

---

**ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЕ РУКОВОДСТВА**

---

**Д.А. Чуриков, А.И. Кириенко**

**УЛЬТРАЗВУКОВАЯ  
ДИАГНОСТИКА  
БОЛЕЗНЕЙ ВЕН**

Руководство  
для практикующих врачей

2-е издание,  
исправленное и дополненное



Москва  
Издательство «Литтерра»  
2016

## **ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СОСУДОВ**

---

Знание физических и технических основ ультразвукового исследования сосудистой системы необходимо как для лучшего понимания врачом получаемой информации, так и для осознанной ее оценки.

### **УЛЬТРАЗВУК И ЕГО ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА**

Ультразвук — это механические волны, распространяющиеся в упругой среде с частотой более  $2 \times 10^4$  Гц. В диагностических ультразвуковых аппаратах подобные волны генерируются с частотой от 2 до  $20 \times 10^6$  Гц (2–20 МГц). Распространяется ультразвук в различных средах, по тем же законам, что и звуковые волны. Скорость распространения ультразвуковых волн в среде зависит от ее плотности и однородности. Чем больше плотность среды, тем выше скорость распространения в ней волны. Вместе с тем потеря ее энергии, т. е. затухание, происходит тоже быстрее. Аналогичным образом быстрое затухание ультразвука происходит в газообразных средах, где это связано с низкой плотностью вещества, которая препятствует распространению волн с малой длиной. Для организма человека понятие плотности биологических сред относительно и нетождественно физической плотности вещества. Вот почему плотность биологических тканей, о которой судят по данным ультразвукового исследования, на самом деле представляет собой показатель их неоднородности.

Квинтэссенцией работы врача-диагноста является оценка изображения совокупности отраженных от тканей орга-

низма ультразвуковых сигналов. Отражение волн — свойство неоднородной среды, по которой они распространяются. Оно происходит на границе раздела сред с разной физической плотностью, и его интенсивность зависит от выраженности этих различий. Компьютерное изображение отраженных сигналов, которое мы видим на экране прибора, есть результат анализа количества принятых волн по сравнению с количеством посланных и расстояния, которое прошли отраженные волны. Датчики современных приборов только около 1% времени работают как генераторы ультразвуковых импульсов, в остальное время они принимают отраженные эхо-сигналы.

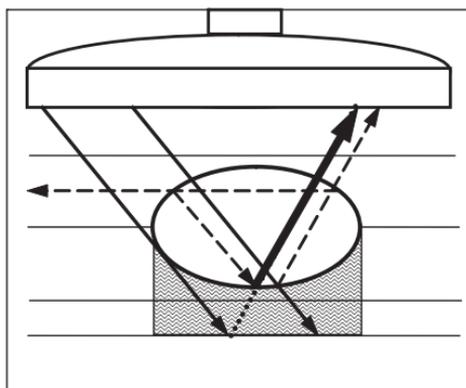
## УЛЬТРАЗВУКОВОЕ СКАНИРОВАНИЕ — В-РЕЖИМ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование сосудов, в частности венозной системы, начинается с использования В-режима ультразвукового исследования (В — от англ. «brightness», т. е. яркость). В этом режиме интенсивность принятых эхо-сигналов представлена в виде яркости свечения точки: чем выше интенсивность принятых эхо-сигналов, тем более выражена яркость свечения соответствующих им точек изображения. Использование В-режима позволяет определить структурные особенности (способность к проведению и отражению ультразвуковых волн) исследуемого участка организма человека.

В различных изображениях отраженных сигналов могут встречаться стереотипные изменения, которые получили название «ультразвуковые феномены». При исследовании сосудистых структур наиболее часто встречаются: «акустическая тень», феномены локального псевдоусиления интенсивности отраженного ультразвукового сигнала и спонтанного контрастирования кровотока.

«*Акустическая тень*», видимая на мониторе сканера, охватывает исследуемые зоны, отражение ультразвуковых волн в которых резко ослаблено или не происходит вообще. Как правило, этот феномен наблюдается при наличии в исследуемой области плотных тканей, которые полностью или

При осмотре ограниченных жидкостных структур, в частности сосудистых, может быть зарегистрирован **феномен локального псевдоусиления интенсивности отраженного ультразвукового сигнала**, который наблюдается в структурах, расположенных глубже жидкостного образования. Его возникновение объясняется многократным отражением ультразвуковых волн от внутренних стенок сосуда, которые представляют собой не что иное, как границу раздела жидкой и плотной среды. Часть из них распространяется после этого по направлению волн, излучаемых аппаратом, и усиливает интенсивность отраженного сигнала (рис. 1.3, 1.4).

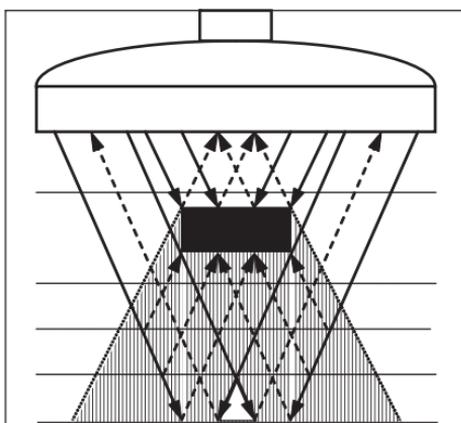


**Рис. 1.3.** Схема формирования псевдоусиления интенсивности отраженного ультразвукового сигнала



**Рис. 1.4.** Феномен локального псевдоусиления интенсивности отраженного ультразвукового сигнала (зона усиления показана стрелками) после прохождения через просвет задних большеберцовых сосудов

практически полностью отражают ультразвук. На рис. 1.1 схематично представлен механизм формирования акустической тени. Ее интенсивность зависит от степени отражения излучаемых волн. На протяженность тени влияют размеры объекта, глубина его расположения, направленность излучаемых ультразвуковых волн. Пример фиксации акустической тени во время исследования сосудистых структур приведен на рис. 1.2.



**Рис. 1.1.** Схема образования акустической тени



**Рис. 1.2.** Феномен «акустической тени»: 1 — «акустическая тень»; 2 — кальцинированная атеросклеротическая бляшка