

РОЛЬ СИМУЛЯЦИОННОЙ ПАТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ВРАЧЕЙ АНЕСТЕЗИОЛОГОВ-РЕАНИМАТОЛОГОВ

Пасечник И.Н., Губайдуллин Р.Р., Скобелев Е.И., Крылов В.В., Волкова Н.Н.
ФГБУ «Учебно-научный медицинский центр» УД Президента РФ, Москва

E-mail: pasigor@yandex.ru

Симуляционные технологии в медицинском образовании являются связующим звеном между доклиническим и клиническим этапами обучения и обеспечивают преемственность при смене этих этапов. В настоящей работе авторы убедительно показывают эффективность обучения с помощью робот-симулятора пациента HPS врачей анестезиологов-реаниматологов работе с новыми газообразными анестезиологическими препаратами.

Ключевые слова: подготовка анестезиологов, газообразные анестетики, робот-симулятор пациента, HPS.

PATHOGENETIC ROLE OF THE SIMULATION ENVIRONMENT IN THE TRAINING OF ANESTHESIOLOGISTS-REANIMATOLOGISTS

*Pasechnik IN, Gubaidullin RR, Skobelev EI, Krylov VV, Volkova N.
FGBU «Teaching and Research Medical Center» UD President of the Russian Federation, Moscow*

Simulation technology in medical education links preclinical and clinical stages of training and ensures continuity by changing these stages. In this paper authors demonstrate effectiveness of education of doctors specialized in anesthesiology during the training for usage of new gaseous anesthetics with the robotic patient simulator HPS.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Подготовка врачей по специальности «анестезиология и реаниматология» подразумевает обучение в двухгодичной клинической ординатуре. С недавнего времени в законодательном порядке в программу обучения включен симуляционный курс. Это связано с целым рядом причин.

С 1 января 2012 года вступил в силу Федеральный закон РФ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (№ 323-ФЗ от 21.11.2011). В статье 77 пункт 6 сказано, что при оказании медицинской помощи в рамках практической подготовки медицинских работников пациент должен быть проинформирован об участии обучающихся в оказании ему медицинской помощи и вправе отказаться от их участия. Новый закон вкупе с отсутствием положения о клинической больнице, ранее регламентировавшем клиническую практику учащихся, существенно затрудняет процесс прикладной подготовки специалистов.

Кроме того, с внедрением в РФ страховой медицины утвердилось роль пациента, как потребителя медицинских услуг, имеющего право потребовать к себе соответствующего отношения, например, отказаться от услуг «стажера» или, на его взгляд, недостаточно опытного врача и невнимательной медицинской сестры, а «допустить к телу» более опытных работников.

Специфику специальности анестезиология и реаниматология во многом определяет высокое проникновение мануальных инвазивных методов обследования и лечения, сопровождающихся высоким риском возникновения потенциально опасных осложнений, сравнимых разве что с таковыми в хирургии. Например, при рутинном плановом оперативном вмешательстве по поводу хронического калькулезного холецистита возникновение сложностей при обеспечении проходимости дыхательных путей (интубация трахеи,

установка ларингеальной маски) может привести к быстроразвивающейся жизнеугрожающей ситуации вследствие гипоксии. Причем, возникновение этого осложнения объективно мало прогнозируемо и относится к потенциально летальным состояниям.

В хирургической клинике технические трудности, например, сложности с выделением холедоха при таком же оперативном вмешательстве, как правило, растянуты во времени и позволяют дожидаться более опытного специалиста или, в крайнем случае, выполнить повторную операцию. Очевидно, что в процессе подготовки врачей различных медицинских специальностей могут возникать различные сложности и даже осложнения, связанные с участием в образовательном процессе пациента в качестве субъекта. Кроме того, сложно представить, что кто-то из больных добровольно согласится, что бы на нем обучались интубации трахеи или пункции и катетеризации центральной вены или проводили учебную холецистэктомию.

Все это значительно повышает роль доклинического этапа обучения врачей специалистов со значительной мануальной составляющей профессиональной деятельности. Именно на доклиническом этапе обучения желательнее достижение некоего уровня теоретической и манипуляционной подготовки, позволяющего достаточно автономно и квалифицированно участвовать в лечебном процессе на клиническом этапе учебы. Так? в анестезиологии и реаниматологии является нормой то, что после окончания клинической ординатуры врач сразу начинает работать самостоятельно, что формирует принципиальное методологическое отличие от некоторых других специальностей, например, хирургии, где доктор значительную часть своей карьеры может оставаться ассистентом у оперирующего специалиста.

В связи с вышеизложенным, подготовка врачей анестезиологов-реаниматологов предусматривает обязательную интенсивную стажировку в клинической ординатуре. Обучение методам сердечно-легочной и мозговой реанимации (СЛМР) традиционно проводят на манекенах, что давно стало классическим принципом доклинического обучения. Различные схематические фантомы с неполным анатомо-физиологическим соответствием используются в качестве учебных пособий уже почти 50 лет [1]. Обучение на схематических фантомах дает возможность в спокойной обстановке и с поэтапной оценкой эффективности изучить набор базовых реанимационных мероприятий без риска развития ятрогенных эффектов. Такое обучение позволяет как обрести необходимые мануальные навыки, так и сформировать у врача необходимую психологическую готовность клинического применения обретенных знаний [3].

Появление современных роботов-симуляторов позволяет перевести процесс обучения на принципиально новый уровень, позволяющий имитировать то, что мы назвали бы патогенетической средой развития критического состояния. Спонтанное для учащегося развитие того, что по терминологии симуляционного тренинга именуют «клиническим сценарием», возможность анализировать и корректировать гомеостатические константы в «организме» робота-симулятора, например, влиять на процессы газообмена, состояние гемодинамики, нарушения ритма и т.д., позволяет придать обучению черты клинического практикума, могущего обеспечить ту самую упомянутую выше, необходимую для начала клинического этапа обучения, уверенную автономность работы врача, основывающуюся на обретенных умениях и компетентности. По нашим наблюдениям изучение динамики физиологических параметров в зависимости от характера заболевания, его тяжести и эффективности лечения на роботизированных системах высших уровней реалистичности создает оптимальные условия для преемственного перехода курсанта к клинической практике. Так, например, использование в наших учебных программах наркозных роботов VI-го уровня реалистичности позволяет не только обучать методам общей анестезии клинических ординаторов, но и проводить мастер-классы по новым анестетикам и тестировать уровень подготовки сертифицированных специалистов. Именно наличие патогенетической среды до последнего времени отличало клинический этап обучения, и поэтому именно роботы с квазифизиологической реакцией на программируемые факторы позволяют «лечить» эти объекты с поправкой на их пропедевтические особенности.

И здесь самое время задать вопрос об эффективности симуляционного обучения и о возможности «переноса» знаний и умений, полученных в симуляционной клинике, на реальных пациентов. Действительно, обучить методам СЛМР в клинике не представляется возможным ввиду ургентности ситуации, поэтому существует только вариант тренинга на манекене. Напротив, большинство анестезий носит плановый характер и возможности обучения с участием пациентов имеются, но они ограничены правовыми и деонтологическими рамками.

При анализе литературы мы встретили такие точки зрения, что эффективность симуляционного обучения не установлена. Превалирует же противоположное мнение, согласующееся и с нашими результатами. Были проведены исследования, доказывающие, что обучение на фантомах уже начальных уровней реалистичности пункции и катетеризации центральных вен достоверно повышает качество соответствующих пунктов лечебной практики. Выявлено, что занятия в симуляционном центре привели к снижению числа пневмотораксов в клинике [9]. В другой работе показано, что использование манекенов и симуляторов для обучения врачей резидентов пункции и катетеризации центральных вен позволило достоверно уменьшить число катетер-ассоциированных инфекционных осложнений кровеносной системы [5]. Тренинг на симуляторах пункции и катетеризации центральных вен позволил снизить частоту инфекций кровотока в 10 раз, что вполне сравнимо с достижениями Флоренс Найтингейл (1820-1910 г.г.) по борьбе с госпитальной инфекцией во время Крымской войны. При этом, был достигнут значительный экономический эффект. В настоящий момент завершены полноценные исследования, доказывающие, что симуляционное обучение позволяет не только повысить квалификацию сотрудников и снизить число ошибок, но и уменьшить затраты на лечение. Так, в двух независимых исследованиях показано, что тренинг на симуляторах по пункции и катетеризации центральных вен сопровождался уменьшением стоимости лечения больных в отделениях реанимации и интенсивной терапии. Этого удалось достичь за счет снижения числа осложнений и длительности пребывания пациентов в стационаре [6, 7].

ГИПОТЕЗА

В данном исследовании нами предпринята попытка доказать, что включение симуляционного тренинга на роботах-симуляторах в учебные программы, реализуемые в нашем симуляционном центре, позволит повысить эффективность обучения клинических ординаторов методиками общей анестезии.

МЕТОДЫ

Исследование проводили с участием клинических ординаторов первого года обучения. Все ординаторы участвовали в семинарах и успешно сдали зачет по внутривенным анестетикам, мышечным релаксантам, анальгетикам, ингаляционным методам анестезии. В первую группу включили 12 человек, которые прошли теоретическую подготовку и в дальнейшем осваивали методы анестезии под руководством сертифицированных педагогов. Во вторую группу вошло 11 клинических ординаторов, которые на первом этапе отрабатывали методы проведения ингаляционной анестезии на роботе-симуляторе METI-HPS (CAE Healthcare, Канада-США), а на втором этапе - с квалифицированными педагогами в операционной. Общий «стаж наработки» ингаляционных наркозов составил около 15 ± 2 на ординатора и не отличался по группам. Формулируя понятие патогенетической среды развития и лечения критического состояния, мы отдаем себе отчет в сложности процесса корректного создания обстановочной афферентации средствами симуляционного оборудования. Так, принимая во

внимание роль внешней составляющей учебной среды, мы пробовали выявить влияние постановочных симуляционных эффектов в виде световых и акустических имитаторов на месте «дорожно-транспортного происшествия» на процесс обучения первичной реанимации медиков и парамедиков. Оценивали как качество усвоения материала, так и различия в уровне исходных и зачетных навыков. После анализа результатов воздействия на аудиторию учащихся таких эффектов, как искусственное задымление, свет и звук сирены спецавтотранспорта и т.п. мы с известным скепсисом относимся к театрализации обучения у такой категории курсантов. Применение же красителей для имитации раневой крови у пациентов-манекенов по данным анкетирования было вообще отвергнуто большинством учащихся ввиду риска неоправданных загрязнений.

Нигилизм учащихся при оценке наших усилий по моделированию обстановочной афферентации развития критического состояния сменяется конструктивным интересом при работе с клиническими сценариями высших роботов, пропедевтика и квазифизиология которых и помогает формировать патогенетическую среду симуляционного обучения [2].

При обучении врачей анестезиологов-реаниматологов приходится сталкиваться с двумя типами клинических сценариев. Первый подразумевает ситуацию, помощь при которой может оказывать как врач реаниматолог, так и врач другой специальности. Второй тип клинического сценария предусматривает отработку навыков избирательно специфичных для врача анестезиолога-реаниматолога – проведение анестезиологического пособия.

В качестве **первого примера** приведем клинический сценарий, предусматривающий поступление больного с острым коронарным синдромом. Курсант находится в палате, имитирующей приемное отделение или блок интенсивной терапии. Преподаватель остается в соседнем помещении, управляет роботом и следит за действиями курсанта, оставаясь для него невидимым за стеклом с односторонней прозрачностью. В процессе клинического сценария отрабатываются все диагностические и лечебные мероприятия. Сбор анамнеза у робота через специальный блок речи, преобразующий голос преподавателя, позволяет выяснить специфику жалоб и сопутствующую патологию. Диагностические мероприятия демонстрируют знание курсантом ЭКГ: очаговых изменений и нарушений ритма. Лечение включает назначение ингаляции кислорода и лекарственных средств, производится пункция и катетеризация вены для проведения инфузионной терапии. Главная особенность этого этапа – автоматическая реакция робота на действия курсанта, без вмешательства преподавателя. При назначении кислорода происходит изменение насыщения крови, которое отражается на мониторе. Введение избыточного объема жидкости может привести к развитию левожелудочковой недостаточности с соответствующими изменениями ЭКГ (депрессия ST), гемодинамического профиля (тахикардия, снижение артериального давления, увеличение центрального венозного давления и давления заклинивания

в легочной артерии) и аускультативной картины (появление влажных хрипов в легких). В задачи курсанта входит правильная диагностика ятрогенного или связанного с болезнью отека легких и назначение лечения. Ответ робота будет зависеть от правильности выбранного лечения – объективный фактор, и сценария, который преподаватель может менять – субъективный фактор. На этом этапе обучения часто выявляется запаздывание действий курсантов как диагностических, так и лечебных. К примеру, при возникновении фибрилляции желудочков дефибрилляцию, как правило, проводят с опозданием на 5-30 секунд. Также поздно диагностируют клиническую смерть по «потере сознания» роботом и отсутствию дыхания, когда мониторинг состояния производится на основании клинических признаков без использования аппаратуры слежения, что по данным анкетирования большинство учащихся связывает с особенностями пропедевтики роботов.

Здесь важно остановиться на еще одной особенности процесса обучения в симуляционной клинике. С обеих сторон учебного зала находятся комнаты: в одной за полупрозрачным стеклом «прячется» педагог, а в другой могут находиться курсанты, которые также наблюдают за процессом обучения. Интересно, что комментарию наблюдателей нередко адекватнее действий основных участников «лечения робота», что мы склонны связывать с отсутствием стресса.

Стоит отметить, что отработка клинического сценария по лечению острого коронарного синдрома требует безукоризненной теоретической подготовки курсантов, т.к. лечение этого состояния до мелочей описано в Российских и зарубежных алгоритмах.

В качестве **второго примера** хочется привести клинический сценарий по ингаляционной анестезии. С одной стороны, это обязательная тема для клинических ординаторов, с другой – появление новых препаратов требует переподготовки врачей, имеющих сертификаты специалистов.

Недавно в РФ появился новый ингаляционный анестетик десфлуран (Супран, Baxter). Клинические ординаторы на тренинге по ингаляционной анестезии расценивают десфлуран как с одним из доступных ингаляционных анестетиков, так как у них нет опыта работы. Совсем другое дело сертифицированные специалисты. У них имеется свое представление о том, как и чем надо проводить наркоз. В связи с этим, брифинг по десфлурану должен носить не ознакомительный (описательный), а сравнительный характер. Основной задачей педагога является освещение особенностей действия нового анестетика. Необходимо рассказать о химической структуре молекулы десфлурана, и чем она отличается от схожих по действию препаратов. Подчеркнуть, что изменения в химическом составе привели к изменению физических свойств, потребовавших создание нового энергозависимого испарителя. Далее на примере МАК сравнить силу десфлурана с другими галогеносодержащими анестетиками. Безусловно, обсуждение десфлурана должно идти путем сравнения этого газа с «идеальным анестетиком», подчеркивая наличие

Рис. 1.
Флакон с супраном



Рис. 2.
Внешний вид
испарителя



Рис. 3.
Ингаляционная
анестезия отрабаты-
вается на роботесимуляторе HPS с
имитацией газообмена и всасывания
ингаляционных
анестетиков



или отсутствие тех или иных критериев «идеальности». Изменения в физических свойствах анестетика наиболее наглядно видны при его клиническом применении. Необходимо привести результаты исследований, в которых наиболее полно реализуются достоинства десфлурана: анестезия у больных с избыточным весом, пожилые больные и хирургические пациенты «одного дня» [4].

В конце брифинга желательно сделать краткое резюме о десфлуране, подчеркнув, что этот анестетик может применяться практически при любых оперативных вмешательствах и выделить группу пациентов, где он является препаратом выбора.

В симуляционном зале курсанты знакомятся с формой выпуска десфлурана (рис. 1) и особенностями испарителя (рис. 2). Это немаловажно, так как потом докторам придется обучать медсестер как пользоваться испарителем десфлурана и как его заполнять анестетиком.

В симуляционном зале ингаляционная анестезия десфлураном демонстрируется на роботесимуляторе пациента METI-HPS (рис. 3).

У курсантов имеется возможность выбрать тот или иной вариант индукции в анестезию. В большинстве случаев врачи используют пропофол и фентанил. После достижения эффекта гипнотика и анальгетика в условиях миорелаксации интубируют трахею и выставляют параметры вентиляции. Перед курсантами находится «стол анестезистки», где представлены различные лекарства. Также там имеются ларингоскоп, эндотрахеальные трубки и ларингеальные маски (рис. 4). Создается полная иллюзия рабочего места анестезиолога и возможность выбрать тот или иной препарат в соответствии с предпочтениями врача или особенностями заболевания.

Рис. 4.
Столик анестезистки
с набором «фармакологических препаратов» - шприцев со штрих-кодом для автоматического распознавания введенного лекарства



Основная анестезия поддерживается десфлураном. Наличие в симуляционном зале наркозного аппарата с подачей газов: кислорода, закиси азота и собственно анестетика позволяет посмотреть кинетику накопления анестетика. На мониторе отражаются реальные показатели, аналогичные тем, которые врач видит в операционной (рис. 5).

Во время наркоза курсант ориентируется на показатели анестетика как на вдохе, так и на выдохе. Одновременно отображается величина МАК. Используя различные значения потока, обучающийся может смоделировать различную скорость достижения заданных концентраций анестетика. Также в зависимости от потока, курсант оценивает расход десфлурана. Кроме того, изменения концентрации анестетика и, соответственно, глубины анестезии сопровождается изменениями биспектрального индекса и параметров гемодинамики. После прекращения подачи анестетика и снижения МАК до величины 0,3 происходит «пробуждение» робота (рис. 6) с параллельным возрастанием значений биспектрального индекса.

Таким образом, курсант воспроизводит все этапы анестезии в различных вариантах и у него формируется представление, как будет протекать наркоз десфлураном у живого человека.

Дополнительно в процессе работы в симуляционном зале отрабатывается несколько «кризисных» сценариев: отключение электричества, массивное кровотечение из операционной раны, регургитация и аспирация, развитие острого коронарного синдрома. Во всех эпизодах присутствует эффект внезапности и курсант должен принять правильное решение, основываясь на своих знаниях и опыте. Видеофиксация процесса наркозного периода позволяет в спокойной обстановке разобрать все особенности анестезии десфлураном.

Дебрифинг способствует закреплению полученного опыта. Безусловно, состав групп всегда различается по уровню квалификации, и это нормально. На тренингах бывают врачи, как с большим опытом, так и с 2-3 летним стажем. При отработке техники анестезии

различия в действиях курсантов незаметны. Однако при возникновении осложнений, сразу бросаются в глаза поведение опытных анестезиологов.

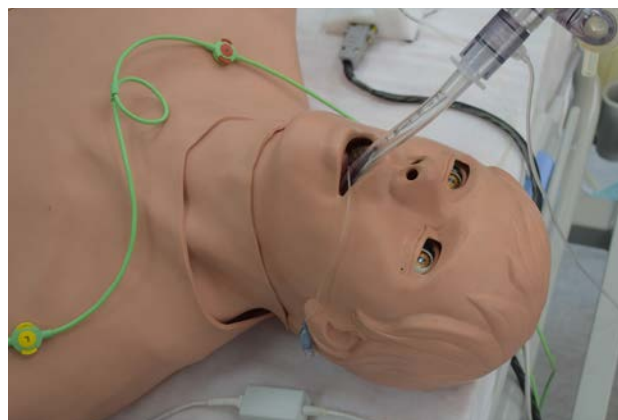
В процессе обсуждения курсанты обосновывают свои диагностические концепции возникших осложнений, дифференциальную диагностику и принятые меры. Дебрифинг сопровождается просмотром видеозаписи, и зачастую курсанты сами указывают на неточности в своей работе. При обсуждении необходимо делать акцент на основных моментах, связанных с использованием десфлурана. Желательно не вмешиваться в общие схемы проведения анестезии, так как они иногда связаны с местными особенностями: дефицит аппаратуры и лекарственных средств, школой, принятыми локальными протоколами.

Приведенных примеров вполне достаточно для иллюстрации того, что патогенетическая симуляционная среда может включать и набор для комплексной отработки мануально-реанимационных навыков, и полнофункциональный операционный зал со всем спектром сервисного оборудования. Формируя патогенетическую среду обучения по своему разумению мы включили в нее только те элементы, на которые учащийся может воздействовать с расчетом на обратную связь. Упомянутые выше симуляционные элементы в виде диорамы места дорожного происшествия используются нами крайне редко, ввиду недоказанной востребованности.

Рис. 5. Следящий монитор



Рис. 6. Вид робота при различных показателях МАК: слева МАК 0,6, справа МАК 0,3



ОЦЕНКА

В дальнейшем была проведена оценка эффективности обучения. Каждый ординатор под контролем опытного сертифицированного специалиста провел по 5 ингаляционных анестезий с индукцией внутривенным анестетиком. По условиям исследования специалист мог вмешаться в течение анестезии во внештатных ситуациях или в случаях, когда ординатор не справлялся с манипуляциями. В процессе работы отмечено три эпизода, потребовавших участия педагога в обеспечении проходимости дыхательных путей во время вводного наркоза, что мы намеренно вывели за рамки дискуссии, так как в обсуждаемой группе учащихся технические навыки, отработанные на манекенах, зачитывались отдельно, а преподавателей прежде всего интересовала компетентность в проведении анестезии. Оценку эффективности обучения проводили по пяти параметрам, которые вносили равный вклад в суммарную оценку (максимально 100 баллов): состояние гемодинамики во время анестезии, достижение и поддержание целевого уровня биспектрального индекса, поддержание постоянной целевой концентрации анестетика в выдыхаемой дыхательной смеси (оценивали по величине минимальной альвеолярной концентрации, МАК), время до экстубации после окончания операции, время до перевода больного в палату. За 100 % принимали усредненные показатели тестов сертифицированных специалистов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Установили, что клинические ординаторы в 1-й группе набрали в среднем $40,6 \pm 5,8$ баллов, а во 2-й группе – $70,3 \pm 6,9$ баллов ($p < 0,05$ между группами). Приведенные результаты свидетельствуют, что использование роботов-симуляторов позволяет повысить эффективность обучения клинических ординаторов анестезиологов-реаниматологов за счет переноса навыков, полученных на роботах-симуляторах, в клинику.

ОБСУЖДЕНИЕ

Наши результаты перекликаются с данными литературы [8, 10]. В работе Hallikainen H. и соавт. показано, что использование симуляционного оборудования для обучения студентов медицинских вузов имеет целый ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами подготовки. Студенты из «симуляционной» группы демонстрировали лучшие результаты при катетеризации периферических вен, интубации трахеи, инструктажу сестер-анестезисток. Кроме того, они чаще во время проведения анестезии достигали заданных параметров: МАК, содержания CO₂ на выдохе, насыщения артериальной крови кислородом, измеренное методом пульсоксиметрии (SpO₂), величины среднего артериального давления. По этим показателям различия были достоверными и превышали аналогичные в группе сравнения на 25 % [8].

ВЫВОДЫ

Таким образом, симуляционные технологии медицинского образования в качестве звена между доклиническим и клиническим этапами обучения в настоящее время альтернативы не имеют и обеспечивают хорошую преемственность при смене этих этапов. Значительную роль в эффективности симуляционно-

го обучения является осмысленное моделирование обстановочной афферентации, обеспечивающей реалистичность учебной среды и мотивированность учебного процесса. В случае с подготовкой urgentных специалистов можно говорить о формировании патогенетической среды развития и коррекции критического состояния. Патогенетической среда не должна состоять из простого набора внешних эффектов. По нашему мнению лучшим способом оптимизации патогенетической среды симуляционного тренинга является привязка ее компонентов к возможностям ключевого учебного оборудования, в нашем случае это обратная связь с клиническими сценариями высших симуляционных роботов. Введение в патогенетическую среду симуляционного обучения элементов, на которые учащиеся в соответствии с клиническим сценарием не воздействуют, могут в какой-то степени театрализовать учебную обстановку, при этом увеличивая балансовую стоимость симуляционного комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евдокимов Е.А., Пасечник И.Н. Оптимизация образования в области неотложной медицины: роль симуляционных технологий. // Медицинский алфавит. Неотложная медицина. – 2013. – № 3 (17). – С. 8-13.
2. Пасечник И.Н., Скобелев Е.И., Алексеев И.Ф., Блохина Н.В., Липин И.Е., Крылов В.В. Роль современных симуляционных технологий в подготовке анестезиологов-реаниматологов с учетом преемственности и квазифизиологических особенностей роботов-симуляторов. Тезисы докладов. 1-я Всероссийская конференция по симуляционному обучению в медицине критических состояний с международным участием, 1 ноября 2012, М., - С. – 73-77.
3. Пасечник И.Н., Блашнцев С.А., Скобелев Е.И. Симуляционные технологии в анестезиологии и реаниматологии: первые итоги. // Виртуальные технологии в медицине. 2013. - № 2. – С. 16-21.
4. Пасечник И.Н., Скобелев Е.И., Липин И.Е. Ингаляционная анестезия: что нового? // Хирургия. – 2014. - № 4. – С. 60-64.
5. Barsuk J.H., Cohen E.R., Feinglass J. Use of simulation-based education to reduce catheter-related bloodstream infections. // Arch. Intern. Med. – 2009. – Vol. 169. – P. 1420-1423.
6. Burden A.R., Torjman M.C., Dy G.E. et al. Prevention of central venous catheter-related bloodstream infections is it time to add simulation training to the prevention bundle? // J. Clin. Anesthesiol. – 2012. – Vol. 24. – P. 555-560.
7. Cohen E.R., Feinglass J., Barsuk J.H. et al. Cost savings from reduced catheter-related bloodstream infection after simulation-based education for residents in a medical intensive care unit. // Simulation Healthcare. – 2010. – Vol. 5. – P. 98-102.
8. Hallikainen H., Väisänen O., Randell T. et al. Teaching anaesthesia induction to medical students: comparison between full-scale simulation and supervised teaching in the operating theatre. // Eur. J. Anaesth. – 2009. – Vol. 26. – P. 101-104.
9. Ma I.W.Y., Brindle M.E., Ronksley P.E. Use of simulation-based education to improve outcomes of central venous catheterization: a systematic review and meta-analysis. // Academic Medicine. – 2011 – Vol. 86. – P. 1137-1147.
10. Murin S., Stollenwerk N.S. Simulation in procedural training: at the tipping point. // Chest. - 2010. – Vol. 137. P. 1009-1011.