

34. Ogawa S., Takeuchi K., Ito S., et al. Acarbose lowers serum triglyceride and postprandial chylomicron levels in type 2 diabetes // *Diabetes Obes. Metab.* – 2004. – Vol. 6. – P.384-390.
35. Petković-Košćal M., Damjanov V., Djonović N., et al. Influence of moderate physical activity on the levels of plasma lipoproteins in subjects with impaired glucose tolerance // *Srp. Arh. Celok. Lek.* – 2012. – Vol. 140. – P.51-57.
36. Plaisance E.P., Grandjean P.W., Mahurin A.J. Independent and combined effects of aerobic exercise and pharmacological strategies on serum triglyceride concentrations: a qualitative review // *Phys. Sportsmed.* – 2009. – Vol. 37. №1. – P.11-19.
37. Reiner Z., Catapano A.L., De Backer G., et al. ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias // *Eur. Heart J.* – 2011. – Vol. 32. – P.1769-1818.
38. Spratt K.A. Managing diabetic dyslipidemia: aggressive approach // *J. Am. Osteopath. Assoc.* – 2009. – Vol. 109. Suppl. 1. – P.S2-S7.
39. Standards of Medical Care in Diabetes – 2012 // *Diabetes Care.* – 2012. – Vol. 35. Suppl. 1. – P.S11-S63.
40. U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services, Dietary Guidelines for Americans, 7th Edition. – Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 2010. – 445 p.
41. UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group. Effect of intensive blood-glucose control with metformin on complications in overweight patients with type 2 diabetes (UKPDS 34) // *Lancet.* – 1998. – Vol. 352. – P.854-865.
42. Van Horn L., McCoim M., Kris-Etherton P.M., et al. The evidence for dietary prevention and treatment of cardiovascular disease // *J. Am. Diet. Assoc.* – 2008. – Vol. 108. – P.287-331.
43. Wing R.R. Look AHEAD Research Group. Long-term effects of a lifestyle intervention on weight and cardiovascular risk factors in individuals with type 2 diabetes mellitus: four-year results of the Look AHEAD trial // *Arch. Intern. Med.* – 2010. – Vol. 170. – P.1566-1575.
44. Witt B.J., Jacobsen S.J., Weston S.A., et al. Cardiac rehabilitation after myocardial infarction in the community // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2004. – Vol. 44. – P.988-996.
45. Wulffelé M.G., Kooy A., de Zeeuw D., et al. The effect of metformin on blood pressure, plasma cholesterol and triglycerides in type 2 diabetes mellitus: a systematic review // *J. Intern. Med.* – 2004. – Vol. 256. – P.1-14.
46. Yoo J.S., Lee S.J. A meta-analysis of the effects of exercise programs on glucose and lipid metabolism and cardiac function in patients with type II diabetes mellitus // *Taehan Kanho Hakhoe Chi.* – 2005. – Vol. 35. – P.546-554.
47. Zock P.L., Katan M.B. Hydrogenation alternatives: effects of trans fatty acids and stearic acid versus linoleic acid on serum lipids and lipoproteins in humans // *J. Lipid Res.* – 1992. – Vol. 33. №3. – P.399-410.

Информация об авторе: Протасов Константин Викторович – профессор кафедры, д.м.н., доцент, 664049, Иркутск, м-н Юбилейный 100, ИГМАПО, кафедра терапии и кардиологии, тел. (3952) 638529, e-mail: protassov_k@rambler.ru

© ЗАБОЛОТСКИЙ Д.В., МАЛАШЕНКО Н.С., МАНЬКОВ А.В. – 2012
УДК 615.837.3/616-089.5

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ НАВИГАЦИЯ ИНВАЗИВНЫХ МАНИПУЛЯЦИЙ В АНЕСТЕЗИОЛОГИИ

Дмитрий Владиславович Заболотский¹, Наталья Сергеевна Малашенко², Александр Викторович Маньков³
(¹Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера, директор - член-корр. РАМН, проф. А.Г. Баиндурашвили, отделение вертебрологии и нейрохирургии, руководитель - проф. С.В. Виссарионов;
²Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, ректор – д.м.н., проф. В.В. Леванович, кафедра анестезиологии-реаниматологии и неотложной педиатрии ФПК и ПП, зав. – д.м.н., проф. Ю.С. Александрович; ³Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, ректор – д.м.н., проф. В.В. Шпрах, кафедра анестезиологии и реаниматологии, зав. – д.м.н., проф. В.И. Горбачев)

Резюме. В структуре инвазивных манипуляций, применяемых в анестезиологии и реаниматологии, достаточно часто используются пункции и катетеризации центральных вен, а также нейроаксиальные и сегментарные блокады. Качество их выполнения зависит не только от хороших знаний анатомии и технических навыков специалиста, но и от ультразвукового исследования, позволяющего визуализировать «слепые» методики. Использование ультразвука позволяет облегчить выполнение пункции и катетеризации центральных вен, периферических блокад, и повысить их эффективность и безопасность.

Ключевые слова: ультразвук, регионарная анестезия, катетеризация центральных вен.

ULTRASONIC NAVIGATION OF INVASIVE MANIPULATIONS IN ANESTHESIOLOGY

D. V. Zabolotskiy¹, N. S. Malashenko², A. V. Mankov³
(¹Research children's orthopedic institute of G.I. Turner, ²St. Petersburg State Pediatric Medical University, ³Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education)

Summary. In the structure of invasive manipulations used in anesthesiology and critical care medicine, the puncture and central venous catheterization, as well as neuraxial and segmental blockades are often used. The quality of their performance depends not only on good knowledge of anatomy and specialist technical skills, but also on the ultrasound, which allows to visualize the “blind” technique. The use of ultrasound can facilitate the implementation of the puncture and central venous catheterization, peripheral blockades, and increase their efficiency and safety.

Key words: Ultrasound, regional anesthesia, central venous catheterization.

Анестезиологи-реаниматологи, работая в условиях моральной и юридической ответственности за жизнь пациента, относятся к группе самого высокого медико-юридического риска [13]. Иски против анестезиологов-реаниматологов составляют 3% от общего числа, а размер штрафов, которые они выплатили, достигает 11% от суммы штрафов врачам всех специальностей. Приведенные данные констатируют почти вчетверо более высокую стоимость исков против анестезиологов-

реаниматологов по сравнению с исками к врачам других специальностей (акушеров, хирургов, врачей скорой помощи) [7].

Наряду с фундаментальными медицинскими знаниями, мануальные навыки врача, необходимые для выполнения инвазивных процедур, во многом определяют его профессиональный уровень. Только в течение одного года в мире выполняют более 15 миллионов пункций и катетеризаций магистральных венозных сосудов [14].

Из методов, обеспечивающих обезболивание в структуре анестезиологической помощи взрослым, широко используются такие инвазивные методики, как нейроаксиальные и периферические регионарные блокады. Считается, что причиной развития осложнений при их проведении, является низкая квалификация врача анестезиолога-реаниматолога, который помимо желания практически овладеть этими методами, должен иметь глубокие теоретические знания по вопросам регионарной анестезии (РА) [11]. Однако, перечисленные мануальные инвазивные манипуляции (катетеризация сосудов, регионарные блокады) врачи, как правило, выполняют с использованием «слепой» техники, когда специалист основывается только на знании топографической анатомии и личном опыте. При таком положении опыт врача является основополагающей составляющей снижения частоты осложнений и неудач. Основными проблемами при катетеризации магистральных вен у детей, особенно младшего возраста, являются трудности поиска и верификации сосуда, затруднения проведения струны-проводника, необходимости последовательных пункций различных вен в случае ее необнаружения или невозможности катетеризации [6]. Риск развития тяжёлых ятрогенных осложнений при катетеризации магистральной вены (пневмоторакс, гемоторакс, лимфоторакс) остаётся достаточно высоким. При чрезкожной катетеризации сосудов (яремная, подключичная, бедренная вены) количество механических осложнений (в том числе травма артерии, легких, лимфатического протока) возникает в 5-19% случаев [42]. По данным исследования И.И. Закирова у больных с онкогематологической патологией частота непреднамеренной пункции сонной артерии при выполнении катетеризации внутренней яремной вены (ВЯВ) без ультразвукового (УЗ) сканирования составляет 24,2% [10].

Теоретические и практические разделы проводниковой анестезии изначально основывались на объективных методах контроля оператором за выполнением блокады. Теоретические знания приобретались в анатомических театрах, а при практических манипуляциях специалисты применяли хирургический доступ к нерву и введение анестетика в непосредственной близости от нервного ствола. Пожертвовав возможностью видеть нерв ради меньшей инвазивности, хирурги и анестезиологи разработали «слепые» методики, основанные на знании анатомических ориентиров.

На современном этапе анестезиолог не вправе использовать принцип «нет парестезии – нет анестезии», так как парестезии это следствие контакта иглы с нейрональной структурой, в результате которого возникает высокий риск неврологических осложнений. Прокальвание периневрия иглой и вхождение ее в нервный пучок дает парестезию примерно в 30% случаев, и только непосредственный контакт с нервным волокном вызывает 100% парестезию. Сегодня более уместен термин – «нет парестезии – нет невропатии».

Большинство осложнений, ведущих к судебным разбирательствам, связаны с повреждением нервов при выполнении периферических блокад. Механическая травма нервного ствола иглой и эндоневральное введение раствора местного анестетика (МА) – основные причины длительных неврологических расстройств [18]. Так же, при выполнении РА возможны пункции сосудов с развитием гематомы, кровотечения, системной токсичности, проблемы специфичны для определенной области и блока, такие как пневмоторакс, пункция субарахноидального пространства, синдром Горнера, пункция пищевода [16,28,31].

Необходимо учитывать, что переоценка собственных показателей в повседневной клинической практике и неизвестное количество незарегистрированных осложнений занижают фактическое число неудовлетворительных блокад.

Распознавание нервных структур при проведении всех локальных анестезиологических техник является

краеугольным камнем их эффективного и безопасного выполнения. Должна быть проведена четкая дифференциация между косвенными и прямыми методами идентификации нервов.

Безусловно, отсутствие динамической визуализации и, соответственно контроля за выполнением процедур приводит к их неудачным попыткам и осложнениям. Всё это уже достаточно давно побуждало искать пути визуализации места расположения предполагаемой вены или нервного ствола с целью минимизации осложнений.

К косвенным методам, помимо субъективной оценки, относится метод нейростимуляции, предложенный В.Л. Айзенбергом в 1970 году [1]. Появление портативных нейростимуляторов позволило шире использовать периферические блокады анестезиологами. Возникновение фасцикуляций необходимой группы мышц информирует оператора о правильном расположении иглы относительно нервного волокна иннервирующего данную мышечную группу [53]. Специальные атравматичные иглы так же облегчают эту задачу [17]. Техника последовательной электрической нейростимуляции позволяет за счет изменения длительности серии импульсов вызывать моторный ответ на различном удалении иглы от нерва [56].

Для предупреждения осложнений, связанных с эндоневральным введением анестетика, нейростимуляторы последнего поколения позволяют измерять сопротивление тканей, в которых находится кончик иглы. При попадании иглой в нерв или сосуд сопротивление резко изменяется [2].

Сегодня нейростимуляция стала стандартом при проведении сегментарных блокад. Но работа с нейростимулятором не актуальна в комбинации с миорелаксантами и у детей с нарушением нервно-мышечной проводимости. При необходимости выполнения вторых блокад остаточный блок Na-каналов будет препятствовать возникновению мышечных фасцикуляций при раздражении нервных стволов и сплетений. Кроме того, «слепые» пункции всегда могут стать причиной серьезных осложнений, таких как повреждение нерва или случайная пункция соседних анатомических структур. Более того, в некоторых случаях (при переломах) важно избегать использования нейростимулятора, так как мышечные сокращения болезненны.

Среди современных методов прямой визуализации нейрональных структур можно выделить такие как магнитно-резонансная томография (МРТ) и ультразвук. Даже на современном этапе сложно представить использование МРТ в условиях операционной за счет громоздкости конструкции и высокой стоимости. Именно поэтому ультразвук является единственным эффективным методом для прямой визуализации в повседневной клинической практике анестезиолога [19,26,40]. Возможно самое существенное преимущество технологии ультразвука – способность дать анатомическую экспертизу области интереса в реальном времени [46]. Ультразвуковая визуализация позволяет рассмотреть нервные волокна (сплетения и периферические нервы) и окружающие структуры (например, кровеносные сосуды и плевра), проводить иглу направленно к сосудам, к намеченным нервам, и визуализировать нахождение катетера в венозном сосуде и процесс распространения местного анестетика [22].

Отмечено, что ультразвуковой контроль снижает частоту развития осложнений и увеличивает частоту успешного выполнения процедуры катетеризации внутренней яремной вены [27].

Для эффективного использования ультразвукового сканирования при выполнении инвазивных манипуляций необходимо знать физические основы УЗ. Звук это механические колебания в среде. Процесс распространения звука в пространстве носит волновой характер. Основными характеристиками волн являются скорость распространения (с), длина волны (λ) и частота колебаний (f). Взаимосвязь перечисленных характеристик

иллюстрируется следующей формулой – $C = \lambda f$. Частота измеряется в Герцах ($\text{Гц} = 1/\text{сек}$). Ультразвуковыми считаются волны с частотой свыше 20 кГц в секунду [12]. Частоты ультразвука, полезные в клинической медицине, находятся в мегагерцовом (МГц) диапазоне [38].

Схематично УЗ машины состоят из сканера и монитора. УЗ волны генерируются пьезоэлектрическими кристаллами датчика, которые преобразуют электрические сигналы в механическую энергию, в форме вибрации, приводящую к ультразвуковым волнам. Различные ткани в зависимости от акустического импеданса по-разному проводят УЗ: некоторые полностью отражают сигналы, в то время как другие его рассеивают. Тот же датчик, являясь одновременно трансмиттером и ресивером, воспринимает отраженные волны, преобразуя их в электрические сигналы, которые проходят обработку машиной ультразвука, чтобы дать изображение на экране.

Кости и сухожилия блокируют передачу волны ультразвука, и мощный сигнал, возвращенный на преобразователь, дает этим структурам эффект гиперэхогенности (яркий, белый цвет) на экране. Паренхиматозные органы и мягкие ткани рассеивают УЗ, слабо отражая его, что дает на картинке нечеткое (интерферентное) отражение серого цвета. Кровь, жидкость в мочевом и желчном пузырях не отражают УЗ и выглядят как черные (анэхогенные) участки. Четкое изображение получается только, когда к датчику возвращается сигнал достаточной мощности. По этой причине, качество изображения и эхогенность структуры тесно связаны с углом падения ультразвукового луча: наилучшие результаты получаются, если он перпендикулярен исследуемому объекту (угол падения 90°). Таким образом, несмотря на использование современного сложного оборудования, даже гиперэхогенный объект может стать гипоэхогенным (феномен «анизотропии») или даже невидимым [40]. На данный момент доступно множество ультразвуковых аппаратов и датчиков. И не всегда датчики с одинаковой частотой обеспечивают одинаковое качество изображения. Разрешение изображения зависит как от датчика (например, количество кристаллов и возможность изменения частоты излучения), так и от УЗИ-аппарата (процесс обработки сигнала). Стационарные аппараты обычно более сложные и дорогие, но и современные портативные приборы уже способны обеспечить изображение, достаточное для целей регионарной анестезии. Подобные аппараты оснащены основными технологиями оптимизации изображения (мультивекторное сканирование, динамический диапазон), цветным доплеровским картированием. Благодаря наличию портативных, ударопрочных приборов с экранами высокого разрешения, максимальной автоматизацией настроек и простым управлением, ультразвук стал рутинным инструментом у анестезиолога за рубежом [8].

В анестезиологии используют два вида датчиков – линейные и микроконвексные. Чем выше частота датчика, тем лучше визуализация поверхностных анатомических структур [20]. Для ультразвуковой визуализации сосудов наиболее подходят мультимодальные линейные и микроконвексные датчики с частотой от 7 до 10 МГц, позволяющие детально визуализировать поверхностные структуры (на глубине до 6-7 см) [5].

Визуализация поверхностно расположенных нейрональных структур (плечевое сплетение) требует использование высокочастотных линейных датчиков (12-15 МГц), которые позволяют сканировать поверхностно расположенные периферические нервы [41]. Однако, проникновение луча ограничено до 3-4 см. Исследования с более низкой частотой (4-7 МГц) подходят для того, чтобы просмотреть более глубокие структуры, такие как плечевое сплетение в подключичной области и/или седалищный нерв у взрослых.

Для педиатрической практики оптимальны датчики с небольшой площадью подошвы. Сосуды визуализируются как анэхогенные пульсирующие образования с четким контуром. Артерии пульсируют синхронно

сердечным сокращениям. У вен отмечается передаточная пульсация от дыхательных движений и колебаний рядом расположенной артерии. При давлении датчиком на кожные покровы в проекции сосудов отмечается сдавление вен в передне-заднем направлении в отличие от артерий, сохраняющих просвет. В ряде случаев в просвете обнаруживаются гиперэхогенные тени от клапанного аппарата вен. Из магистральных вен наиболее доступны сканированию внутренняя яремная и бедренная. Ультразвуковые исследования подключичной вены затруднены и имеют ряд особенностей из-за находящейся между ней и датчиком ключицы. Многие факторы делают ВЯВ наиболее предпочтительной для установки центрального венозного катетера. ВЯВ является наиболее поверхностно расположенной веной по сравнению с подключичной и даже бедренной веной. Располагается ВЯВ в основном под грудинноключично-сосцевидной мышцей, имеющей гипоэхогенную (темную) структуру, что хорошо видно при УЗИ.

У детей раннего возраста диаметр ВЯВ, как правило, в 1,5 раза больше диаметра бедренной вены. В более старшем возрасте эти размеры выравниваются, что связано с возрастающей нагрузкой и увеличением объема кровотока в нижних конечностях [5].

Для визуализации нерва чаще всего используют поперечные и продольные виды. Периферические нервы выглядят на УЗ картинке как гипо-, так и гиперэхогенными структурами. При поперечном сканировании можно наблюдать эффект «пчелиных сот» – гипоэхогенные образования округлой формы с гиперэхогенным ободком (периневрием) [45,49]. При продольном сечении периферические нервы под УЗ выглядят в виде множественных прерывистых гиперэхогенных полос с чередованием гипоэхогенных линий [52].

У детей с возрастом меняется взаимоотношение основных анатомических структур (кости, мышцы, сосуды). Так же изменяется эхогенность тканей. У новорожденных фасции отчетливо гиперэхогенны, что позволяет идентифицировать нервы, располагающихся в непосредственной близости к фасции (бедренный нерв). Сканирование мышц брюшной стенки позволяет отчетливо определить межфасциальное пространство между поперечной и внутренней косой мышцами живота, что способствует более легкому выполнению ТАР блока по сравнению со взрослыми.

Нейрональные структуры у детей младшего возраста залегают на меньшей глубине, располагаются поверхностно и обладают низкой эхогенностью. Чем меньше ребенок, тем меньше диаметр сосудов и нервов. Учитывая то, что артериальное и венозное давление меньше чем у взрослых, даже незначительное давление датчиком на кожные покровы может сдавливать сосуды, затрудняя их сканирование.

При расположении датчика в сагиттальной плоскости парамедиально относительно позвоночного столба, можно легко идентифицировать у взрослых и детей поперечные отростки, которые будут давать акустическую тень – «знак трезубца» (пальцевидные, темные зоны) [35]. При парамедиальном сагиттальном косом расположении датчика даже у взрослого пациента можно идентифицировать желтую связку, эпидуральное пространство, задний листок твердой мозговой оболочки, субдуральное пространство, передний листок твердой мозговой оболочки, заднюю продольную связку и заднюю поверхность тела позвонка. Передний листок твердой мозговой оболочки, задняя продольная связка и задняя поверхность позвонка или межпозвоночного диска визуализируются как единая гиперэхогенная структура (передний комплекс) и обычно у взрослого пациента не представляется возможным ее дифференцировать послойно [36]. Глубину от кожи до заднего комплекса также можно измерить, что даст примерную информацию об ожидаемой глубине продвижения иглы для спинальной или эпидуральной анестезии [24].

За счет незначительной минерализации костной

ткани, на УЗ картине при изучении спинномозгового канала отчетливо определяются желтая связка, твердая мозговая оболочка и нервные структуры (спинной мозг, конский увидеть лишь в промежутках между остистыми отростками. С 3-х летнего возраста ультразвук не может пройти через плотные костные ткани и визуализация центральных нейрональных структур становится невозможной.

Прямая визуализация нейрональных структур и соседних анатомических образований, распространение местного анестетика (МА) позволяет достичь адекватной блокады и избежать осложнений даже в условиях амбулаторной клиники [15].

Экстра-эпинеуральное расположение дистального конца иглы является безопасным и эффективным по сравнению с перинеуральным.

Эндоневральное введение препаратов приводит к ишемизации периферических нейрональных структур, которая прямо пропорционально инъецируемому объему МА. Пациенты, которым блокаду выполняют под наркозом, не реагируют на травму нерва, а увеличение сопротивления при инъекции является субъективным ощущением оператора, которое не всегда может быть расценено правильно. Применение ультразвука позволяет избежать этих осложнений.

Другим важным вопросом является объем МА, необходимый для достижения адекватной блокады. Ранее большие объемы препарата использовали для компенсации неточной техники идентификации нервов. Однако, зачастую это не дает качественных результатов [29]. Благодаря появлению гипозоногенной тени при инъекции местного анестетика на УЗ картинке, можно, используя мультиинъекционную технику обеспечить успешную анестезию меньшими дозами МА. Установлено, что распространение МА при моноинъекции не предсказуемо, поэтому изменение положения кончика иглы под УЗ навигацией относительно нервных стволов является необходимым перед каждой инъекцией [30].

В настоящее время многочисленные описания техники и клинических случаев способствует большей путанице, нежели повышению мастерства специалистов. Качество выполнения блокад под УЗ контролем зависит от опыта анестезиолога, который в свою очередь зависит от частоты применения данного метода в ежедневной практике и базисных научных знаниях.

Принципиально, методики УЗ-сканирования при выполнении инвазивных анестезиологических манипуляций, можно разделить на статическую и динамическую. Статическая методика заключается в контрольном ультразвуковом исследовании с визуализацией интересующих анатомических областей (сосуды, нервы) с нанесением на кожу разметки до стерилизации операционного поля. Предварительное УЗ-сканирование позволяет определить глубину расположения анатомических образований (нервов и сосудов) и их ход [3]. Накожную разметку необходимо проводить у пациентов, уложенных в нужное для выполнения манипуляции положение. Если не придерживаться этого правила, то при укладывании пациента происходит смещение разметки и реального расположения анатомических структур.

Предпочтительнее использовать динамическую методику, которая позволяет в режиме реального времени визуализировать проводимую блокаду периферических нервов и катетеризацию магистральных сосудов [23,60]. Для этого необходимо обеспечить стерильность датчика с помощью одноразовых рукавов или перчаток. Учитывая, что главный враг УЗ – воздух, для повышения качества УЗ-картинки необходимо нанесение стерильного геля на датчик и на чехол [4].

С целью повышения точности выполнения инвазивных анестезиологических манипуляций под контролем УЗ важную роль играют технические характеристики УЗ датчиков. При использовании линейных трансдьюсеров распространение УЗ волны в тканях имеет наи-

меньшее искажение, но возможны ограничения по глубине локации из-за узкого частотного диапазона. Это служит основанием для использования получающих все большее распространение многочастотных линейных датчиков, работающих в диапазоне от 6-12 МГц и до 10-18 МГц [43].

Для УЗ-сканирования инвазивных манипуляций используют перпендикулярную и продольную техники. При ориентировании иглы перпендикулярно по отношению к поверхности датчика сигнал от иглы слабый и трудно дифференцируемый в виде точки и косвенных признаков – движения мягких тканей. Такая техника максимально приближена по исполнению к оригинальным подходам при периферических блокадах, поскольку игла проходит наиболее короткое расстояние до нерва [2]. При катетеризации ВЯВ данная техника используется в случаях, когда размеры датчика превышают размеры анатомической области (высоту треугольника основанием которого будет считаться ключица, а боковыми сторонами ножки *mm. sternocleidomastoideus*).

При продольной технике (ось иглы располагается вдоль оси датчика) на картинке визуализируется весь длинник иглы [32,50]. Для усиления визуализации иглы за последние годы внедрено достаточное количество технических усовершенствований используемого инструментария. Насечки на современных иглах отражают УЗ в разных проекциях и усиливают их «свечение» на экране монитора [33,39,48].

В настоящее время появился ряд приспособлений для игл, облегчающих сопоставление луча от ультразвукового датчика и проходящей в тканях иглы. Насадка на датчик с направителем для иглы или лазерная насадка на иглу в виде прицела облегчают работу при её продольном расположении относительно ультразвукового датчика. Чем параллельнее игла датчику, тем четче картинка на экране [25,54,58]. Длинный вкол при продольной технике менее комфортен для пациента, но более точен за счет динамического сканирования манипуляции.

Необходимым условием для адекватного использования новой техники является интенсивное обучение и ежедневные тренировки. Одним из основных препятствий широкого внедрения УЗ в рутинную работу анестезиолога является то, что специалист должен поменять свое восприятие. Опытного анестезиолога тяжело убедить в преимуществе альтернативных методов идентификации нервов и сосудов. Как правило, требуется несколько лет интенсивного научного и практического развития для внедрения новых техник в применении в клинической практике [34]. Оптимального метода внедрения УЗ навигации в практическую деятельность анестезиолога сегодня не существует. Довольно трудно обеспечить постоянный контроль опытными пользователями за большим количеством интересующихся специалистами. Полезным обучающим материалом являются фильмы, демонстрирующие практические основы УЗ визуализации и специализированные книги. Тем не менее, прицельный контроль за навыками обучающегося специалиста должен быть частью образовательной работы. Для подготовки врачей необходимо проведение мастер-классов по основам УЗ, после чего анестезиолог должен быть способен выполнить инвазивные манипуляции под УЗ эффективно и безопасно [51].

С целью совершенствования практических навыков курсантов в учебном процессе активно используют УЗ фантомы. Наиболее точными фантомами считаются трупы, наименее точными – емкости с водой. За последние годы технический прогресс позволил отойти от органических сред для производства муляжей (агар, желатин, сыр, курица) [21,55,59]. Современные фантомы изготавливаются из полимерных материалов, имитируют различные анатомические области, имеют в своем составе емкости схожие с сосудами, заполненные красной жидкостью, и волокна, соответствующие периферическим нервам, при подходе к которым иглой с нейростимуляцией возникают фасцикуляции [37,47].

Работа на фантомах позволяет повысить мастерство визуализации анатомических областей и практические навыки по идентификации иглы, что позволяет избежать

стрессовых реакций при подобной практике на пациентах [57]. Кроме того, обучение на фантомах должно проводиться под контролем опытных специалистов [44].

ЛИТЕРАТУРА

1. Айзенберг В.Л. Высокие регионарные анестезии конечностей в сочетании с анальгезией закисью азота у детей // Вестник хирургии. – 1972. – №5. – С.88-92.
2. Айзенберг В.Л., Ульрих Г.Э., Цытин Л.Е., Заболотский Д.В. Регионарная анестезия в педиатрии. – СПб.: Синтез Бук, 2011. – 304 с.
3. Быков М.В., Неретин А.А., Быков Д.Ф. и др. Ультразвуковые исследования при катетеризации центральных вен // Сборник материалов Всероссийского конгресса анестезиологов и реаниматологов и XI съезда Федерации анестезиологов и реаниматологов / Под ред. Ю.С. Полушин. – СПб., 2008. – С.285-286.
4. Быков М.В. Ультразвуковые исследования в обеспечении инфузионной терапии. – М., 2009. – 22 с.
5. Быков М.В. Ультразвуковые исследования в обеспечении инфузионной терапии в отделениях реанимации и интенсивной терапии. – Тверь: Триада, 2011. – 36 с.
6. Вабищевич А.В., Ушакова И.А., Матвеев Г.П. и др. Особенности и осложнения пункции и катетеризации центральных вен у детей // Сборник материалов Всероссийского конгресса анестезиологов и реаниматологов и XI съезда Федерации анестезиологов и реаниматологов / Под ред. Ю.С. Полушина. – СПб., 2008. – С.286-287.
7. Гордеев В.И., Александрович Ю.С. Педиатрическая анестезиология. – Реаниматология. Частные разделы. – СПб., 2004. – С.5-14.
8. Заболотский Д.В. Роль технического сопровождения блокад плечевого сплетения у детей // Эфферентная терапия. – 2010. – Т. 16. №2. – С.32-36.
9. Заболотский Д.В., Быков М.В. Ультрасонография. Контроль инвазивных процедур в практической деятельности анестезиолога // Материалы Пятого Российского конгресса «Педиатрическая анестезиология и интенсивная терапия». – Тверь: Триада, 2009. – С.28-33.
10. Закиров И.И. Катетеризация центральных вен у детей с онкогематологической патологией – роль ультразвуковой визуализации // Материалы Шестого Российского конгресса «Педиатрическая анестезиология и интенсивная терапия». – Тверь: Триада, 2011. – С.256.
11. Маньков А.В., Горбачев В.И. Нейроаксиальные методы обезболивания в хирургии: пособие для врачей. – Иркутск, 2010. – 56 с.
12. Пельмер П.Е.С. Руководство по ультразвуковой диагностике. – М.: Медицина, 2000. – С.3-16.
13. Полушин Ю.С. Анестезиология и реаниматология: Рук-во. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2004. – С.13.
14. Сухоруков В.П., Бердикян А.С., Эшштейн С.Л. Пункция и катетеризация вен. – СПб.: Санкт-Петербургское медицинское издательство, 2001. – 56 с.
15. Трухин К.С., Заболотский Д.В., Малащенко Н.С. и др. Анестезия при артроскопических операциях на плечевом суставе в амбулаторной практике // Беломорский симпозиум IV: Сборник докладов и тезисов. – Архангельск, 2011. – С.42-43.
16. Auroy Y., Benhamou D. Major Complications of Regional Anesthesia in France. The SOS Regional Anesthesia Hotline Service // Anesthesiology. – 2002. – Vol. 97. №5. – P.1274-1280.
17. Bashein G., Haschke R.H., Ready L.B. Electrical nerve location: numerical and electrophoretic comparison of insulated vs uninsulated needles // Anesth Analg. – 1984. – Vol. 63. – P.919-924.
18. Borgeat A. Regional anaesthesia, intrapleural, punction and demadage of the nerve //Anesthesiology. – 2006. – Vol. 105. – P.647-648.
19. Brull R., Perlas A., Chan V.W. Ultrasound-guided peripheral nerve blockade // Curr Pain Headache Rep. – 2007. – Vol. 11. – P.25-32.
20. Brull R., Macfarlane A., Tse C. Practical Knobology for Ultrasound-Guided Regional Anesthesia // Reg Anesth Pain Med. – 2010. – Vol. 35. – P.68-73.
21. Bruyn G.A., Schmidt W.A. How to perform ultrasound-guided injections // Best Pract Res Clin Rheumatol. – 2009. – Vol. 23. №2. – P.269-279.
22. Chan V.W., Perlas A., Rawson R., Odukoya O. Ultrasound Guided Supraclavicular Brachial Plexus Block // Anesth Analg. – 2003. – Vol. 97. – P.514-517.
23. Chapman G.A., Johnson D., Bodenham A.R. Visualisation of needle position using ultrasonography // Anaesthesia. – 2006. – Vol. 61. №2. – P.148-158.
24. Chin K.J., Perlas A., Singh M., et al. A ultrasound-assisted approach facilitates spinal anesthesia for total joint arthroplasty // Can J Anaesth. – 2009. – Vol. 56. –P.643-650.
25. Chin K.J., Perlas A., Chan V.W., Brull R. Needle visualization in ultrasound-guided regional anesthesia: challenges and solutions // Reg Anesth Pain Med. – 2008. – Vol. 33. №6. – P.532-544.
26. Denny N.M., Harrop-Griffiths W. Location, location, location! Ultrasound imaging in regional anaesthesia // Br J Anaesth. – 2005. – Vol. 94. – P.1-3.
27. Denys B.G., Uretsky B.F., Reddy P.S. Ultrasound-assisted cannulation of the internal jugular vein. A prospective comparison to the external landmark-guided technique // Circulation. – 1993. – Vol. 87. – P.557-562.
28. Durrani Z., Winnie A.P. Brainstem toxicity with reversible locked-in syndrome after interscalene brachial plexus block // Anesth & Analg. – 1991. – Vol. 72. №2. – P.251-252.
29. Eichenberg U., Stockli S., Marhofer P., et al. Minimal local anesthetic volume for peripheral nerve block: a new ultrasound-guided, nerve dimension-based method // Regional Anesthesia and Pain Medicine. – 2009. – Vol. 34. №3. – P.242-246.
30. Eichenberg U., Stockli S., Huber G., et al. Ultrasonographic-guided axillary plexus blocks with low volumes of local anaesthetics: a crossover volunteer study // Anaesthesia. – 2010. – Vol. 65. №3. – P.266-271.
31. Fortuna A., Fortuna A. de O. Bupivacaine induced cardiac arrest // Anesth & Analg. – 1990. – Vol. 71. – P.561-562.
32. Fredrickson M. “Oblique” needle-probe alignment to facilitate ultrasound-guided femoral catheter placement // Reg Anesth Pain Med. – 2008. – Vol. 33. №4. – P.383-384.
33. Hopkins R.E., Bradley M. In-vitro visualization of biopsy needles with ultrasound: a comparative study of standard and echogenic needles using an ultrasound phantom // Clin Radiol. – 2001. – Vol. 56. – P.499-502.
34. Ivani G., Ferrante F.M. The American Society of Regional Anaesthesia Pain Medicine and the European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy Joint Committee recommendations for education and training in ultrasound-guided regional anaesthesia: why do we need these guidelines? // Regional Anaesthesia and Pain Medicine. – 2009. – Vol. 34. №1. – P.8-9.
35. Karmakar M.K., Ho A.M., Li X., et al. Ultrasound-guided lumbar plexus block through the acoustic window of the lumbar ultrasound trident // Br J Anaesth. – 2008. – Vol. 100. – P.533-537.
36. Karmakar M.K. Ultrasound for central neuraxial blocks. Techniques in Regional Anesthesia // Regional Anesthesia and Pain Management. – 2009. – Vol. 13. – P.161-170.
37. Keegan B. Anthropomorphic phantoms and method // US Patent Application 2005/0202381.2005.
38. Kossoff G. Basic physics and imaging characteristics of ultrasound // World J Surg. – 2000. – Vol. 24. – P.34-42.
39. Maecken T., Zenz M., Grau T. Ultrasound Characteristics of Needles for Regional Anesthesia // Regional Anesthesia and Pain Medicine. – 2007. – Vol. 32. №5. – P.440-447.
40. Marhofer P., Chan V.W. Ultrasound-guided regional anesthesia: current concepts and future trends // Anesth Analg. – 2007. – Vol. 104. – P.265-269.
41. Marhofer P., Greher M., Kapral S. Ultrasound guidance in regional anesthesia // Br. J. Anaesth. – 2005. – Vol. 94. – P.7-17.
42. McGee D., Michael K. Preventing complications of central venous catheterization // Gould The New England Journal of Medicine: Research & Review Articles on Diseases & Clinical Practice. – 2003. – Vol. 12. – 20 p.
43. McNaught A., McHardy P., Imad T. Posterior interscalene block: an ultrasound-guided case series and overview of history, anatomy and techniques // Pain Res Manag. – 2010. – Vol. 15. №4. – P.219-223.
44. Narouze S.N. Atlas of Ultrasound-Guided Procedures in Interventional Pain Management. – 2011. – P.372.
45. Peer S., Kovacs P., Harpf C., et al. High resolution sonography of lower extremity peripheral nerves: anatomic correlation and spectrum of disease // J Ultrasound Med. – 2002. – Vol. 21. – P.315-322.

46. Perlas A., Chan V.W.S., Simons M. Brachial Plexus Examination and Localization Using Ultrasound and Electrical Stimulation – A Volunteer Study // *Anesthesiology*. – 2003. – Vol. 99. – P.429-435.
47. Pollard B.A. New model for learning ultrasound-guided needle to target localization // *Reg Anesth Pain Med*. – 2008. – Vol. 33. №4. – P.360-362.
48. Schafhalter-Zoppoth I., McCulloch C.E., Gray A.T. Ultrasound visibility of needles used for regional nerve block: an in vitro study // *Reg Anesth Pain Med*. – 2004. – Vol. 29. – P.480-488.
49. Silvestri E., Martinoli C., Derchi L.E., et al. Echotexture of peripheral nerves: correlation between ultrasound and histologic findings and criteria to differentiate tendons // *Radiology*. – 1995. – Vol. 197. – P.291-296.
50. Sites B.D., Brull R., Chan V.W., et al. Artifacts and pitfall errors associated with ultrasound-guided regional anesthesia. Part II: a pictorial approach to understanding and avoidance // *Reg Anesth Pain Med*. – 2007. – Vol. 32. №5. – P.419-433.
51. Sites B.F., Chan V.W., Neal J.M., et al. The American Society of Regional Anaesthesia Pain Medicine and the European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy Joint Committee recommendations for education and training in ultrasound-guided regional anaesthesia // *Regional Anaesthesia and Pain Medicine*. – 2009. – Vol. 34. №1. – P.40-46.
52. Steiner E., Nasel C. Sonography of peripheral nerves: basic principles // *Acta Anaesthesiol Scand*. – 1998. – Vol. 42. – P.46-48.
53. Sung D.H. Locating the target nerve and injectate spread in rabbit sciatic nerve block // *Reg Anesth Pain Med*. – 2004. – Vol. 29. – P.194-200.
54. Tsui B.C. Facilitating needle alignment in-plane to an ultrasound beam using a portable laser unit // *Reg Anesth Pain Med*. – 2007. – Vol. 32. №1. – P.84-88.
55. Tsui B., Dillane D., Pillay J., Walji A. Ultrasound imaging in cadavers: training in imaging for regional blockade at the trunk // *Can J Anaesth*. – 2008. – Vol. 55. №2. – P.105-111.
56. Urmei W., Grossi P. Use of sequential electrical nerve stimuli (SENS) for location of the sciatic nerve and lumbar plexus // *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. – 2006. – Vol. 31. – P.463-469.
57. Van Geffen G.J., Mulder J., Gielen M., et al. A needle guidance device compared to free hand technique in an ultrasound-guided interventional task using a phantom // *Anaesthesia*. – 2008. – Vol. 63. №9. – P.986-990.
58. Wang A.Z., Zhang W.X., Jiang W. A needle guide can facilitate visualization of needle passage in ultrasound-guided nerve blocks // *J Clin Anesth*. – 2009. – Vol. 21. №3. – P.230-232.
59. Xu D., Abbas S., Chan V.W. Ultrasound phantom for hands-on practice // *Reg Anesth Pain Med*. – 2005. – Vol. 30. №6. – P.593-594.
60. Yen C.L., Jeng C.M., Yang S.S. The benefits of comparing conventional sonography, real-time spatial compound sonography, tissue harmonic sonography, and tissue harmonic compound sonography of hepatic lesions // *Clin Imaging*. – 2008. – Vol. 32. №1. – P.11-15.

Информация об авторах: Заболотский Дмитрий Владиславович – к.м.н., доцент, с.н.с.; Малашенко Наталья Сергеевна – ассистент кафедры; Маньков Александр Викторович – к.м.н., доцент кафедры, 664049, Иркутск, м-н Юбилейный, 100., ИГМАПО, кафедра анестезиологии и реаниматологии, e-mail: man-aleksandr@yandex.ru.

© ГОРБАЧЁВ В.И., ЛИХОЛЕТОВА Н.В. – 2012
УДК 616.831-008.918

ИНВАЗИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ВНУТРИЧЕРЕПНОГО ДАВЛЕНИЯ

Владимир Ильич Горбачёв, Наталья Викторовна Лихолетова

(Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, ректор – д.м.н., проф. В.В. Шпрах, кафедра анестезиологии и реаниматологии, зав. – д.м.н., проф. В.И. Горбачёв)

Резюме. В статье представлен анализ различных методов контроля внутричерепного давления (ВЧД). Наружное вентрикулярное дренирование остаётся оптимальным видом мониторинга ВЧД. При использовании паренхиматозных датчиков есть риск неточного измерения и «дрейфа нуля» в связи с невозможностью их перекалибровки. Субарахноидальные, субдуральные и эпидуральные датчики наименее точны. Инфекционные и геморрагические осложнения редко клинически значимы и не должны влиять на принятие решения о проведении контроля давления. При рациональном подходе к использованию мониторинга ВЧД возможно существенное улучшение исхода заболевания у неврологических пациентов.

Ключевые слова: внутричерепное давление, мониторинг, осложнения.

INVASIVE MONITORING OF INTRACRANIAL PRESSURE

V.I. Gorbachev, N.V. Licholetova

(Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education)

Summary. The paper presents the analysis of various intracranial pressure (ICP) monitoring devices. The ventriculostomies continue to have a pivotal role in ICP control. Parenchymal catheters have the potential for significant measurement differences and drift due to the inability to recalibrate. Subarachnoid, subdural and epidural ICP devices are currently less accurate. The significant infections or hemorrhage associated with ICP devices are clinically rare and should not influence the decision to monitor ICP. With a rational approach to the different ICP monitoring devices, the significant improvement of outcome for critically ill neurological patients is possible.

Key words: intracranial pressure, monitoring, complications.

Несмотря на то, что технология продолженного мониторинга внутричерепного давления (ВЧД) вошла в практику сравнительно недавно, интерес к проблеме внутричерепной гипертензии (ВЧГ) не ослабевает уже более 200 лет [5,10,16]. Первый опыт измерения внутричерепного давления методом люмбальной пункции произошёл в 1897 г. Quincke [4]. Первое направленное нейрохирургическое вмешательство по результатам измерения ВЧД выполнил W. Sharpe в 1920 г. Первый непрерывный контроль ВЧД (мониторинг) осуществил в 1950

году Pierre Janny, но публикация данных проведённого исследования произошла только в 1972 году. Поэтому первое исследование, посвящённое мониторингу ВЧД, принадлежит Nils Lundberg. Именно он в 1960 году опубликовал свою работу “Continuous recording and control of ventricular fluid pressure in neurosurgical practice” [4]. Следующий этап в истории мониторинга ВЧД начался в 1973 году, когда впервые для контроля давления в полости черепа был использован субарахноидальный винт. Вслед за этим в практику были внедрены другие мето-