

УДК 616.61-71

**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3D-ТРЕНАЖЕРА
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПУНКЦИОННЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ
НА ПОЧКЕ ПОД КОНТРОЛЕМ УЗИ
В ОБУЧЕНИИ МЕДИЦИНСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ**

Поздеев Д.А., Варганов М.В.

*ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» МЗ РФ,
Ижевск, e-mail: demon95able@gmail.com*

Предложен 3D-тренажер, который создан с использованием усредненных моделей почек, мочеточников и мочевого пузыря. Данные модели получены на основе обработки данных множества МРТ и СКТ снимков, в последующем полученные модели создаются с применением технологии 3D-печати при помощи 3D-принтера. Описываются характеристики тренажера определяющие конструкционные особенности тренажера, которые позволяют отражать анатомо-топографические особенности расположения почек, мочеточников, мочевого пузыря и окружающих тканей, благодаря чему появляется возможность рассматривать варианты применения тренажера в обучении студентов проведению чрескожной нефролитотомии и других инвазивных вмешательств на почке под контролем УЗИ и наблюдением более опытного врача, для подготовки медицинских специалистов, для повышения квалификации врачей, а также для разработки плана проведения инвазивного вмешательства для конкретного пациента.

Ключевые слова: 3D-тренажер, чрескожная нефролитотомия, подготовка медицинских специалистов, 3D-печать, УЗИ.

**THE POSSIBILITIES OF USAGE A 3D PHANTOM FOR ULTRASOUND
GUIDED RENAL PUNCTURE IN THE TRAINING
OF MEDICAL SPECIALISTS**

Pozdeev D.A., Varganov M.V.

Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, e-mail: demon95able@gmail.com

A 3D phantom is proposed, using averaged out models of the kidneys, ureters, and bladder. These models are based on the processing of a large number of MRI and SCT images, later the resulting models are made using 3D printing technology. The characteristics of the simulator defining the structural features of the simulator that reflect the anatomical and topographical peculiarities of the location of the kidneys, ureters, bladder and surrounding tissues are described, which makes it possible to consider the usage of the simulator in the training of students to perform percutaneous nephrostomy and other ultrasound guided invasive procedures under the supervision of a more experienced specialist, to improve qualifications of medical professionals, as well as to develop a plan of invasive procedure for the specific patient.

Keywords: 3D phantom, ultrasound, training, nephrostomy

В настоящее время в Российской Федерации наблюдается тенденция к росту заболеваемости мочекаменной болезнью, а Удмуртская Республика является регионом эндемичным по данному заболеванию. Что же такое мочекаменная болезнь? Глубочко дает ей такое определение: «Мочекаменная болезнь - полиэтиологическое заболевание, характеризующееся наличием камня или нескольких камней в почках и/или в мочевых путях». Это одно из самых распространенных урологических заболеваний, встречается не менее чем у 1-3% населения, причем наиболее часто в возрасте 20-50 лет. Больные составляют 30-40% всего контингента урологических стационаров. Камни чаще локализуются в правой почке. Двусторонние камни наблюдаются у взрослых в 15-30% случаев, а у детей - в 2,2-20,2% [4]. К примеру, на долю МКБ в структуре первичной заболеваемости по РФ приходится 0,16%, а в ПФО – 0,17%, на долю

МКБ в структуре общей заболеваемости в РФ приходится 0,33%, а в ПФО – 0,29%. Первичная заболеваемость населения МКБ выросла как в РФ и ПФО: в 2016 г. первичная заболеваемость МКБ в РФ составляет 150,0 на 100 тыс. человек (на 4,4 % больше к уровню 2012 года), в ПФО – 162,4 (рост на 6,8 %) [5]. Кроме того, наблюдается и рост частоты встречаемости коралловидных камней, представляющих собой камень повторяющий форму лоханки и заполняющий её, являющихся одной из тяжелых форм мочекаменной болезни с достаточно высоким уровнем летальности. И в данном случае чрескожная нефролитотомия, техника выполнения которой описана ниже, является «золотым» стандартом в лечении пациентов с коралловидными камнями.

Техника выполнения чрескожной нефролитотомии заключается в том, что в положении лежа на животе пациенту под рентгенологическим, ультразвуковым

или смешанным контролем с помощью иглы с канюлей выполняют пункцию чашечки по задне-аксиллярной линии, под XII ребром. Далее по просвету канюли вводят металлическую струну-проводник с гибким наконечником, и проводник сворачивается в лоханке. С помощью телескопических бужей и баллон-катетеров высокого давления выполняют дилатацию нефростомического тракта. По последнему бужу в чашечно-лоханочной системе устанавливают специальный кожух Амплац, который создает прочный «тоннель» от кожи до чашечно-лоханочной системы, что предупреждает травматизацию почки и создает условия для постоянного оттока ирригационной жидкости. По созданному каналу вводят манипулятор, которым выполняют контактную литотрипсию (электрогидравлическую, ультразвуковую, пневматическую, лазерную) с литоэкстракцией или литолапаксией. После удаления всех возможных конкрементов почку дренируют нефростомой [3].

В настоящее время отсутствует возможность обучения будущих медицинских специалистов выполнению различных инвазивных вмешательств на почке, к которым относится чрескожная нефролитолапексия, кроме как непосредственно во время выполнения операции на почке и тренажерах, которые не отражают анатомо-топографические особенности почки и окружающих ее тканей и органов. Именно для решения этой проблемы и будет создан данный тренажер, также с помощью тренажера возможно выполнение и других пункционных вмешательств на почке.

Для решения данной проблемы нами был разработан 3D-тренажер для выполнения пункционных вмешательств на почке. Наш тренажер будет выполнен в виде участка тела, соответствующего расстоянию от X грудного позвонка до копчика, что соответствует 33-35 см. В тренажере будут располагаться в соответствии с их топографо-анатомическим расположением модели органов созданные на основе наиболее часто встречающихся вариантов анатомии почки, мочеточника, мочевого пузыря. Данные модели будут получены на основе обработки данных множества МРТ и СКТ снимков, с последующим созданием усредненных 3D-моделей для печати и последующим использованием технологии 3D-печати, при этом точность печати будет до 0,3 мм, параметры линейной и объемной усадки материала до 2-3%, по физическим свойствам планируется добиться идентичности естественным орга-

нам. Свободное пространство, в котором располагаются органы, будет заполнено специальным раствором, имеющим ультразвуковые характеристики идентичные естественным, скорость звука в материале будет составлять 1500 м/с. Все это будет покрыто материалом толщиной около 5 мм, имитирующим кожные покровы и проницаемым для ультразвуковых волн.

Для создания тренажера предполагается использование следующих размеров тренажера – длина 35 см, ширина 25 см, средние размеры почки – средняя длина $11,29 \pm 0,13$ см, средняя ширина $4,99 \pm 0,7$ см, средняя толщина 4-5 см, средний объем почки $76,16 \pm 2,7$ см³. Расстояние между нижними полюсами почки по горизонтали, как правило, составляет 11 см, а между верхними – 7 см. Верхними полюсами почки наклонены друг к другу так, что длинные оси их образуют острый 20-24° угол, открытый вниз. Средняя длина мочеточника – $28,2 \pm 0,4$ см, наружный диаметр – 6,3 мм, толщина стенки – $0,24 \pm 0,02$ мм, диаметр просвета – $5,8 \pm 0,19$ мм. Мочеточники в средней части мочевого пузыря впадают в него сзади под углом. Средний объем мочевого пузыря у 300 – 400 мл. Длина позвоночного столба выбранной области составляет 33-35 см.

При создании тренажера будут использоваться следующие анатомо-топографические параметры и особенности расположения почек, мочеточников и мочевого пузыря, обуславливающие конструкционные особенности тренажера: почки располагаются забрюшинно, верхний конец левой почки находится на уровне середины XI грудного позвонка, а верхний конец правой почки соответствует нижнему краю этого позвонка, относительно позвонков левая почка располагается на протяжении XII грудного и двух верхних поясничных позвонков, правая – на протяжении I, II и III поясничных позвонков, наружный край почек отстоит от срединной линии примерно на 10 см, величина угла схождения продольной оси обеих почек у их верхних полюсов в среднем 40°. Нижний конец левой почки располагается по линии, соединяющей нижние точки X ребер, правой – на 1,5 – 2 см ниже. В почечные ворота проникают почечная артерия и нервы, выходят почечная вена, лимфатические сосуды и мочеточник. Ворота левой почки лежат на уровне XII ребра, правой – ниже XII ребра. Ворота почки проецируются на уровне тела I поясничного позвонка (или хряща между I и II поясничными позвонками). Ворота левой почки прилегают к аорте, а правой –

к нижней полой вене [2]. Если принять за точку отсчета верхний край XI грудного позвонка, то верхний полюс правой почки находится на расстоянии 3-4 см от него, верхний полюс левой почки на 1,5-2 см ниже точки отсчета. Нижний полюс правой почки на 12,4-13 см ниже верхнего края XI грудного позвонка, нижний полюс левой почки на 10,5-11 см ниже верхнего края XI грудного позвонка. Расстояние от кожных покровов до почки: Верхний полюс почки - по срединно-ключичной линии справа 11,68±1,5 см, слева 11,8±1,6 см, по средне-подмышечной справа 7,87±1,0 см, слева 6,28±0,6 см, по лопаточной линии справа 3,98±0,4 см, слева 2,93±0,1 см. На уровне ворот почки - по срединно-ключичной линии справа 9,01±0,8 см, слева 9,71±0,9 см, по средне-подмышечной справа 5,48±0,7 см, слева 4,55±0,4 см, по лопаточной линии справа 3,0±0,3 см, слева 2,61±0,2 см. Нижний полюс почки - по срединно-ключичной линии справа 8,27±0,6 см, слева 8,91±0,7 см, по средне-подмышечной справа 5,2±0,6 см, слева 5,38±0,6 см, по лопаточной линии справа 3,98±0,4 см, слева 4,01±0,3 см [1].

Сам мочеточник в воротах почки располагается позади почечных сосудов, проходит он забрюшинно и в средней части мочевого пузыря впадают в него сзади под углом. Расстояние от кожи до мочеточников на уровне LII - по срединно-ключичной линии справа 11,5±1,3 см, слева 11,8±1,4 см, по средне-подмышечной справа 11,4±1,3 см, слева 10,3±1,1 см, по лопаточной линии справа 9,7±0,8 см, слева 8,9±0,8 см. На уровне LIII – по срединно-ключичной линии справа 11,6±1,3 см, слева 11,5±1,3 см, по средне-подмышечной линии справа 11,7±1,4 см, слева 12,2±1,3 см, по лопаточной линии справа 11,1±1,2 см, слева 10,8±1,0 см. На уровне LIV - по срединно-ключичной линии справа 11,2±1,1 см, слева 11,3±1,1 см, по средне-подмышечной линии справа 11,7±1,4 см, слева 12,6±1,5 см, по лопаточной линии справа 10,4±1,0 см, слева 10,1±1,0 см [1].

Мочевой пузырь расположен в полости малого таза непосредственно позади лобкового симфиза, на расстоянии примерно 2 см от симфиза.

Предполагается, что данный тренажер будет использоваться для демонстрации хода операции и непосредственно обучению молодых специалистов: под визуальным контролем УЗИ будущие специалисты смогут тренироваться в выполнении различных вмешательств без риска нанесения какого-либо вреда пациенту, также за ходом операции будет наблюдать более опытный специалист, который сможет корректировать действия обучающегося и контролировать правильность выполнения процедуры. Кроме того, возможно использование тренажера для процедуры аккредитации для оценки практических и теоретических навыков выпускника. Возможно использование тренажера и для повышения квалификации специалистов, а также для разработки плана проведения инвазивного вмешательства для конкретного пациента.

В заключении необходимо сказать, что данный тренажер является важным компонентом в подготовке молодых специалистов, так как он является связующим звеном между теоретическими знаниями по выполнению инвазивных вмешательств на почке (чрескожная нефролитолапексия) с практическими навыками в выполнении данных вмешательств, что позволит повысить уровень подготовки молодых специалистов и качество выполняемых процедур.

Список литературы

1. Лященко С. Н. Проекционная анатомия органов забрюшинного пространства по данным компьютерной томографии // ВНМТ. 2011. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektsionnaya-anatomiya-organov-zabryushinnogo-prostranstva-po-dannym-kompyuternoy-tomografii> (дата обращения: 28.02.2018).
2. Топографическая анатомия и оперативная хирургия [Электронный ресурс]: учебник / А. В. Николаев. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016.
3. Урология: национальное руководство / под ред. Н.А. Лопаткина. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 1024 с. - (Серия «Национальные руководства»).
4. Урология [Электронный ресурс]: учебник / под ред. П. В. Глыбочко, Ю. Г. Аляева. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.
5. Филиппова С.И. Мочекаменная болезнь. Заболеваемость. Динамика. Прогноз // Урологические ведомости. 2015. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mochekamennaya-bolezn-zabolevaemost-dinamika-prognoz> (дата обращения: 28.02.2018).