ULTRASOUND GUIDANCE

for Vascular Access and Regional Anesthesia

Brian A. Pollard BSc, MD, MEd, FRCPC
www.usrabook.com

Illustrations by Diana Kryski, MScBMC
www.kryski.com

Book Design and Layout by John Beadle
www.john-beadle.com

Б.А. Поллард

АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МАНИПУЛЯЦИИ

под контролем УЗИ

Перевод с английского П.А. Волкова
Под редакцией В.А. Гурьянова

Москва
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»
2015

УДК 616-089.5-073.7 03-УПС-1397
ББК 53.76с5
П51

Редактор:
Гурьянов Владимир Алексеевич — д-р мед. наук, проф. кафедры анестезиологии и реаниматологии ФППОВ ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова» Минздрава России

П51 **Поллард, Б. А.**
Анестезиологические манипуляции под контролем УЗИ / Б. А. Поллард ; пер. с англ. П. А. Волкова ; под ред. В. А. Гурьянова. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. — 96 с. : ил.

ISBN 978-5-9704-3210-5

В книге изложены физические основы ультразвука, техника проведения сканирования, принципы управления ультразвуковым изображением, а также описаны методики ультразвукового сопровождения наиболее часто выполняемых анестезиологических процедур.

В настоящее время ультразвук все больше и больше входит в повседневную практику анестезиологов-реаниматологов. Ультразвуковой контроль при выполнении инвазивных манипуляций становится неотъемлемым компонентом стандарта безопасности для пациента и незаменимым помощником врача. Использование современных ультразвуковых аппаратов для контроля выполнения анестезиологических манипуляций не предполагает глубокого знания технических особенностей применяемого инновационного оборудования. Однако как и при использовании любого другого современного оборудования, анестезиолог-реаниматолог должен знать основные принципы работы ультразвукового аппарата.

Руководство предназначено врачам анестезиологам-реаниматологам.

УДК 616-089.5-073.7
ББК 53.76с5

Особую признательность авторы русского перевода пособия хотели бы выразить администрации КЛИНИКИ+31 и лично главному врачу Б.Т. Чурадзе за создание условий для творческого и профессионального роста, а также особой атмосферы, способствующей развитию анестезиологической специальности.

«Ultrasound Guidance for Vascular Access and Regional Anesthesia»
by **Brian A. Pollard**, BSc, MD, MEd, FRCPC, is published by arrangement with **Brian A. Pollard,** BSc, MD, MEd, FRCPC.

Copyright ©2012 Brian A. Pollard, BSc, MD, MEd, FRCPC.
All Rights Reserved.

Данное издание опубликовано по согласованию
с проф. Брайном А. Поллардом: **«Ultrasound Guidance for Vascular Access and Regional Anesthesia»** by **Brian A. Pollard**, BSc, MD, MEd, FRCPC.

Copyright ©2012 Brian A. Pollard, BSc, MD, MEd, FRCPC.
Все права защищены.

© 2012 Brian A. Pollard, BSc,MD, MEd, FRCPC
© ООО Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», перевод на русский язык, 2015

ISBN 978-5-9704-3210-5

РАЗДЕЛ 1. ЗНАКОМСТВО С УЛЬТРАЗВУКОМ

Несмотря на то что ультразвук совсем недавно начал внедряться в анестезиологическую практику, его применение в лечебном процессе и научных исследованиях завоевывает все большую популярность. Использование ультразвуковых методик при катетеризации центральных вен и во время проводниковых блокад является отдельной составляющей обучения анестезиологов и, одновременно, стимулом технического совершенствования ведущих производителей. Основной целью внедрения ультразвука в анестезиологическую практику традиционно было повышение безопасности пациента и эффективности инвазивных манипуляций. И хотя все анестезиологи осведомлены о проблемах, связанных с катетеризацией центральных вен и проводниковой анестезией (осложнения и неудачи), далеко не всегда возникает желание или есть возможность разобраться и отработать навыки в принципиально иной области медицины.

При этом поверхностное овладение методом согласно английской поговорке «раз увидел, раз сделал, раз научил» в данном случае недопустимо. Обучение ультразвуковой ассистенции должно включать подробное и последовательное рассмотрение физических основ ультразвука с последующей отработкой навыков перед началом использования в клинических условиях. Именно понимание сути методики совместно с представлением клинической ситуации, нежели простое исполнение набора инструкций и автоматическое выполнение механических действий, дает возможность полностью раскрыть преимущества ультразвуковой ассистенции.

Подобно любому начинанию, приобретение навыков ультразвукового сканирования сопряжено с определенными трудностями как для молодого, так и для опытного анестезиолога. Несомненные преимущества и уникальные перспективы представляет ультразвуковая ассистенция, не ограничивающиеся визуализацией анатомических особенностей, наблюдением за продвижением иглы в тканях и распространением вводимого

раствора. Одновременно с развитием медицины растут и ожидания пациентов, требования хирургов и руководства лечебных учреждений. Чтобы максимально обезопасить проведение инвазивных процедур, полностью оправдать доверие пациентов, анестезиологу, познающему ультразвук, потребуется пересмотреть область своих клинических интересов, критически отнестись к необходимым для этого навыкам.

В следующей главе представлены физические основы ультразвуковой визуализации для врачей, желающих использовать метод в повседневной клинической практике. Объединение основных возможностей ультразвукового оборудования с последними техническими достижениями в области навигации игл позволяет ускорить освоение необходимых манипуляций у постели больного. Данное руководство — лишь фундамент для последующего самостоятельного изучения метода через книги, журналы, семинары.

Б.А. Поллард

ГЛАВА 1. ФИЗИКА УЛЬТРАЗВУКА

Умение получать, корректировать и интерпретировать ультразвуковое изображение — обязательное условие для внедрения метода в клиническую практику. Полное понимание механизма ультразвукового сканирования должно быть достигнуто перед началом его использования при выполнении инвазивных процедур. Невозможно перейти к выполнению манипуляций, не имея ощущения разницы между трехмерной анатомией исследуемого объекта и двухмерной картиной ультразвукового изображения. Даже при максимально сжатом описании основ ультразвука, интерпретированных с позиции клинической практики, начинающему специалисту будет очень непросто разобраться в этом вопросе с учетом постоянно дополняющихся концепций.

Ультразвуковой датчик — источник энергии и основа изображения

Каждый ультразвуковой датчик должен излучать энергию, способную при приложении его к поверхности кожи

безопасно проникать в ткани, и иметь возможность принимать обратно отраженную тканями энергию. Для образования ультразвуковых волн электрический ток должен воздействовать на кристаллический элемент, расположенный у поверхности датчика. Происходит преобразование электрического заряда в механическую (ультразвуковую) энергию, которая передается тканям с высокой (мегагерцы) частотой. Образующиеся ультразвуковые волны распространяются в тканях как пульсирующие продольные механические колебания среды, зарождающиеся в месте контакта трансдьюсера с кожей.

Трансдьюсер (или датчик) является наиболее лимитирующим компонентом системы, как для получения ультразвукового изображения, так и для визуализации выполняемой инвазивной процедуры. Именно он определяет характеристики излучаемой, принимаемой и обрабатываемой для зрительного восприятия энергии (рис. 1.1).

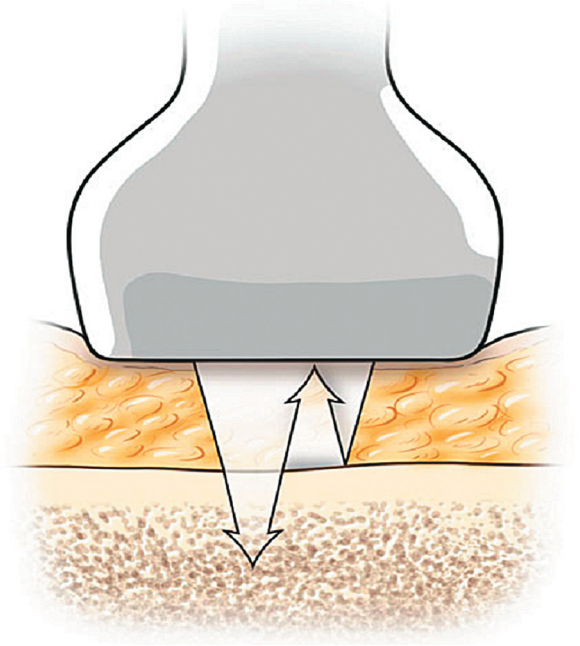

Рис. 1.1. Схематичное изображение датчика, генерирующего и воспринимающего отраженную тканями энергию

Понимание принципа работы этого элемента является первостепенным, так как ошибки выбора необходимых характеристик трансдьюсера неизбежно скажутся на качестве получаемого изображения и, соответственно, повлияют на результат манипуляции.

Разрешающая способность

Наша способность видеть в глубине, на расстоянии от места непосредственного контакта датчика с кожей, зависит от потенциального разрешения для каждой исследуемой области. **Разрешение** представляет собой объем тканей, через который проникает излучаемая датчиком энергия и, отражаясь, воспринимается обратно способной обеспечить возможность дифференцировать подлежащие анатомические структуры. К сожалению, ультразвуковая энергия, генерируемая кристаллическим элементом датчика, начинает прогрессивно затухать по мере проникновения в ткани. Это феномен выпущенной и «потерянной» (не возвратившейся к трансдьюсеру) энергии назван ослаблением (или затуханием) ультразвуковой энергии. Это происходит вследствие поглощения, отражения, рассеивания и преломления ультразвуковых волн (рис. 1.2). Степень ослабления волн прямо пропорциональна частоте генерируемой энергии и расстоянию, которое необходимо преодолеть сигналу до интересующей анатомической структуры. Феномен ослабления ультразвуковых колебаний может оказать влияние на качество визуализации или создать ложное представление об анатомических взаимоотношениях.

Возможности современной ультразвуковой аппаратуры позволяют различать структуры, расположенные на расстоянии менее 1 миллиметра друг от друга, даже несмотря на эффект затухания волн. Задача клинициста лишь правильно подобрать трансдьюсер, соответствующий задачам исследования, и представлять себе возможные артефакты, связанные с распространением ультразвуковой энергии. Физические свойства ультразвуковых волн, проходящих через ткани, позволяют не только обнаруживать анатомические объекты, но также скрывать и, в той или иной степени, искажать их. Кроме того, при получении двухмерной ультразвуковой картины анатомического объекта разрешение может определять способность дифференцировать две близко расположенные структу-

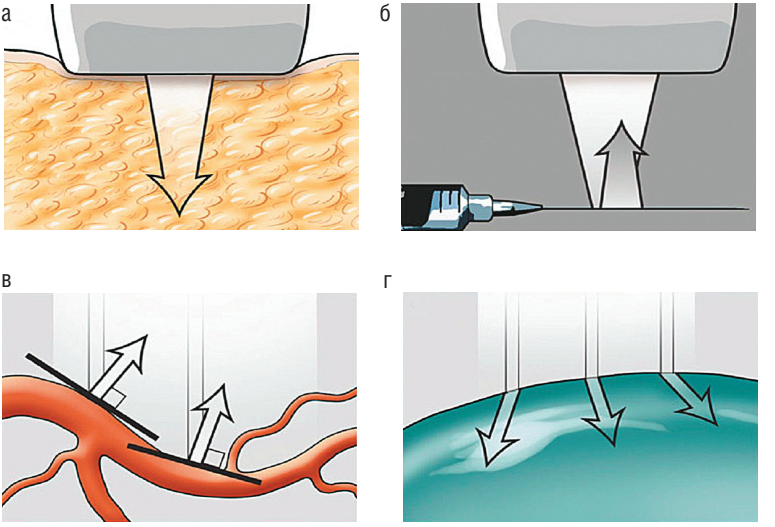

Рис. 1.2. Схематичное изображение: а — поглощения; б — отражения; в — рассеивания; г — преломления

ры в «X» (горизонтальной) и «Y» (вертикальной) плоскостях. Используя ультразвуковую терминологию, речь идет соответственно о латеральном и аксиальном разрешении (рис. 1.3).

Латеральное разрешение — способность различать два близко расположенных объекта, лежащих в плоскости, перпендикулярной направлению распространения звуковой волны. Это возможность рассмотреть две структуры на одной глубине от места контакта ультразвукового датчика с кожей (расположенные «бок о бок» на экране монитора). Добиться улучшения латерального разрешения можно либо повышением частоты ультразвуковых волн, либо благодаря использованию более широкого датчика.

Аксиальное разрешение дает возможность различать две структуры, которые расположены в плоскости, параллельной распространению ультразвукового луча. Эти объекты находятся на разной глубине относительно поверхности трансдьюсера (можно сказать «один над другим» на экране монитора). Улучшения аксиальной разрешающей способности можно добиться, выбрав датчик с более высокой частотой излучения.

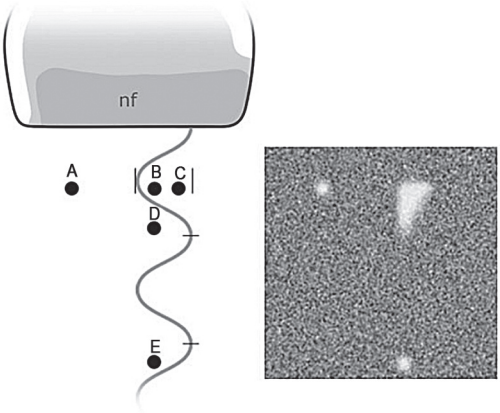

Рис. 1.3. Схематичное изображение аксиального и латерального разрешения для близкорасположенных объектов

Несмотря на то, что и латеральное, и аксиальное разрешение улучшаются с увеличением частоты, энергия ультразвуковой волны прогрессивно снижается по мере прохождения через ткани. И это снижение (затухание) тем выраженнее, чем выше частота генерируемой энергии. Существует правило: *потеря энергии излучения по мере углубления в ткани происходит в большей степени при высокой частоте, нежели при низкой. Независимо от частоты излучения как латеральная, так и аксиальная разрешающая способность падает по мере продвижения в тканях* (рис. 1.4).

Таким образом, чтобы улучшить разрешающую способность при визуализации поверхностных структур, ультразвуковое исследование (УЗИ) должно быть выполнено с применением высокочастотного датчика. Если необходимо рассмотреть глубоко расположенные анатомические объекты, излучение низкочастотных трансдьюсеров будет менее ослаблено по мере распространения в ткани, предоставляя возможность получить более репрезентабельное изображение. Чтобы оптимизировать соотношение «разрешение—проникновение», необходимо правильно выбрать ультразвуковой датчик, позволяющий на нужной глубине получить максимально четкую картину. *Разрешающая способность в более глубоко расположенных тканях при использовании низко-*

Рис. 1.4. Схематичное изображение датчиков с разной частотой излучения

частотных датчиков не будет соответствовать таковой в поверхностных структурах при использовании высокочастотных. Тем не менее ультразвуковое изображение будет лучшим, чем если пытаться рассмотреть эти же ткани высокочастотным датчиком.

Выбор ультразвукового датчика

Частота служит ключевым свойством любого трансдьюсера, во многом определяющим качество получаемого изображения в исследуемой анатомической области. Кроме частотной характеристики, датчики отличаются по конфигурации (расположению излучающих элементов) и по форме сканирующей поверхности.

По **частоте излучения** трансдьюсеры могут быть разделены на высоко-, средне- и низкочастотные. Датчик обычно относят к высокочастотным, если частота генерируемой энергии находится в диапазоне выше 10 МГц. Он оптимально подходит для работы с поверхностными структурами, расположенными на расстоянии менее 3 см от поверхности кожи, и имеет прекрасную разрешающую способность для визуализации небольших образований. Однако при углублении в ткани четкость картины быстро снижается в связи с более выраженным ослаблением отраженной энергии. Датчики такого типа