

# Ультразвуковая локация нервов и сплетений при выполнении регионарной анестезии

М. А. Дзядзько

Региональный госпиталь, г. Роанн, департамент Рона-Альпы, Франция

Ultrasound nerve and plexus locating during performance of regional anesthesia

M. A. Dziadzko MD, PhD,

Centre Hospitalier General, Roanne, Rhône-Alpes, France

Когда знаменитый американский хирург Уильям Стюарт Холстед (William Stewart Halsted, 1852–1922) начал в 1884 г. эксперименты по изучению обезболивающих свойств кокаина, вводя его растворы в обнаженные хирургическим доступом ветви плечевого сплетения, он даже не подозревал, что открывает тем самым целую эпоху проводниковой анестезии. Состояние и уровень хирургии того времени общеизвестны, однако условия выполнения этой первой регионарной анестезии являлись практически идеальными, поскольку при выполнении обезболивания врачу был обеспечен прямой зрительный контакт с блокируемыми нервными структурами, что позволяло вводить раствор местного анестетика непосредственно в нервы. Со временем кокаин был заменен другими, более эффективными и менее опасными препаратами, а интраневральное введение анестетика постепенно заменилось периневральным. В свою очередь, принесение в жертву зрительного контакта с целью избежать обнажения нервного пучка хирургическим путем потребовало разработки «слепых», менее травматичных методик поиска нервов, основанных на знании анатомических ориентиров.

Новый принцип поиска нервов посредством предварительного достижения парестезий соблазнил своей практичностью и быстротой, но его выполнение при глубоких блоках не всегда происходило успешно даже в руках опытных врачей. На помощь пришла топографическая анатомия, благодаря которой, появилась концепция футлярных блокад и диффузии пространств, например чрезартериальная методика аксиллярного блока и знаменитый блок «3-в-1». Это позволило на протяжении многих лет более или менее

успешно выполнять проводниковые анестезии, в соответствии с принципом наполеоновского маршала Мишеля Нея (Michel Ney, 1769–1815): «*Labondance de la mitraille compense l'imprécision du tir*» («Избыточность картечи компенсирует неточную стрельбу»).

Потом пришло время моды на методы блокад с использованием нейростимуляции, позволяющие снижать частоту пункций артерий и количество неврологических осложнений при традиционных методах поиска нервов. Значительное количество регионарных анестезий, выполненных во всем мире с помощью нейростимуляторов, позволило в полной мере оценить эффективность, надежность и воспроизводимость этих методик по сравнению с блокадами нервов с использованием парестезий. И в настоящее время поиск нервов с помощью нейростимулятора является золотым стандартом регионарных блокад и своеобразным залогом безопасности.

Однако, однажды отказавшись от простого введения раствора местного анестетика под контролем зрения, и достаточно долго поработав «вслепую», анестезиологи вновь «обрели зрение» благодаря методу ультразвуковой локации нервов (УЗЛ). Первая статья о прикладной роли УЗЛ в анестезиологии датируется 1978 г., когда анестезиологами впервые был применен ультразвуковой «Доплеровский эффект»<sup>\*</sup> для нахождения артерии и последующей идентификации нервных пучков в надключичной ямке. Сами нервные пучки не были видны ввиду несовершенства аппаратуры

\* Кристиан Допплер (Doppler, 1803–1853) – известный австрийский физик, астроном и математик, открывший эффект изменения регистрируемой частоты излучения при движении испускающего его объекта.

[16]. Дальнейшее совершенствование аппаратной части ультразвуковых датчиков позволило постепенно визуализировать нервные структуры все меньших и меньших размеров.

В 1994 г. Karjal S. и соавт. описали доступ к плечевому сплетению под контролем ультразвука [14]. 10 лет спустя появилась публикация Marhofer P. и соавт., в которой было описано использование ультразвука для выполнения локорегионарной анестезии у детей [18]. По состоянию на июнь 2009 г. в базе данных MedLine можно было обнаружить сведения о более чем 300 статьях, опубликованных в специальных журналах, включая результаты более 13 рандомизированных исследований, сравнивающих эффективность выполнения регионарной анестезии под контролем ультразвука и с помощью нейростимуляции [6, 7, 30, 33]. Эти факты говорят сами за себя – публиковать статьи об УЗЛ в регионарной анестезии стало очень модно. Более того, появилось немало «оригинальных» публикаций авторов, которые сами никогда не занимались регионарной анестезией с ультразвуковым сопровождением, а некоторые авторы, возможно, вообще не занимались никогда регионарной анестезией. Однако оставим этот феномен на их совести.

Чем же можно объяснить возрастающую популярность УЗЛ? В первую очередь, она обусловлена неудовлетворенностью анестезиологов определенным процентом неудач при выполнении блокад (в то время как внутривенная инъекция пропофола, например, эффективна в 100 % случаев). Другими основными факторами роста популярности УЗЛ принято считать возможность получения зрительного контроля при поиске нервов; постоянно расширяющуюся доступность необходимой для проведения УЗЛ аппаратуры; осознание врачами роли регионарной анестезии и анальгезии в скорейшей послеоперационной реабилитации пациентов [35].

В наше время достаточно трудно найти врачей, которые ни разу не видели ультразвуковое изображение той или иной структуры человеческого организма. При этом семиотика ультразвука применительно к регионарной анестезии не так уж и сложна [37] (табл. 1).

Ультразвуковое изображение нерва определяется его структурой (нервные волокна, сгруппированные в пучки и окруженные соединительной тканью, периневрием). Такое пучковое строение при поперечном ультразвуковом срезе дает изображение фолликулярного типа, похожее на соты: каждый гипоэхогенный островок

соответствует нервному волокну различного размера (рис. 1). Периневрий представляет собой гиперэхогенную оболочку, и окружен соответственно эпиневрием.



Рис. 1. Эхоизображение срединного нерва (поперечный срез) на уровне нижней трети предплечья

При продольном ультразвуковом срезе нерв представляет собой своеобразный тяж неоднородной поперечной структуры в виде чередующихся гипер-гипо-гиперэхогенных полос (рис. 2).



Рис. 2. Эхоизображение срединного нерва (продольный срез) на уровне нижней трети предплечья

В зависимости от характеристик ультразвукового датчика, нерв может выглядеть по-разному, но изображение его всегда остается гипоэхогенным, что особенно заметно при применении высокочастотных датчиков (12–18 МГц), и наиболее выражено у тучных больных. Часто в руководствах по эхографии встречается упоминание, что нервы по своей эхоструктуре отличаются от сухожилий и мышц отсутствием анизотропии изображения (т. е. изображение будет всегда одинаково при любой ориентации датчика). Это неверно. Нервные пучки, т. е. аксональная ткань, действительно не обладают анизотропией, однако

Таблица 1. Семиотика эхоизображений различных тканей

| Структура         | Эхоизображение  | Допплер-эффект           |
|-------------------|---|--------------------------|
| Нервы             | Гипоэхогенны, гомогенны на уровне корешков, гетерогенны на уровне стволов |                          |
| Мышцы             | Гипоэхогенны, гетерогенны   |                          |
| Сухожилия         | Гиперэхогенны, более менее гомогенны                                      | Нет                      |
| Фасции            | Гиперэхогенны, гомогенны  |                          |
| Жир               | Гипоэхогенен, гетерогенен   |                          |
| Кости             | Весьма гиперэхогенны, дают «тень»   |                          |
| Артерии           | Анэхогенны, пульсирующие, особенно при компрессии                         | Да, цветовое кодирование |
| Вены              | Анэхогенны, не пульсируют, исчезают при сдавливании                       |                          |
| Игла              | Гиперэхогенна, гомогенна  |                          |
| Местный анестетик | Анэхогенен, признак «doughnut»*   | Нет                      |
| Катетер           | В большинстве гиперэхогенен, гомогенен                                    |                          |

\* местный анестетик, введенный рядом с нервом, является жидкостью, которая анэхогенна. Это скопление жидкости дает изображение «ультразвуковой пустоты», которая кольцом, полностью или не совсем полностью, окружает нерв. Это изображение было названо юмористом-анестезиологом «признаком пончика» («doughnut sign», англ., или «signe du beignet», фр.).

все окружающие их структуры внутри нерва, периневрий и эпиневрй анизотропны. Поэтому появления четкого изображения в виде «сот» будет зависеть от положения датчика. Этот феномен функционального артефакта и позволяет получить великолепное изображение нерва в целом. В составе костно-фиброзных структур изображение нервов теряет свою схожесть с сотами, становясь более гомогенным, гипоэхогенным и поперечно-плоским. Визуализация отдельно взятого нерва на его протяжении позволяет выбрать его оптимальное изображение и место пункции для выполнения блокады.

В ноябре 2006 г. автор данной статьи, только приступивший к прохождению годичного курса с целью получения Высшего Диплома по регионарной анестезии и аналгезии, был преисполнен скепсиса в отношении техники выполнения проводниковой анестезии и аналгезии под контролем ультразвука. Однако впечатляющие результаты, скорость выполнения блоков (7 аксиллярных блоков под УЗЛ за 3 четверти ч в первый же день стажировки), ощущение полного контроля при выполнении той или иной методики заставили этот скепсис полностью улечься.

Периневральная установка катетеров, блоки тех нервов, которые ранее было невозможно блокировать с помощью нейростимулятора, а только лишь вслепую, причем с переменным успехом (например, подкожный нерв бедра), вдруг стали довольно доступными. Дополнительным приятным бонусом при всех этих удовольствиях стали быстрые и неизменно успешные пункции

центральных и периферических вен у больных с отеками и ожирением. «Новый» метод, его достоинства, отсутствие видимых недостатков и быстрота освоения нашли своего нового энтузиаста и приверженца.

Более всего в возможностях данного метода подкупает следующее. Как известно, метод парестезии заключается в поиске нерва прямым контактом поисковой иглы, что вызывает у пациента чувство «электрического разряда» в соответствующей области иннервации. Однако под контролем ультразвука мы часто прекрасно видим, что даже касаясь или двигая нерв иглой, мы не вызываем у пациента никаких, совершенно никаких ощущений. Оказалось, что пункция периневрия иглой и ее вхождение в нервный пучок дает парестезию всего лишь в 30 % случаев, и только непосредственный контакт иглы с нервным волокном вызывает парестезию в 100 % случаев. Заметим, что при этом пациент обязательно должен быть в сознании и достаточно кооперативным с анестезиологом, чтобы объяснить ему – «где стрельнуло». Так куда же мы вводили местный анестетик при использовании предшествующих методик: параневрально, периневрально или интраневрально? Сразу же хочется процитировать старый тезис «No paresthesia – no anesthesia», и его анти-тезис «No paresthesia – no neuropathia».

УЗЛ позволяет нам убедиться, что и при выполнении блокад методом нейростимуляции со строгим соблюдением порога в 0,5 мА, рекомендуемом как «минимальный безопасный порог нейростимуляции», в половине случаев игла

находится в непосредственном контакте с нервным пучком, а зачастую уже и внутри него. То есть при введении раствора анестетика он распространяется внутри нервного волокна, иногда разрывая его миелиновую оболочку, при этом в доброй четверти случаев не вызывая абсолютно никакой симптоматики, что убедительно продемонстрировал в 2006 г. Bigeleisen P. E. при аксиллярной блокаде срединного нерва у пациентов с риском анестезии, соответствующим I классу ASA [4]! Автор привел данные анализа видеoarхива 50 аксиллярных блоков, где в 26 случаях имело место явное интраневральное введение раствора местного анестетика, без каких-либо последствий. Как нам кажется – объем вводимого раствора в наличии данного феномена играет все-таки не последнюю роль.

Следовательно, даже строжайшее соблюдение известных принципов безопасности при выполнении регионарной анестезии с помощью нейростимулятора, таких как использование минимального порога стимуляции в 0,5 мА при длительности стимуляции 0,1 мс; применение иглы с тупым концом; отсутствие парестезии, болей при инъекции местного анестетика, сопротивления при инъекции, которые в идеале должны обеспечить отсутствие возможных неврологических осложнений, отныне уже не могут служить нам гарантией безопасности пациента, и не смогут обеспечить нам былого чувства уверенности. Так, например, хочется напомнить, что ощущение пациентом парестезии и наличие эффекта нейростимуляции при пороге в 0,5 мА указывают лишь только на близость кончика иглы к нервным структурам, но совершенно не оберегают нас от потенциальной возможности заполучить тотальную спинномозговую анестезию при выполнении межлестничного блока [3]. То же самое хочется сказать и про постоянно

существующую опасность как непреднамеренного внутривенного, так и интраневрального введения раствора местного анестетика [25], которые иногда имеют весьма трагические последствия.

Тем не менее, нельзя совершенно игнорировать данные других авторов. Например, на конгрессе Американского общества регионарной анестезии (ASRA) в 2008 г. была представлена экспериментальная работа, результаты которой продемонстрировали отсутствие каких-либо гистологических повреждений при 24 случаях интраневрального введения жидкости с красителем [1]. По данным другой работы [24] у 37 пациентов из 42, которым выполнялся блок седалищного нерва в подколенной ямке с применением электростимулятора, инъекция анестетика была осуществлена интраневрально, однако ни один пациент не почувствовал «острой боли» при введении раствора, и ни одного из них не было выявлено неврологических осложнений. В своих последних обзорах этого года Fredrickson M. J. и Kilfoyle D. H. сообщили о «равном количестве послеоперационных неврологических осложнений после выполнения УЗ-сопровожаемой локорегионарной анестезии в сравнении с традиционными методами поиска нервов», однако авторы вели речь только о преходящих нарушениях чувствительности, и о преходящих болях. При этом ими не было выявлено ни одного фатального осложнения [6, 7].

В начале 2007 г., когда мысль о возможности написать данную статью именно в таком ключе еще только начала созревать в голове автора, ему представилась возможность поучаствовать в дискуссии с известными адептами регионарной анестезии во Франции O. Choquet, X. Capdevilla и Ph. Biboulet. В ходе этой полемики прозвучал один очень интересный тезис: «Страх нагоняют авторы, которые не в полной мере освоив поиск

Таблица 2. Блоки, наиболее часто реализуемые с помощью УЗА

| Верхняя конечность              | Нижняя конечность  | Другие области блокады      |
|---------------------------------|--|-----------------------------|
| Межлестничный                   | Поясничного сплетения  | Подвздошно-паховый блок     |
| Глубокий блок шейного сплетения | Бедренного нерва   | Подвздошно-подчревный       |
| Надлопаточный                   | Запирательного нерва   | ТАР*                        |
| Надключичный                    | Седалищного (ягодичный, передний доступы и в подколенной ямке) | Нейроаксиальные блокады     |
| Подключичный                    | Кожного нерва бедра  | Паравертебральная анестезия |
| Подмышечный                     | Общего малоберцового нерва                                     | Симпатическая блокада       |
| В плечевом канале               | Большеберцового нерва  | Инфильтрации триггерных зон |
| Нервы предплечья                | Нервов лодыжки   |                             |

\* блок поперечной плоскости живота (Transversus Abdominal Plane)

нервов с нейростимулятором, перешли к применению ультразвука». И так, что же нам дает ультразвук сегодня? В одном из обзоров 2005 г. [17] были обозначены следующие преимущества УЗЛ в регионарной анестезии:

- наблюдение анатомической структуры нерва может заменить традиционные методы его обнаружения – парестезию и нейростимуляцию;
- визуализация структур, окружающих нерв (сосуды, мышцы, кости, фасции и сухожилия), помогает оценить индивидуальные анатомические вариации;
- наблюдение врачом за продвижением иглы снижает количество попыток пункции и сокращает время поиска нерва, предупреждает такие осложнения, как внутрисосудистое и внутринеуральное введение местного анестетика, пневмоторакс;
- наблюдение за распространением местного анестетика вокруг нерва дает возможность немедленной коррекции в случае неполной блокады, что способствует оптимизации вводимой дозы анестетика и увеличению длительности блокады;
- отсутствие у пациентов неприятных и болезненных мышечных сокращений (по сравнению с электростимуляцией).

Интересно то, что пациенты, наблюдая на экране аппарата УЗИ за ходом выполнения анестезии, более «сговорчивы» и лучше переносят процедуру в целом. Нейромышечная дистония, нейропатии, контрактуры, конечности, мальформации больше не являются помехой для проведения успешной блокады нервов [32, 36]. Проблема пациентов с медикаментозными или патологическими изменениями гемостаза теоретически становится менее значимой для анестезиологов, хотя и остается весьма актуальной для коллег-хирургов.

Grau T. и соавт. продемонстрировали потенциальную ценность ультразвуковой визуализации для обучения и изучения акушерской регионарной анестезии. Частота успешных результатов в группе, где применялась УЗЛ, стартовала на уровне 86% (первые 10 попыток) и выросла до 94% (следующие 50 попыток). Без использования ультразвука этот показатель начинался на уровне 60% и заканчивался на 84% [8]. Сходные данные относительно эффективности обучения различным блокадам конечностей демонстрируют и многие другие авторы [20, 30].

Успешная блокада нерва – это не только точное позиционирование иглы, но и достаточное для осуществления блокады распространение местного анестетика вокруг нерва. Изображение, получаемое в реальном времени, позволяет врачу добиться идеального распространения местного анестетика вокруг нерва с помощью изменения положения иглы в случае плохого распространения. Это является отличительной особенностью УЗЛ по сравнению с техникой нейростимуляции или парестезии. Каковы же возможности УЗЛ при выполнении различных проводниковых блокад?

### Анестезия верхней конечности

Нервные пучки плечевого сплетения визуализируются от их начала в межпозвоночных отверстиях, межлестничном пространстве. Само сплетение становится видимым при его огибании подключичной артерии и далее вплоть до предплечья. Нервные волокна шейного сплетения не всегда поддаются визуализации, однако при УЗЛ великолепно видны их анатомические контейнеры.

### Межлестничный блок

УЗЛ позволяет определить мышечные, сосудистые и нервные структуры. Изменяя направление ультразвукового пучка, можно определить содержание межлестничного пространства между передней и средней лестничной мышцами. Нервные структуры представляются в виде гипоехогенных округлых пятен (рис. 3). Визуализируется распространение местного анестетика, поэтому риск его диффузии в область эпидурального пространства снижен.



Рис. 3. Изображение пучков, формирующих плечевое сплетение. Поперечный срез, уровень C<sub>6</sub>

Точечные инъекции вокруг нервных стволов и использование малых объемов местных анестетиков предупреждают риск блокады диафрагмального нерва, что является известной проблемой у больных с нарушениями дыхательной функции.

### **Надключичный блок**

Визуализируются сосуды и плевра. Зона разделения стволов на пучки вариабельна, так же как и их анатомические соотношения с сосудами. УЗЛ позволяет избежать пункции сосуда, пневмоторакса и снизить объем вводимого анестетика.

### **Подключичный блок**

Снижается риск пункции головной вены, которая может иметь место в 30 % случаев блокад при методиках с нейростимуляцией. Визуализируются плевра, первое ребро. Имеется возможность измерить дистанцию «кожа–нерв».

### **Подмышечный блок**

Визуализируются подмышечная артерия и вена. Имеется возможность селективной блокады каждого пучка.

### **Блокады на уровне предплечья и запястья**

Возможность изолированной блокады каждого из нервов.

## **Анестезия нижней конечности**

### **Бедренный нерв**

Четкая визуализация бедренного нерва и его расположения относительно бедренной артерии. Четко визуализируется распространение местного анестетика вокруг нерва, что позволяет сокращать время развития блока и использовать меньшие объемы вводимого анестетика.

### **Седалищный нерв**

Возможна визуализация нерва от надъягодичной области вплоть до его разделения на пучки в области лодыжки. В подколенной области возможна селективная блокада большеберцового и общего малоберцового нервов.

### **Запирательный нерв**

Возможна блокада передним доступом без мобилизации конечности. Нерв визуализируется не всегда, поэтому инъекция анестетика производится в анатомический контейнер между длинным и коротким аддукторами.

### **Перимедуллярные блоки**

Теоретически эхоскопия может позволить визуализацию продвижения иглы вплоть до эпидурального пространства, однако наличие гиперэхогенных костных структур позвоночного столба, дающих тени, затрудняет точную идентификацию надостистой и межостистых связок. Тем не менее, информация о месте вкола, необходимом угле продвижения иглы и дистанции до эпидурального пространства помогает облегчить пункцию у «трудных» пациентов, для которых выполнение общей анестезии является проблематичным и небезопасным.

Для проведения УЗЛ с этой целью можно использовать два положения датчика. При поперечном (сагиттальном) доступе будут хорошо визуализироваться межпозвоночное пространство, задние сочленения позвонков и спинномозговой канал. Глубина доступа будет ограничена телами позвонков. Эхография в данном случае позволяет получить представление о пространственной геометрии позвонков с визуализацией остистых отростков выше- и нижележащих позвонков, а также желтой связки. Это позволяет определить оптимальное место пункции и последующую траекторию иглы. Подобная предварительная визуализация может быть интересна в акушерской анестезиологии при наличии различных трудностей при осуществлении эпидуральной и люмбальной пункций. При парасрединном положении датчика определяются паравертебральные структуры и твердая мозговая оболочка (ТМО), такая визуализация дополняет сагиттальный доступ.

Имеются публикации о выявлении с помощью эхографии дефектов в ТМО после ее преднамеренной пункции [9]. Немецкие коллеги из Гейдельберга наблюдали 4 случая дефектов ТМО. У 3 пациенток были обнаружены расширение эпидурального пространства, снижение объема ликвора и положительный доплер-эффект с последующей локализацией самой брешки в ТМО размером в 1–1,5 мм. Всем этим пациенткам выполнялось эпидуральное пломбирование аутокровью с наблюдением за распределением

вводимого объема крови в режиме реального времени.

В педиатрической практике перимедуллярная УЗЛ дает более интересные результаты в силу меньшей плотности костных структур у детей. Видны практически все анатомические образования вокруг позвоночного столба, а также желтая связка, ТМО, эпидуральное пространство, спинной мозг, конский хвост и терминальная нить. Расстояние между этими структурами поддается точному измерению. При выполнении каудальной анестезии возможно наблюдение за распространением местного анестетика.

### Подвздошно-паховый и подвздошно-подчревный блоки

Визуализация нервов, сосудов, и – самое главное – мышечных слоев брюшной стенки позволяет выполнить быструю и точную инъекцию местного анестетика с целью обезболивания брюшной стенки. Подвздошно-паховый нерв может быть виден за передней подвздошной остью между внутренней и наружной косыми мышцами.

*ТАР-блок (transversus abdominal plane – блок поперечной плоскости живота)* объединяет различные варианты блоков передней стенки брюшной полости и может являться альтернативой эпидуральной анестезии при наличии противопоказаний к последней. Конечно же, эта блокада не обеспечивает симпатолитических эффектов грудной эпидуральной анестезии, но в случаях малотравматичной хирургии или же при невозможности комбинации эпидуральной анестезии с общей, может предложить элегантный выход при сложностях послеоперационной аналгезии.

Как известно, брюшная стенка получает чувствительную иннервацию от волокон спинномозговых нервов начиная с VI грудного нерва и заканчивая I поясничным. Чувствительные и двигательные волокна проходят в составе нервов между внутренней кривой и поперечной брюшными мышцами. В области проекции средней подключичной линии нервы идут в составе ветвей, давая кожные ветви боковых поверхностей туловища, затем рассыпаясь на кожные терминалы в области проекции прямой мышцы живота.

Ультразвуковое исследование позволяет сделать инъекцию местного анестетика или же разместить катетер между внутренней кривой и поперечной мышцами, что обеспечит аналгезию ипсилатеральной части передней брюшной стенки.

### Анестезия чувствительных нервов и фасциальные блоки

УЗЛ может быть полезна при нахождении и блокаде исключительно чувствительных нервов – например кожного нерва бедра, который расположен кнутри за кожной веной на уровне большеберцовой бугристости.

Инъекция местного анестетика в пространство подвздошной фасции (фасциальный блок) позволяет получить аналгезию при переломах бедренной кости и после вмешательств по эндопротезированию тазобедренного сустава. Классическая техника выполнения этого блока с двумя «провалами» (широкая фасция – подвздошная фасция) может давать до 30% неудач, особенно у тучных больных. При введении анестетика под контролем с помощью УЗЛ эффективность этого блока приближается к максимальной.

Представляется весьма перспективным и интересным применение ультразвука при выполнении лечебно-диагностических блокад в клинике острой и хронической боли. Например, нам удалось таким образом обнаружить посттравматическую неврому седалищного нерва, провоцировавшую фантомные боли в ампутированной конечности у пациентки, страдающей от болевого синдрома на протяжении нескольких лет. Был визуализирован седалищный нерв в подколенной ямке, выполнена его анестезия, что привело к исчезновению фантомных болей на время действия местного анестетика. Этот аналгетический эффект подтвердил нашу гипотезу о периферической природе фантомной боли, что позволило направить пациентку для хирургического удаления невромы культи седалищного нерва.

Появление нового способа выполнения регионарной анестезии ставит перед нами новые вопросы:

- остаются ли пути доступа к нервам прежними, и влияют ли «новые» пути доступа на количество осложнений?
- стоит ли продолжать использовать нейростимуляцию в комбинации с эхографией, или же стоит от нее отказаться?
- как обеспечить требования асептики при выполнении блока с помощью УЗЛ?
- как обучать врачей новой методике блокад?
- насколько изначально высокая стоимость аппаратуры будет обеспечивать, и будет ли обеспечивать качественно и количественно новый уровень эффективности и безопасности?

Американское общество регионарной анестезии в сотрудничестве с европейскими коллегами выработало рекомендации по обучению практической реализации регионарной анестезии под УЗИ-контролем. Интересна история создания этих рекомендаций. Ни для кого не является секретом, что ультразвуковое исследование применялось и применяется не только специально обученными радиологами или врачами ультразвуковой диагностики. Однако с законодательной точки зрения «методы эхоскопии и эхографии применяются специально обученными врачами (АМА, 1999)», «в экстренной медицине ультразвуковое исследование выполняется соответственно обученным специалистом» (АСЕМ, 2001), «периперационная чреспищеводная эхокардиография выполняется обученным анестезиологом» (SCA, ASE). Подобные же требования для выполнения пункций центральных вен под УЗИ-контролем были представлены Английским королевским медицинским колледжем в 2002 г.

Рекомендации по применению любого лечебного метода преследуют цель стандартизировать процедуру этого метода и обеспечить безопасность больного и врача. Обязательными условиями эффективности и безопасности любого лечебного метода являются воспроизводимость его результатов, четко разработанная методика процедуры, владение врачами базовыми знаниями метода. Каким образом можно стандартизировать выполнение регионарных блокад под УЗЛ? Как избежать осложнений? Что, например, следует делать при случайном обнаружении опухоли или атеромы в сонной артерии?

В вышеупомянутых рекомендациях было обозначено 10 основных пунктов, о которых следует помнить и которые обязательно следует соблюдать во время эхосопровождаемой регионарной анестезии:

1. Определение ключевых анатомических ориентиров, включая сосуды, мышцы, фасции и кости.

### Литература

1. *Altermatt F. R. et al.* Poster // ASRA. 2008, A6.
2. *Arcand G., Williams S. R., Chouinard P. et al.* Ultrasound-guided infraclavicular versus supraclavicular block // *Anesth. Analg.* 2005; 101: 886–890.
3. *Venutoff J. L.* Permanent loss of cervical spinal cord function after interscalene block performed under general anesthesia // *Anesthesiology.* 2000; 93: 1541–1544.

2. Выявление нервов или сплетений в поперечном срезе ультразвукового пучка.
3. Подтверждение «нормальности» топографической анатомии у пациента и выявление его анатомических особенностей.
4. Планирование траектории иглы с минимальным повреждением тканей.
5. Соблюдение правил асептики с распространением их требований и на применяемый ультразвуковой датчик.
6. Визуальное отслеживание и сопровождение иглы вплоть до искомой цели.
7. Желательность применения вторичной методики, подтверждающей достижение искомой цели, например нейростимуляции.
8. Введение местного анестетика начинать с введения начального тестового объема (1–2 мл). Если вводимый раствор анестетика не виден, следует подозревать в первую очередь внутрисосудистое введение либо выход кончика иглы из пучка ультразвука.
9. Исправлять положение и направление иглы под контролем ультразвука.
10. Соблюдать традиционные меры безопасности: медленное фракционное введение анестетика, с использованием теста отсутствия сопротивления и отрицательный теста аспирации; обеспечение стандартного мониторинга и наличия оборудования для проведения сердечно-легочной реанимации; контакт с пациентом; оценка клиники блока.

Пункты с 1 по 4 требуют определенных знаний, владения навыками манипуляций с аппаратом УЗИ, умения оптимизировать и интерпретировать изображение, отслеживать продвижение иглы в ткани под контролем ультразвука. Как мы видим, помимо навыков, специфических для анестезиолога, ему необходимо овладеть еще и дополнительной информацией, не всегда легкой для восприятия, не говоря уже о необходимости хороших знаний топографической анатомии.

4. *Bigeleisen P. E.* Nerve Puncture and Apparent Intraneural Injection during Ultrasound-guided Axillary Block Does Not Invariably Result in Neurologic Injury // *Anesthesiology.* 2006; 105: 779–783.
5. *Borgeat A.* Regional anesthesia, intraneural injection, and nerve injury: beyond the epineurium // *Anesthesiology.* 2006; 105: 647–648.



6. *Fredrickson M.* A Prospective Randomized Comparison of Ultrasound and Neurostimulation as Needle End Points for Interscalene Catheter Placement // *Anesth. Analg.* 2009; 108: 1695–1700.
7. *Fredrickson M. J., Kilfoyle D. H.* Neurological complication analysis of 1000 ultrasound guided peripheral nerve blocks for elective orthopaedic surgery: a prospective study // *Anaesthesia.* 2009; 64 (8): 836–844.
8. *Grau T., Bartussek E., Conradi R., Martin E., Motsch J.* Ultrasound imaging improves learning curves in obstetric epidural anesthesia: a preliminary study // *Can. J. Anesth.* 2003; 50: 1047–1050.
9. *Grau T., Leipold R. W., Conradi R., Martin E., Motsch J.* [The visualisation of dura perforation and blood patches with ultrasound] *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2002 Mar; 37 (3): 149–153.
10. *Grau T.* Ultrasonography in the current practice of regional anaesthesia // *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2005; 19: 175–200.
11. *Gray A. T.* Ultrasound-guided regional anesthesia: current state of the art // *Anesthesiology.* 2006; 104: 368–373, discussion 5A.
12. *Hadzic A., Dilberovic F., Shah S., Kulenovic A., Kapur E., Zaciragic A., Cosovic E., Vuckovic I., Divanovic K. A., Mornjakovic Z., Thys D. M., Santos A. C.* Combination of intraneural injection and high injection pressure leads to fascicular injury and neurologic deficits in dogs // *Reg. Anesth. Pain. Med.* 2004; 29: 417–423.
13. *Hebl J.* Ultrasound-guided Regional Anesthesia and the Prevention of Neurologic Injury: Fact or Fiction? // *Anesthesiology.* 108 (2): 325–328, 2008 Feb.
14. *Kapral S., Krafft P., Eibenberger K., Fitzgerald R., Gosch M.* Ultrasound -guided supraclavicular approach for regional anesthesia of the brachial plexus // *Anesth. Analg.* 1994; 78: 507–513.
15. *Koff M. D., Cohen J. A., McIntyre J. J., Carr C. F., Sites B. D.* Severe brachial plexopathy after an ultrasound-guided single-injection nerve block for total shoulder arthroplasty in a patient with multiple sclerosis.[see comment].
16. *La Grange P., Foster P., Pretorius L.* Application of the doppler ultrasound blood flow detector in supraclavicular brachial plexus block // *Br. J. Anaesth.* 1978; 50: 965–967.
17. *Marhofer P., Greher M., Kapral S.* Ultrasound guidance in regional anaesthesia // *Br. J. Anaesth.* 2005; 94: 7–17.
18. *Marhofer P., Sitzwohl C., Greher M., Kapral S.* Ultrasound guidance for infraclavicular brachial plexus anaesthesia in children // *Anaesthesia.* 2004; 59: 642–646.
19. *Minville V., Zetlaoui P. J., Fessenmeyer C., Benhamou D.* Ultrasound Guidance for Difficult Lateral Popliteal Catheter Insertion in a Patient With Peripheral Vascular Disease // *Reg. Anesth. Pain. Med.* 2004; 29: 368–370.
20. *Orebaugh S. L., Bigeleisen P. E., Kentor M. L.* Impact of a regional anesthesia rotation on ultrasonographic identification of anatomic structures by anesthesiology residents // *Acta. Anaesthesiol. Scand.* 2009 Mar; 53 (3): 364–368. Epub 2009 Jan 23.
21. *Perlas A., Chan V. W., Simons M.* Brachial plexus examination and localization using ultrasound and electrical stimulation. A volunteer study // *Anesthesiology.* 2003; 99: 429–435.
22. *Rathmell J. P.* Imaging in Regional Anesthesia and Pain Medicine: We Have Much to Learn // *Reg. Anesth. Pain. Med.* Vol 27, № 3 (May–June), 2002: pp 240–241.
23. *Retzl G., Kapral S., Greher M., Mauritz W.* Ultrasonographic findings of the axillary part of the brachial plexus // *Anesth. Analg.* 2001; 92: 1271–1275.
24. *Sala Blanch X. et al.* (Intraneural injection during nerve stimulator-guided sciatic nerve block at the popliteal fossa // *Br. J. Anaesth.* 2009 Jun; 102 (6): 855–861.
25. *Sala Blanch X., Pome's J., Matute P. et al.* Intraneural injection during anterior approach for sciatic nerve block // *Anesthesiology.* 2004; 101: 1027–1030.
26. *Sandhu N., Capan L.* Ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block // *Br. J. Anaesth.* 2002; 89: 254–259.
27. *Sandhu N. S., Bahniwal C. S., Capan L. M.* Feasibility of an infraclavicular block with a reduced volume of lidocaine with sonographic guidance // *J. Ultrasound. Med.* 2006; 25: 51–56.
28. *Schwemmer U., Schleppers A., Markus C., Kredel M., Kirschner S., Roewer N.* [Operative management in axillary brachial plexus blocks : Comparison of ultrasound and nerve stimulation.] // *Anaesthesist.* 2006; 55: 451–456.
29. *Sites B. D., Beach M. L., Spence B. C., Wiley C. W., Shiffrin J., Hartman G. S., Gallagher J. D.* Ultrasound guidance improves the success rate of a perivascular axillary plexus block // *Acta. Anaesthesiol. Scand.* 2006; 50: 678–684.
30. *Sites B. D., Spence B. C., Gallagher J. D. et al.* Characterizing novice behavior associated with learning ultrasound-guided peripheral regional anesthesia // *Reg. Anesth. Pain. Med.* 2007 Mar-Apr; 32 (2): 107–115.
31. *Sites B. D., Gallagher J., Sparks M.* Ultrasound-guided popliteal block demonstrates an atypical motor response to nerve stimulator in 2 patients with diabetes mellitus // *Reg. Anesth. Pain. Med.* 2003; 28: 479–482.
32. *Tanoubi I., Cuvillon P., Nouvellon E. et al.* [Case report: bilateral femoral and sciatic regional anesthesia in a polytraumatized patient] // *Can. J. Anaesth.* 2008 Jun; 55 (6): 371–375. French.
33. Ultrasound guidance compared with electrical neurostimulation for peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BJA: British Journal of Anaesthesia.* 2009; aop: 10.1093/bja/aen384.
34. Ultrasound Guidance for Nerve Blocks: Principles and Practical Implementation by Peter Marhofer.
35. Ultrasound guided regional nerve bloc. NHS, jan 2009. ISBN 1-84629-889-X.
36. *Viel E., Pellas F., Ripart J. et al.* [Peripheral nerve blocks and spasticity. Why and how should we use regional blocks?] *Presse Med.* 2008 Dec; 37 (12): 1793–1801. Epub 2008 Sep 4. Review. French.
37. *Еськин Н. А., Матвеева Н. Ю., Приписнова С. Г.* Ультразвуковое исследование периферической нервной системы. *SonoAce-Ultrasound»* № 18, 2008 г. <http://www.medison.ru/si/art288.htm>