

# НОВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОТРАБОТКИ НАВЫКА ЭПИДУРАЛЬНОЙ АНЕСТЕЗИИ ПОД УЛЬТРАЗВУКОВЫМ КОНТРОЛЕМ В АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И РЕАНИМАТОЛОГИИ

АНДИЖАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ  
АССИСТЕНТ КАФЕДРЫ АНЕСТЕЗИОЛОГИИ РЕАНИМАТОЛОГИИ И СКОРОЙ  
МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

*О.А.Кузиев*

Стремление к максимальной безопасности всех анестезиологических манипуляций и развитие медицинской техники, в том числе ультразвуковой аппаратуры, привели к разработке методик ультразвуком ассистированной регионарной анестезии. Сонографическое сопровождение с успехом применяется при проводниковых способах анестезии, однако на сегодня одним из самых популярных методов регионарного обезболивания в педиатрии являются нейроаксиальные блокады — эпидуральная, каудальная и спинальная анестезия.

**Ключевые слова:** эпидуральная анестезия под ультразвуковым контролем, желатиновая модель позвоночника

## A NEW MODEL FOR TRAINING THE SKILL OF EPIDURAL ANESTHESIA UNDER ULTRASOUND CONTROL IN ANESTHESIOLOGY AND RESUSCITATION

ANDIJAN STATE MEDICAL INSTITUTE ASSISTANT OF THE DEPARTMENT OF  
ANESTHESIOLOGY RESUSCITATION AND EMERGENCY AID

*O.A.Quziyev*

The desire for maximum safety of all anesthetic manipulations and the development of medical equipment, including ultrasound equipment, led to the development of methods for ultrasonic-assisted regional anesthesia. Sonographic support is successfully used in conduction methods of anesthesia, however, today one of the most popular methods of regional anesthesia in pediatrics is neuraxial blockade - epidural, caudal and spinal anesthesia.

**Keywords:** ultrasound-guided epidural anesthesia, gelatin model of the spine

**Введение.** Стремление к максимальной безопасности всех анестезиологических манипуляций и развитие медицинской техники, в том числе ультразвуковой аппаратуры, привели к разработке методик ультразвуком ассистированной регионарной анестезии. Сонографическое сопровождение с успехом применяется при проводниковых способах анестезии, однако на сегодня одним из самых популярных методов

регионарного обезболивания в педиатрии являются нейроаксиальные блокады — эпидуральная, каудальная и спинальная анестезия [1—3].

Начиная с 1971 г., когда И. Н. Богин и И. Д. Сутлин впервые использовали УЗИ для контроля проведения люмбальной пункции у неврологических больных, и до нынешнего момента несколько исследовательских групп разрабатывали технику доступа к эпидуральному пространству под ультразвуковым контролем. В 2003 г. проф. Т. Grau опубликовал большой литературный обзор, посвященный данной проблеме, в котором был представлен алгоритм визуализации позвоночного канала у взрослых рожениц. В педиатрии, несмотря на труды Р. Marhofer, подобного алгоритма разработано не было, вероятно из-за изменчивой сонографической анатомии позвоночностолба и отсутствия подходящих ультразвуковых приборов. Кроме того, сложность методики визуализации позвоночника и одномоментной пункции эпидурального пространства приводит к необходимости приобретения и поддержания адекватного уровня моторного навыка, который невозможно обеспечить в клинических условиях. Для решения данной задачи были разработаны специализированные фантомы, отлично зарекомендовавшие себя как инструмент для обучения [4—8]. Эти фантомы удовлетворяют трем основным требованиям:

- имитируют сонографическое представление позвоночника;
- помогают приобрести и закрепить навыки обращения с датчиком;
- обеспечивают моторную тренировку, необходимую для правильного взаимного расположения иглы и ультразвукового луча [9].

К сожалению, данные муляжи не доступны на территории России, а их стоимость заставляет искать другие варианты для тренировки. Возможным выходом является использование трупов, однако доступ к ним может быть ограничен для большей части анестезиологов. Предлагаемая нами модель позвоночника проста в создании и не требует больших финансовых затрат, обеспечивая при этом достойную имитацию сонографического представления позвоночника и позвоночного канала.

**Материал и методы.** Желатиновая модель позвоночника изготавливается погружением фиксированного анатомического муляжа в концентрированный раствор желатина. В нашей работе для создания фантома мы использовали модель поясничного отдела позвоночника взрослого, состоящую из 5 поясничных позвонков и крестца. Помимо костных тел позвонков и межпозвоночных дисков, модель включала позвоночный канал с расположенным внутри спинным мозгом и отходящими спинномозговыми нервами. К сожалению, проведение традиционной эпидуральной пункции на данном муляже невозможно из-за отсутствия межкостистой и желтой связок, твердой и мягкой мозговых оболочек, на которые ориентируется анестезиолог при выполнении любой нейроаксиальной процедуры.

Пластиковая модель позвоночника и спинного мозга была помещена в прямоугольный контейнер емкостью 4 л. Размеры контейнера составили 40 × 25 × 20 см, что позволило не только полностью погрузить фантом в раствор,

но и обеспечивало достаточно пространства для манипуляций с датчиком и иглой. Для фиксации модели к краям контейнера мы использовали две капроновые петли, накинутае на позвоночник с обеих сторон (рис. 1, см. вклейку), что предотвратило миграцию модели при застывании фантома и последующих "восстановлениях". Глубина от поверхности желатина до пластинки тела позвонка составила 4 см, что недостаточно для взрослой практики, но вполне подходит для использования фантома в педиатрии. Для того чтобы создать больший слой желатина над поверхностью муляжа, следует использовать более глубокий контейнер. Желатиновый раствор мы получали растворением столового желатина в 90°C и воде при непрерывном перемешивании. Для максимальной плотности желатиновой основы фантома необходимо достичь предельного насыщения раствора, т. е. состояния, при котором новая порция желатина не сможет раствориться. В нашем случае в 4 л было растворено 400 г желатина. Залитый фантом следует подержать при комнатной температуре около 40—50 мин, а затем поместить его в холодильник. Все воздушные пузырьки, образовавшиеся при заливке на поверхности желатина, необходимо аккуратно удалять с помощью шприца (рис. 2, см. вклейку). Любой оставшийся пузырек воздуха будет мешать проведению процедуры, так как он непрозрачен для ультразвукового луча. В некоторых литературных источниках [10] для симуляции эхогенности мягких тканей человеческого тела в растворе желатина рекомендуют добавлять крахмал или метамуцил ("Proctol & Gamble", США) в пропорции 1:1 [11], что сделает фантом менее прозрачным и усложнит доступ к эпидуральному пространству. Мы рекомендуем добавлять крахмал после приобретения первых навыков по ультразвуковой визуализации на представленном нами муляже. Залитый фантом после охлаждения следует поставить в холодильник на 8—10 ч при температуре 2—4°C (рис. 3, см. вклейку). После застывания муляж можно использовать для визуализации костных ориентиров и отработки взаимного расположения иглы и датчика при проведении эпидуральной анестезии под ультразвуковым контролем. Если в наличии все материалы, то примерное время приготовления муляжа не превышает 30 мин. Время, необходимое для застывания фантома, прямо пропорционально его объему, но никогда не превышает 12 ч (как указывалось выше), составляя в среднем 8 ч. Общая стоимость желатина, использованного для приготовления фантома, 240 руб., контейнера — 300 руб. Цена модели позвоночника сильно зависит от поставщика, страны изготовителя, материала и прочих факторов, колеблясь от 2000 до 5500 руб. (на приобретение нашего муляжа было затрачено 3000 руб.). Застывший желатиновый фантом можно мыть под струей холодной воды, удаляя любое загрязнение с его поверхности, в том числе остатки ультразвукового геля. Как и у других фантомов, в том числе фабричных, после введения иглы в вещество муляжа остается воздушный след, который будет виден при последующем сканировании, что ограничит

срок его службы и количество проведенных процедур. Уникальным свойством желатинового фантома является его "возобновляемость": для удаления всех следов от введения игл достаточно поместить его в микроволновую печь на 4—5 мин при мощности 600 Вт. Время и мощность нагрева зависят от массы муляжа и могут достигать до 15 мин. Далее муляж помещают обратно в холодильник до полного застывания.

**Обсуждение.** Описанный фантом может быть полезен для отработки моторных навыков эпидуральной анестезии под ультразвуковым контролем, позволяющий отработать не только протокол визуализации позвоночного столба и эпидурального пространства, но и подобрать оптимальное положение иглы относительно датчика, угол ее введения, глубину и пр. Определенным достоинством желатинового муляжа является его прозрачность, что позволяет оператору визуально оценить положение датчика относительно позвоночника и ультразвуковое изображение на экране. Собственно это помогает лучше понять сонографическую анатомию позвоночника. Кроме того, при проведении иглы через гель также можно сопоставить ее реальное и видимое положение, что помогает развивать координацию, необходимую для проведения процедур под ультразвуковым контролем. К. Galiano и соавт. [12] разработана образовательная программа, в которой непосредственный визуальный контроль положения иглы при ультразвуковом ассистировании манипуляциях на позвоночнике оценивался на основании результатов компьютерной томографии: студенты под ультразвуковым контролем выполняли корешковые и фасетчатые блокады на поясничном и шейном уровнях, а верификация позиции иглы проводилась посредством компьютерной томографии. Эта система зарекомендовала себя как отличный инструмент для обучения специалистов, однако она недоступна для большей части медицинских центров Европы и России (рис. 4, см. вклейку).

Желатиновая модель имеет несколько недостатков, главным из которых является отсутствие мягких тканей (надкостница и желтая связка, твердая мозговая оболочка, сосуды), поэтому она подходит только для отработки базовых навыков. Именно из-за отсутствия связок при проведении иглы "эпидуральному пространству" нет ощущения провала, характерного при проведении процедуры *in vivo*. Также следует отметить, что каждое введение иглы оставляет за собой воздушный след, видимый при последующих сканированиях. По нашему опыту, адекватная визуализация становится затруднительной после 4—5 попыток на одном межкостном уровне. Но для отработки навыка эпидуральной анестезии под ультразвуковым контролем можно использовать каждый из них, поэтому весь фантом, состоящий из 5 позвонков, позволяет проводить до 20 процедур. Описанная процедура "восстановления" муляжа предусматривает время, необходимое для повторного застывания желатинового раствора, следующие 20 попыток можно выполнить через 8 ч. Нужно помнить о том,

что желатин сам по себе является средой для размножения бактерий и грибов, поэтому муляж рекомендуется хранить при температуре 2—4°C. Повторные процедуры "восстановления" приведут к декомпозиции желатина. Оба факта делают невозможным безграничное использование фантома, хотя ничто не может помешать ту же модель позвоночника поместить в новый раствор желатина. Срок службы изготовленного муляжа составляет 3 нед, после чего необходимо поменять желатин. Наконец, есть несколько коммерческих тренажеров для отработки эпидуральной анестезии под контролем ультразвука (например, Simulab [Seattle, Wash], CIRS [Norfolk, Va]). Они детализированы до мельчайших подробностей и имеют множество частей, симулирующих реальные слои тканей. И хотя эти фантомы более совершенны (реалистично выглядят при ультразвуковом сканировании и моделируют "утрату сопротивления" при прохождении желтой связки) они дороги, поэтому не являются оптимальным выбором для отработки базовых навыков. В любом случае, есть не так много данных, подтверждающих, что более реалистичные модели позволяют увеличить эффективность обучения [13]. Поэтому предложенная простая модель может быть настолько же эффективна для начального обучения специалистов, как и сложные симуляционные системы. Таким образом, предложенная модель для отработки навыка доступа к эпидуральному пространству под ультразвуковым контролем доступна большинству анестезиологов, проста в создании и обеспечивает необходимый уровень симуляции эхографического представления структур позвоночника, важных для эпидуральной анестезии. Преимуществами данного фантома являются его "возобновляемость" и возможность прямого визуального контроля проведения иглы к нейроаксиальным структурам. Также желатиновая модель удобна для отработки базовых навыков взаимной ориентировки иглы и датчика при нейроаксиальных процедурах под ультразвуковым контролем, однако не пригодна для тренировки доступа к эпидуральному пространству по стандартной методике "потери сопротивления", так как не имеет мягкотканного компонента.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Исаков Ю. Ф., Гераськин В. И., Кожевников В. А. Длительная перидуральная анестезия после операций на ранах грудной клетки у детей. Грудная хир. 1971; 13: 104.
2. Разумовский А. Ю., Гераськин А. В., Батаев С.-Х. М. и др. Пластика глотки и пищевода у детей. Рос. вестн. дет. хир., анестезиол. и реаниматол. 2011; 1: 13—24.
3. Ражев С. В., Михельсон В. А., Степаненко С. М., Геодакян О. С. Педиатрическая регионарная анестезия: рациональные подходы и практические аспекты. В кн.: Материалы Четвертого Российского конгресса по педиатрической анестезиологии и интенсивной терапии. М.; 2007.

4. Yoo M. C., Villegas L., Jones D. B. Basic ultrasound curriculum for medical students: validation of content and phantom. *J. Laparoendosc. Adv. Surg. Tech. A* 2004; 14: 374—379.
5. Sisney G. A., Hunt K. A. A low-cost gelatin phantom for learning sonographically guided interventional breast radiology techniques. *Am. J. Roentgenol.* 1998; 171: 65—66.
6. Xu D., Abbas S., Chan V. W. Ultrasound phantom for hands-on practice. *Reg. Anesth. Pain Med.* 2005; 30: 593—594.
7. Osmer C. L. A gelatine-based ultrasound phantom. *Anaesthesia* 2008; 63: 107.
8. Kendall J. L., Faragher J. P. Ultrasound-guided central venous access: a homemade phantom for simulation. *Can. J. Exp. Med.* 2007; 9: 371—373.
9. Award I. T., Chan V. Ultrasound imaging of peripheral nerves: a need for a new trend. *Reg. Anesth. Pain Med.* 2005; 30: 321—323.
10. Bellingham G. A., Peng W. H. A low-cost ultrasound phantom of the lumbosacral spine. *Reg. Anesth. Pain Med.* 2010; 35: 290—293.
11. Morehouse H., Thaker H. P., Persaud C. Addition of metamucil to gelatin for realistic breast biopsy phantom. *J. Ultrasound Med.* 2007; 26: 1123—1126.
12. *Galiano K., Obwegeser A. A., Bale R.* et al. Ultrasound-guided and CT navigation assisted periradicular and facet joint injections in the lumbar and cervical spine: a new teaching tool to recognize the sonoanatomic pattern. *Reg. Anesth. Pain Med.* 2007; 18: 485—494.
13. Munz Y., Kumar B. D., Moorthy K. et al. Laparoscopic virtual reality and box trainers: is one superior to the other? *Surg. Endosc.* 2004; 18: 485—494.