тренажёров были «треки» после пункций. У тренажёра «UROSON» — в 30% случаев, а у фантома почки «SafeToAct» — в 100% случаев ($p < 0,0001$).

Заключение. Тренажёр «UROSON» может использоваться для обучения, мастер-классов и проведения аккредитации специалистов в течение длительного времени.

Ключевые слова: тренажёр; перкутанный доступ; обучение; пункция

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки. **Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Н.К. Гаджиев, В.П. Бритов — концепция исследования, разработка дизайна исследования, анализ данных, написание текста рукописи; А.А. Мищенко — обзор публикаций, статистическая обработка данных, анализ данных, написание текста рукописи; Д.С. Горелов, И.В. Семенякин — сбор данных, анализ данных, статистическая обработка данных; Р.Р. Харчилава — разработка дизайна исследования, разработка и проведение эксперимента, сбор данных; С.Б. Петров — анализ данных, критический обзор, научное редактирование, научное руководство.

✉ **Корреспондирующий автор:** Александра Андреевна Мищенко; amischenko995@gmail.com

Поступила в редакцию: 09.01.2024. **Принята к публикации:** 09.04.2024. **Опубликована:** 26.06.2024.

Для цитирования: Гаджиев Н.К., Мищенко А.А., Горелов Д.С., Бритов В.П., Харчилава Р.Р., Семенякин И.В., Петров С. Б. Сравнительная характеристика и апробация тренажёров для пункции полостной системы почки под ультразвуковым контролем. *Вестник урологии*. 2024;12(3):27-35. DOI: 10.21886/2308-6424-2024-12-3-27-35.

Ultrasound-guided renal cavity puncture simulators: comparative characterisation and validation

© Nariman K. Gadzhiev¹, Alexandra A. Mishchenko², Dmitry S. Gorelov²,
Vladislav P. Britov³, Revaz R. Kharchilava⁴, Igor V. Semenyakin⁵,
Sergey B. Petrov²

¹ Pirogov Clinic of Advanced Medical Technologies (SPSU Hospital) — St. Petersburg State University [St. Petersburg, Russian Federation]

² Pavlov First State Medical University of St. Petersburg [St. Petersburg, Russian Federation]

³ St. Petersburg Institute of Technology (Technical University) [St. Petersburg, Russian Federation]

⁴ Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) [Moscow, Russian Federation]

⁵ JSC MEDSI Ent. Clinical Hospital No. 1 [Moscow, Russian Federation]

Abstract

Introduction. Teaching the skill of renal cavity puncture remains a pressing issue for both resident trainees and practicing physicians. Because patient-based training is ethically questionable and can be unsafe in terms of complications, training models have been created to practice skills.

Objective. To compare two non-biological simulators for renal cavity puncture under ultrasound guidance: "UROSON", GEOTAR, Russia and the kidney phantom "SafeToAct", Estonia.

Materials & methods. The study involved 40 young doctors with no experience in kidney puncture. Group 1 (20 people) practised on the UROSON simulator (GEOTAR, Russia). Group 2 (20 people) trained on a kidney phantom (SafeToAct, Estonia). Both simulators were evaluated by doctors before and after practice, as well as in the long-term period for 3 and 6 months. The assessment was carried out using a Likert scale.

Results. The UROSON was rated higher ($p < 0.05$) according to the results of the comparison of the parameters (colour and consistency, visualisation of the cavity and calyx on ultrasound). Renal cavity visualisation of the UROSON simulator was rated as "good" throughout the study. Visualisation deteriorated by 6.9% after six months of use. Meanwhile, the SafeToAct kidney phantom showed a 64% deterioration in visualisation after one month of use. The SafeToAct kidney phantom was not evaluated later point because it became unusable. Both simulators had "tracks" after punctures. The UROSON had 30% and the SafeToAct kidney phantom 100% ($p < 0.0001$).

Conclusion. The UROSON simulator can be used for training, master classes and accreditation of specialists. This simulator can be used for a long time.

Keywords: simulator; percutaneous access; training; puncture

Financing. The study was not sponsored. **Conflict of interest.** The authors declare no conflicts of interest.

Authors' contribution: N.K. Gadzhiev, V.P. Britov — study concept, study design development, drafting the manuscript; A.A. Mishchenko — literature review, drafting the manuscript, statistical data processing; D.S. Gorelov, I.V. Semenyakin — data acquisition, data analysis, statistical data processing; R.R. Kharchilava — data acquisition, study design development, experiment design and implementation; S.B. Petrov — supervision, data analysis, critical review, scientific editing.

✉ **Corresponding author:** Alexandra A. Mishchenko; amishchenko995@gmail.com

Received: 12/12/2023. **Accepted:** 04/09/2024. **Published:** 06/26/2024.

For citation: Gadzhiev N.K., Mishchenko A.A., Gorelov D.S., Britov V.P., Kharchilava R.R., Semenyakin I.V., Petrov S.B. Ultrasound-guided renal cavity puncture simulators: comparative characterisation and validation. *Urology Herald*. 2024;12(3):27-35. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2024-12-3-27-35.

Введение

Пункция чашечно-лоханочной системы (ЧЛС) почки под ультразвуковым контролем является одним из базовых навыков для практикующего уролога. [1, 2] Освоение техники пункции чаще всего происходит на начальном этапе становления молодого врача, но тем не менее даже опытным специалистам необходима регулярная отработка данного навыка. Вопрос обучения и по сей день остается крайне актуальным, ведь большинство врачей проходит его

в операционной с реальными пациентами. Это может быть небезопасно для пациента, так неправильно выполненная пункция может привести к повреждению почечных сосудов с развитием кровотечения, а также ранению соседних органов [3, 4], не говоря уже об этических аспектах такой формы обучения. Альтернативным вариантом обучения является практика на специализированных тренажерах, фантомах или лабораторных животных [5, 6].

Целью исследования являлись срав-



Рисунок 1. Модель тренажёра UROSON, ГЭОТАР, Россия

нение двух небиологических тренажёров для пункции полостной системы под УЗ-контролем: «UROSON» (ГЭОТАР, Россия) и фантом почки (SafeToAct, Estonia). Мы оценивали как качество тренажёра и его пригодность для обучения докторов, так и показатели пункции, проводимых молодыми специалистами до и после практики на тренажёрах.

Материалы и методы

Исследование тренажёра «UROSON» проходило на базах ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова и Клиники высоких медицинских технологий им. Н. И. Пирогова. Фантом почки «SafeToAct» был протестирован на базе Учебного центра врачебной практики «Praxi Medica», Первого МГМУ им. И. М. Сеченова. Исследование проходило с 15.01.2023 года по 15.17.2023 года.

В исследовании приняли участие 40 молодых специалистов, не имеющих опыта перкутанной хирургии, которые были разделены на 2 группы.

Группа 1 (20 человек) — практика на тренажёре «UROSON» (ГЭОТАР, Россия).

Группа 2 (20 человек) — практика на тренажёре Фантом почки (SafeToAct, Эстония).

При проведении исследования было использовано 10 тренажёров «UROSON» и 10 фантомов почки «SafeToAct».

Описание используемых в исследовании тренажёров

«UROSON» — отечественный тренажёр чрескожных пункционных вмешательств под УЗ-контролем (рис. 1).

Тренажёр предназначен для проведения обучения чрескожной пункции чашечно-лоханочной системы почки. Модель повторяет форму части поясничного отдела человеческого тела, максимально приближен к нему по визуальным и тактильным ощущениям и выполнен в виде литого сегмента. Внутри сегмента расположена имитация полостной системы почки и мочеточника, имеющих выход на торцевую поверхность тренажёра для обеспечения возможности подачи жидкости. При успешной пункции жидкость появляется в игле. Благодаря особенностям материала тренажёра, при ультразвуковом исследовании изображение соответствует картине реальной чашечно-лоханочной системы. Тренажёр обладает способностью к заращению пункционных ходов («треков»).

Фантом почки «SafeToAct» — эстонский тренажёр чрескожных пункционных вмешательств под УЗ-контролем (рис. 2).

Тренажёр имитирует почку и окружающие её ткани и изготовлен из материалов, характеристики которых соответствуют консистенции и эхогенности человеческих тканей. Тренажёр покрыт отслаиваемым непрозрачным искусственным слоем кожи. Рекомендованный срок хранения — 6 месяцев при температуре 5 °C.

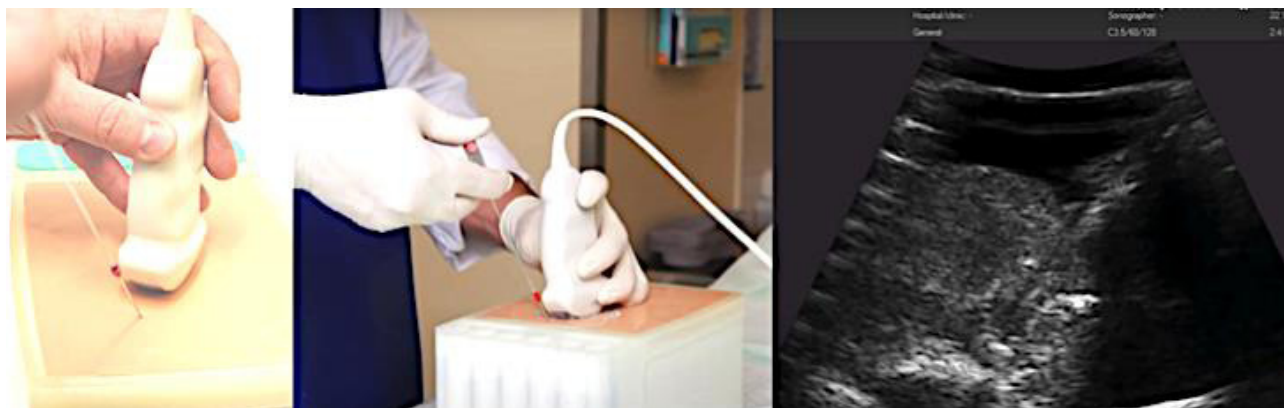


Рисунок 2. Фантом почки, SafeToAct, Эстония

Таблица 1. Шкала Likert для оценки параметров тренажёров

1	2	3	4	5
Совсем не реалистично / Совсем не полезно / Совсем не износостойкий	Нереалистично / Не полезно / Неизносостойкий	Затрудняюсь ответить	Реалистично / Полезно / Износостойкий	Очень реалистично / Очень полезно / Очень износостойкий

Оценка используемых в исследовании тренажёров

Оценку тренажёров проводили при помощи специально разработанных анкет и шкалы Likert (табл. 1).

Анкета для оценки реалистичности тренажёров:

1. Цвет и консистенция / плотность модели тренажёра — реалистичность.
2. Визуализация полостной системы и окружающих тканей при ультразвуковом исследовании — реалистичность.
3. Визуализация чашечек при УЗ-исследовании — реалистичность.
4. Визуализация пункционной иглы при проведении пункции — реалистичность.
5. Пункция «кожи» — реалистичность, тактильная обратная связь.
6. Пункция «чашечки» — реалистичность, тактильная обратная связь.
7. Общая пригодность для начального обучения и повышения квалификации специалистов — полезность.

8. Качество «тканей» — износостойкость.

Анкета для оценки длительности эксплуатации включала в себя следующие показатели:

1. Визуализация окружающих тканей и чашечно-лоханочной системы при УЗИ — наличие трещин после прохождения иглы и способность к их застыванию.
2. Нарушение анатомических структур и целостности модели тренажёра.
3. Количество проведённых пункций.

Также была проведена оценка состояния тренажёров через 1, 3 и 6 месяцев после начала использования:

1. Визуализация полостной системы при УЗ-исследовании (хорошая, средняя, плохая).
2. Нарушение целостности тренажёра (да / нет).
3. Нарушение целостности полостной системы почки (да / нет).
4. Наличие «трещин» после проведённых пункций (да / нет).

После практики на тренажёрах были оценены показатели пункции всех участ-

ников и проведено сравнение между группами:

1. Длительность проведения манипуляции (от момента вкола до появления жидкости в пункционной игле), секунды.
2. Пункция через сосочек чашечки (да / нет).
3. Успешность пункции – появление жидкости в пункционной игле (да / нет).
4. Затек жидкости в окружающие ткани (да / нет).

Статистический анализ. Анализ производили с использованием программного обеспечения для сбора и структурирования данных Microsoft Office Excel 2016 («Microsoft Corp.», Redmond, WA, USA) и обработки данных SAS JMP 11 («JMP Statistical Discovery, LLC», Cary, NC, USA). Соответствие нормальному распределению количественных показателей выполняли с помощью критерия Shapiro-Wilk. Количественные показатели, имеющие нормальное распределение или близкое к нему, описывали с помощью средней (M) и стандартного отклонения ($\pm$ SD). Качественные показатели описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение двух групп по количественному показателю выполняли с помощью U-критерия Mann-Whitney. При сравнении количественных показателей в двух связанных группах, использовали критерий Wilcoxon. Сопоставление групп по качественным признакам выполняли с помощью критерия Pearson's chi-square. Статистическую значимость различий определяли при уровне $p < 0,05$.

Результаты

Средний возраст докторов, принявших участие в исследовании, составил $28,6 \pm 2,8$ в группе тренажёра «UROSON» и $28,1 \pm 2,9$ в группе, проходившей тренировку на фантоме почки «SafeToAct».

В таблице 2 представлены результаты сравнения показателей обоих тренажёров, согласно которым было отмечено, что по трём показателям (цвет и консистенция, визуализация полостной системы и чаше-

Таблица 2. Сравнительная характеристика исходных данных тренажёров для пункции «UROSON» и фантома почки «SafeToAct»

Показатель	Группа 1	Группа 2	p
	M ± SD		
Цвет и консистенция	4,25 ± 0,79	3,70 ± 0,86	0,0489
Визуализация полостной системы при УЗ-исследовании	4,35 ± 0,81	3,75 ± 0,97	0,0363
Визуализация чашечек	4,45 ± 0,76	3,50 ± 0,89	0,0015
Визуализация иглы	3,90 ± 1,07	3,65 ± 0,75	0,1734
Пункция кожи	4,05 ± 0,94	3,75 ± 0,91	0,2993
Пункция чашечки	4,25 ± 0,97	3,80 ± 0,77	0,0761
Пригодность для обучения и повышения квалификации	4,30 ± 0,73	4,00 ± 0,56	0,1239

Таблица 3. Сравнительная оценка тренажёров после использования

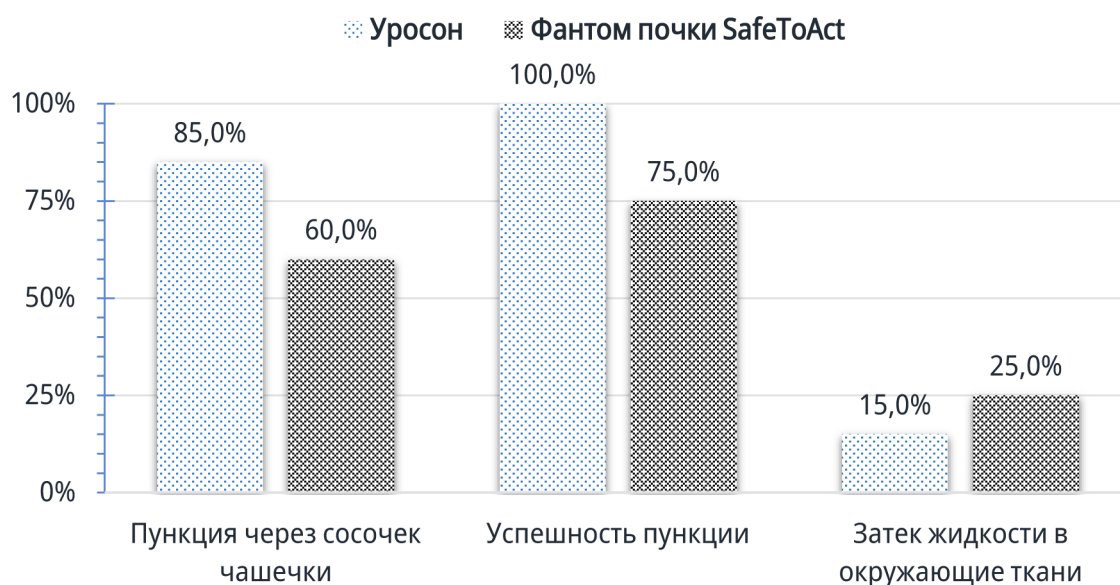
Показатель	Группа 1	Группа 2	p
	M ± SD		
Качество «тканей» после практики на тренажёре	4,00 ± 0,79	3,75 ± 0,91	0,4381
Визуализация после практики на тренажёре	4,10 ± 0,91	3,75 ± 0,79	0,1573
Длительность пункции, сек	27,4 ± 7,4	33,9 ± 9,4	0,0312
Визуализация полостной системы при УЗ-исследовании через 1 месяц	4,25 ± 0,85	1,35 ± 0,49	< 0,0001
Визуализация полостной системы при УЗ-исследовании через 3 месяца	4,25 ± 0,72	Не применимо	1,0000
Визуализация полостной системы при УЗ-исследовании через 6 месяцев	4,05 ± 0,69	Не применимо	1,0000

чек при УЗИ) тренажёр «UROSON» получил более высокие оценки ($p < 0,05$).

Длительность пункции на тренажёре «UROSON» оказалась статистически значимо короче, чем на фантоме почки «SafeToAct», и составила $27,4 \pm 7,4$ секунд ($p = 0,0312$).

На рисунке 3 показано, что показатели пункции на тренажёре «UROSON» были лучше, чем на фантоме почки «SafeToAct». Это может быть связано с лучшей визуа-

лизацией и тактильной обратной связью тренажёра. Показатель «успешность пункции» на тренажёре «UROSON» был также значимо выше ($p = 0,0168$). Оценка визуализации полостной системы фантома почки «SafeToAct» была проведена только через 1 месяц по причине того, что на более поздних сроках тренажёр не был пригоден к использованию, так как желатин стал рыхлым, появился запах гниения.

**Рисунок 3.** Сравнительная оценка показателей пункции на тренажёре «UROSON» и фантоме почки «SafeToAct»

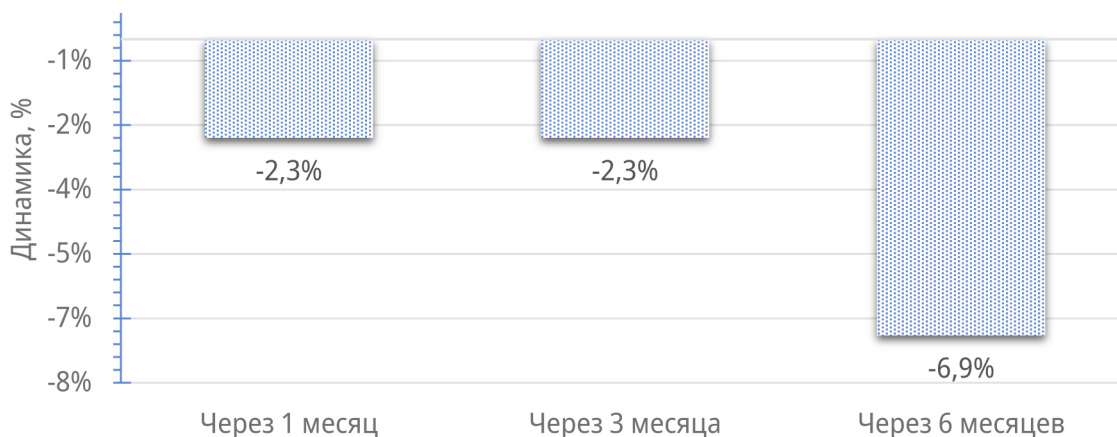


Рисунок 4. Визуализация полостной системы почки тренажёра «UROSON» при ультразвуковом исследовании в динамике

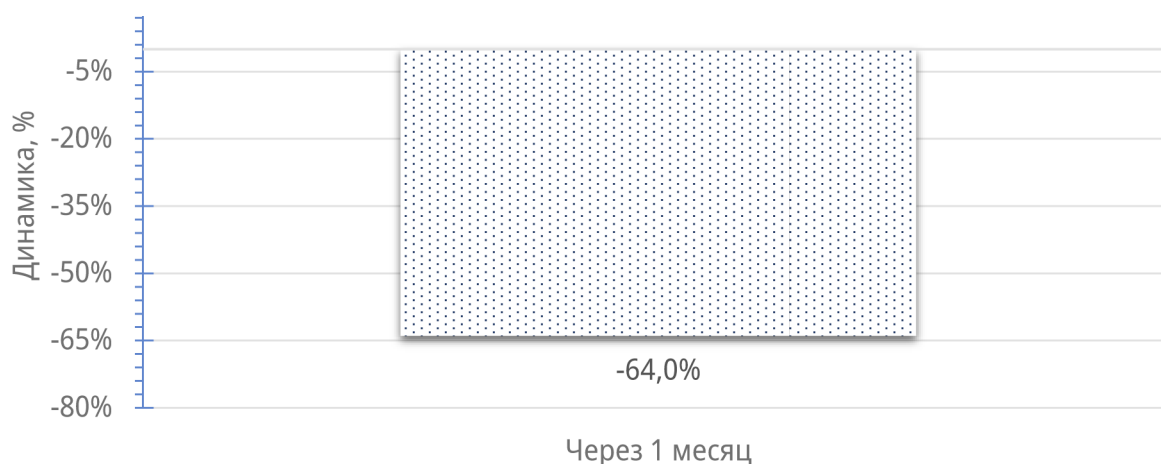


Рисунок 5. Визуализация полостной системы почки фантома почки «SafeToAct» при ультразвуковом исследовании в динамике

Через месяц после использования тренажёров доктора оценили визуализацию полостной системы при ультразвуковом исследовании. Сравнительный анализ показал, что качество визуализации полостной системы тренажёра «UROSON» было более высоким, чем у фантома почки «SafeToAct» ($p < 0,0001$).

На протяжении всего исследования визуализацию полостной системы тренажёра «UROSON» оценивали как «хорошую». Через 6 месяцев использования визуализация ухудшилась на 6,9%. В то время как после 1 месяца использования фантома почки «SafeToAct» визуализация ухудшилась на 64%. На более поздних сроках фантом почки «SafeToAct» не оценивали, так как он пришёл в негодность (рис. 4, 5).

Через 1 месяц после начала использования тренажёров было отмечено, что у фантома почки «SafeToAct» были нарушения целостности «кожного» покрова

и полостной системы. У обоих тренажёров были «треки» после проводимых пункций. У тренажёра «UROSON» — в 30% случаев, а у фантома почки «SafeToAct» — в 100% случаев ($p < 0,0001$) (рис. 6).

Обсуждение

На сегодняшний день для визуализации ЧЛС при пункции используются два основных метода — ультразвуковой и рентгеноскопический, а также их комбинации [7, 8]. При флюороскопии получают двухмерные (2D) изображения трёхмерного пространства, которые генерируются шаг за шагом. Хирург должен мысленно объединить изображения, сделанные в разных плоскостях, а также контролировать и корректировать положение. Напротив, ультразвуковая навигация обеспечивает непрерывное двухмерное изображение трёхмерного пространства. Основными ограничениями для применения ультразву-

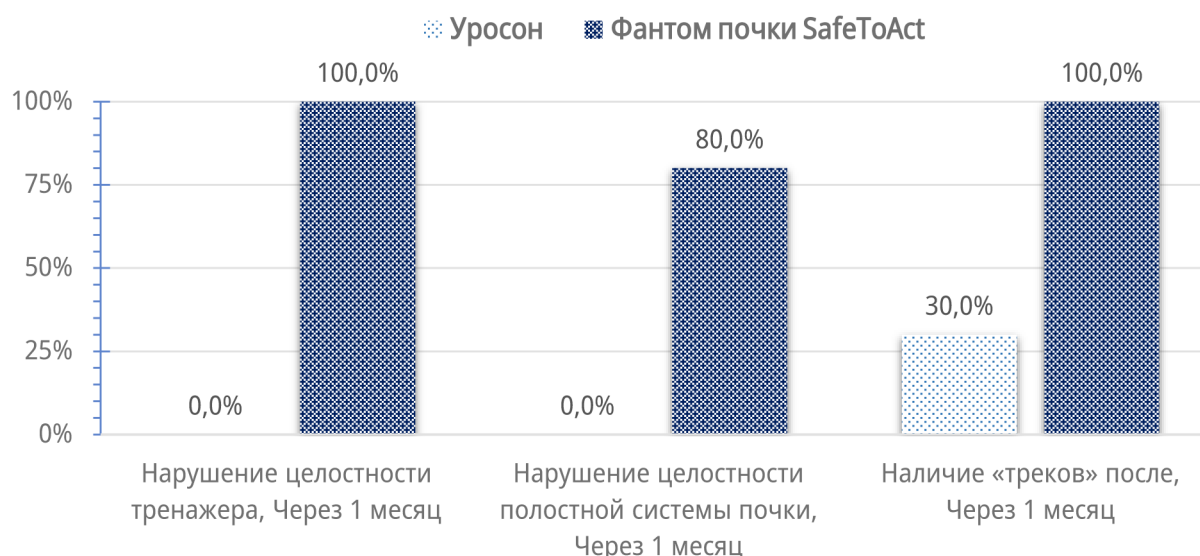


Рисунок 6. Сравнительная оценка тренажёра «UROSON» и фантома почки «SafeToAct» через 1 месяц

ковой навигации могут являться большое расстояние от кожи до почки, отсутствие расширения ЧЛС и наличия акустического препятствия (ребра, воздух и так далее) [9].

Анализ литературных данных показал, что эффективность и безопасность ультразвукового и рентгенологического контроля вполне сопоставимы. Исследование M. Corrales et al. (2021) продемонстрировало отсутствие значимых различий при чрескожном доступе во время перкутанной нефролитотрипсии в частоте достижения успеха и развития осложнений между флюороскопией и ультразвуком. Единственным различием было снижение дозы излучения при ультразвуковом контроле, что является вполне объяснимым [10]. В обзоре Q. Liu et al. (2017) также был сделан вывод, что и рентгеноскопия, и УЗИ, а также их сочетания являются равноценными методами контроля при пункции ЧЛС [11]. Пункция под ультразвуковым контролем не менее эффективна или используется в комбинации с рентгеноскопией, поэтому важно отработать навык пункции на тренажёре.

Современные технологические достижения позволили разработать очень сложные и реалистичные фантомы, позволяющие проводить тренировки в безопасных и комфортных условиях [12 – 14]. Однако большинство коммерческих фантомов обладают высокой стоимостью, а используемый материал часто повреждается по мере увеличения количества манипуляций. Доступность

тренажёра, не только финансовая, но и логистическая, в современных реалиях является одним из ключевых факторов выбора.

В нашем исследовании для сравнения были выбраны наиболее доступные тренажёры на отечественном рынке. Оба тренажёра созданы на основе желатиновой композиции и имеют сопоставимые характеристики, однако в ходе эксплуатации они продемонстрировали различные результаты.

Благодаря формуле состава «UROSON» может храниться при комнатной температуре длительное время, материал тренажёра не меняет своих свойств и может использоваться повторно. В то же время фантом почки «SafeToAct» необходимо хранить в холодильнике, что не всегда можно осуществить в условиях симуляционных центров. Материал фантома «SafeToAct» при комнатной температуре становится мягче. После нескольких использований тренажёра желатиновый материал «SafeToAct» приходит в негодность — желатин становится рыхлым, появляется неприятный запах гниения, выполнить ультразвуковое исследование и адекватно визуализировать полостную систему почки и провести пункцию не представляется возможным.

К общим недостаткам тренажёров можно отнести остаточные «треки» от пункционной иглы, затрудняющие визуализацию при последующих пункциях [15]. Тем не менее «UROSON» продемонстрировал способность к постепенному «заращению треков».

Тренажёр «UROSON» обладает доступной ценой, что позволяет широко использовать его не только в специализированных симуляционных центрах для обучения молодых специалистов, но и в урологических отделениях для тренировки опытных специалистов перед выполнением оперативного вмешательства. Тренажёр производится в России, что является не менее важным фактором выбора в современных условиях. Регулярные тренировки на тренажёре «UROSON» позволяют повысить качество проводимых оперативных вмешательств. Анализ практики на тренажёре выявляет слабые моменты обучающего и улучшить технику пункции [16].

Наше исследование обладает рядом ограничений. Небольшой размер исследуемых групп, отсутствие сравнения представленных тренажёров с другими тренажёрами делают целесообразными дальнейшие исследования в этом направлении [17].

Заключение

Тренажёр «UROSON» может быть применен для подготовки и объективной оценки навыка пункции под ультразвуковым контролем у ординаторов, а также для проведения мастер-классов и аккредитации специалистов. Материал тренажёра позволяет использовать его в течение 1 – 2 лет.

Список литературы | References

- Afonso N, Amponsah D, Yang J, Mendez J, Bridge P, Hays G, Baliga S, Crist K, Brennan S, Jackson M, Dulchavsky S. Adding new tools to the black bag—introduction of ultrasound into the physical diagnosis course. *J Gen Intern Med*. 2010;25(11):1248-1252. DOI: 10.1007/s11606-010-1451-5
- Allen D, O'Brien T, Tiptaft R, Glass J. Defining the learning curve for percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol*. 2005;19(3):279-282. DOI: 10.1089/end.2005.19.279
- Alken P. Percutaneous nephrolithotomy - the puncture. *BJU Int*. 2022;129(1):17-24. DOI: 10.1111/bju.15564
- Гаджиев Н.К., Обидняк В.М., Горелов Д.С., Малхасян В.А., Акопян Г.Н., Мазуренко Д.А., Харчилава Р.Р., Петров С.Б., Мартон А.Г. Осложнения перкутанной нефролитотрипсии: диагностика и лечение. *Урология*. 2020;(5):139-148. Gadzhiev N.K., Obidnyak V.M., Gorelov D.S., Malkhasyan V.A., Akopyan G.N., Mazurenko D.A., Kharchilava R.R., Petrov S.B., Martov A.G. Complications after PCNL: diagnosis and management. *Urologiya*. 2020;(5):139-148. (In Russian). DOI: 10.18565/urology.2020.5.139-148
- Vijayakumar M, Balaji S, Singh A, Ganpule A, Sabnis R, Desai M. A novel biological model for training in percutaneous renal access. *Arab J Urol*. 2019;17(4):292-297. DOI: 10.1080/2090598X.2019.1642600
- Veys R, Verpoort P, Van Haute C, Wang ZT, Chi T, Taily T. Thiel-embalmed cadavers as a novel training model for ultrasound-guided supine endoscopic combined intrarenal surgery. *BJU Int*. 2020;125(4):579-585. DOI: 10.1111/bju.14954
- Lazarus J, Asselin M, Kaestner L. Optically Tracked Needle for Ultrasound-Guided Percutaneous Nephrolithotomy Puncture: A Preliminary Report. *J Endourol*. 2021;35(12):1733-1737. DOI: 10.1089/end.2021.0136
- Lojanapiwat B. The ideal puncture approach for PCNL: Fluoroscopy, ultrasound or endoscopy? *Indian J Urol*. 2013;29(3):208-213. DOI: 10.4103/0970-1591.117284
- Shan CJ, Mazzucchi E, Payao F, Gomes AC, Baroni RH, Torricelli FC, Vicentini FC, Srougi M. The skin-to-calyx distance measured by renal ct scan and ultrasound. *Int Braz J Urol*. 2014;40(2):212-219. DOI: 10.1590/S1677-5538.IBU.2014.02.11
- Corrales M, Doizi S, Barghouthy Y, Kamkoun H, Somani B, Traxer O. Ultrasound or Fluoroscopy for Percutaneous Nephrolithotomy Access, Is There Really a Difference? A Review of Literature. *J Endourol*. 2021;35(3):241-248. DOI: 10.1089/end.2020.0672
- Liu Q, Zhou L, Cai X, Jin T, Wang K. Fluoroscopy versus ultrasound for image guidance during percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *Urolithiasis*. 2017;45(5):481-487. DOI: 10.1007/s00240-016-0934-1
- Klein JT, Rassweiler J, Rassweiler-Seyfried MC. Validation of a Novel Cost Effective Easy to Produce and Durable In Vitro Model for Kidney-Puncture and Percutaneous Nephrolitholapaxy-Simulation. *J Endourol*. 2018;32(9):871-876. DOI: 10.1089/end.2017.0834
- Гаджиев Н.К., Горелов Д.С., Мищенко А.А., Бритов В.П., Харчилава Р.Р., Шарафутдинов Э.Ф., Петров С.Б., Шкарупа Д.Д. Сравнительная оценка использования тренажёров для отработки навыков пункции полостной системы почки под рентгенологическим контролем. *Вестник урологии*. 2023;11(3):23-34. Gadzhiev N.K., Gorelov D.S., Mishchenko A.A., Britov V.P., Kharchilava R.R., Sharafutdinov E.F., Petrov S.B., Shkarupa D.D. Comparative evaluation of simulators for practising fluoroscopy-guided renal pelvic puncture. *Urology Herald*. 2023;11(3):23-34. (In Russian). DOI: 10.21886/2308-6424-2023-11-3-23-34
- Талышинский А.Э., Гулиев Б.Г., Мишвелов А.Е., Арагулов М.У., Андриянов А.А. Симулятор виртуальной реальности для развития навыков пространственного ориентирования во время ретроградной интратанальной пиелоскопии. *Вестник урологии*. 2023;11(1):100-107. Talyshinskii A.E., Guliev B.G., Mishvelov A.E., Agagyulov M.U., Andriyanov A.A. Virtual reality simulator for developing spatial skills during retrograde intrarenal pyeloscopy. *Urology Herald*. 2023;11(1):100-107. (In Russian). DOI: 10.21886/2308-6424-2023-11-1-100-107
- Richardson C, Bernard S, Dinh VA. A Cost-effective, Gelatin-Based Phantom Model for Learning Ultrasound-Guided Fine-Needle Aspiration Procedures of the Head and Neck. *J Ultrasound Med*. 2015;34(8):1479-1484. DOI: 10.7863/ultra.34.8.1479
- Ristolainen A, Ross P, Gavšin J, Semjonov E, Kruusmaa M. Economically affordable anatomical kidney phantom with calyces for puncture and drainage training in interventional urology and radiology. *Acta Radiol Short Rep*. 2014;3(5):2047981614534231. DOI: 10.1177/2047981614534231
- Amini R, Kartchner JZ, Stolz LA, Biffar D, Hamilton AJ, Adhikari S. A novel and inexpensive ballistic gel phantom for ultrasound training. *World J Emerg Med*. 2015;6(3):225-228. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2015.03.012

Сведения об авторах

Нариман Казиханович Гаджиев — д-р мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-6255-0193>
nariman.gadjiev@gmail.com

Александра Андреевна Мищенко
<https://orcid.org/0000-0001-7939-4062>
amischenko995@gmail.com

Дмитрий Сергеевич Горелов
<https://orcid.org/0000-0002-7592-8167>
dsgorelov@mail.ru

Владислав Павлович Бритов — д-р тех. наук, профессор
<https://orcid.org/0000-0002-5633-9164>
deaf14@rambler.ru

Реваз Ревазович Харчилава — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0009-0001-6149-6041>
dr.revaz@gmail.com

Игорь Владимирович Семенякин — д-р мед. наук
<https://orcid.org/0000-0003-3246-7337>
dr.semeniakin@gmail.com

Сергей Борисович Петров — д-р мед. наук, профессор
<https://orcid.org/0000-0003-3460-3427>
petrov-uro@yandex.ru

Information about the authors

Nariman K. Gadzhiev — Dr.Sc.(Med)
<https://orcid.org/0000-0002-6255-0193>
nariman.gadjiev@gmail.com

Alexandra A. Mishchenko
<https://orcid.org/0000-0001-7939-4062>
amischenko995@gmail.com

Dmitry S. Gorelov
<https://orcid.org/0000-0002-7592-8167>
dsgorelov@mail.ru

Vladislav P. Britov — Dr.Sc.(Engineering), Full Prof.
<https://orcid.org/0000-0002-5633-9164>
deaf14@rambler.ru

Revaz R. Kharchilava — Cand.Sc.(Med)
<https://orcid.org/0009-0001-6149-6041>
dr.revaz@gmail.com

Igor V. Semenyakin — Dr.Sc.(Med)
<https://orcid.org/0000-0003-3246-7337>
dr.semeniakin@gmail.com

Sergey B. Petrov — Dr.Sc.(Med); Full Prof.
<https://orcid.org/0000-0003-3460-3427>
petrov-uro@yandex.ru