

УДК 616.13-073.432.19

ББК 54.102

С14

В. И. Садовников

ДОПЛЕРОГРАФИЯ. Интерпретация спектров артериального кровотока.

Руководство для врачей. — М.: ООО «Фирма СТРОМ», 2018. — 192 с.: ил.

В руководстве анализируется влияние патофизиологических процессов на доплеровский спектр артериального кровотока. Показана необходимость знания гемодинамических принципов для специалистов по ультразвуковой диагностике вне зависимости от их узкой профильной специализации. Приведены примеры, как умелое применение этих принципов в анализе кривых спектра доплеровского сдвига частот существенно помогает сделать верный вывод и принять единственно правильное решение в постановке диагноза. Показаны возможности применения гемодинамических принципов в наиболее распространенных клинических ситуациях.

В отдельном приложении кратко приведены основы доплерографии: от истории открытия эффекта Допплера и начала его применения в медицине до основных методических приемов и формул, которые используются врачами ультразвуковой диагностики в рутинной практике. В конце приложения в форме вопросов и ответов приведены ключевые положения ультразвуковой доплерографии.

Руководство предназначено для врачей ультразвуковой диагностики, курсантов циклов профессиональной подготовки и переподготовки, ангиохирургов и врачей других клинических дисциплин, в чьей практике встречается сосудистая патология.

Ни одна из частей этой книги не может быть перепечатана в любом виде (электронном, механическом, фотографическом, письменном и др.) полностью или частями без письменного разрешения ООО «Фирма СТРОМ».

ISBN 978-5-900094-54-0

© В. И. Садовников, 2018

© ООО «Фирма СТРОМ», 2018

***Гораздо легче найти ошибку, нежели истину.
Ошибка лежит на поверхности, и ее замечаешь сразу,
а истина скрыта в глубине, и не каждый может отыскать ее.***

Иоганн Гете

Уважаемые коллеги!

Бытует мнение, что спектры и формы артериального кровотока существенно различаются в зависимости от органа и/или системы. Поэтому спектральная доплерография кровотока достаточно подробно рассматривается в разделах, посвященных исследованию сосудов головного мозга, магистральных сосудов брюшной полости, артерий нижних конечностей, сосудов в акушерской практике. Тем не менее фундаментальные принципы гемодинамики, а следовательно, и наблюдаемые спектры доплеровского сдвига частот очень схожи для разных сосудов в разных регионах и возрастных группах пациентов. Эти основные принципы универсальны и могут быть широко применены на практике. Понимание их может увеличить диагностическую уверенность и помочь в интерпретации доплеровских спектров кровотока.

Интерпретация доплеровских спектров артериального кровотока предполагает активное использование знаний в области анатомии, гемодинамики и клинической физиологии. Знание анатомо-функциональных особенностей строения сосудистой системы и местных гемодинамических реакций существенно улучшает качество интерпретации доплеровских кривых кровотока. Анализ фазовой структуры кровотока является неотъемлемой составной частью в интерпретации спектра артериального кровотока, а следовательно, и в дальнейшей объективной оценке функции органа или сосудистой системы в целом.

Исследование кривой скорости кровотока предполагает распознавание образов всех форм кривой: от нормальных до тех форм, которые не соответствуют норме, даже если до конца не выяснено, почему те или иные физиологические или патологические реакции вызвали конкретное изменение огибающей кривой кровотока. Нормальный доплеровский спектр кровотока в магистральной артерии, конечно же, изменяется в зависимости от функции органа, и не все характеристики имеют значение в каждом конкретном случае. Более того, признак, рассматривающийся как патологический в одном сосудистом регионе, может соответствовать норме в другом. Таким образом, характеристики кривых кровотоков в крупных артериях и в сосудах мелкого калибра необходимо рассматривать и анализировать в деталях и при конкретных клинических ситуациях. Разъяснение полученных результатов опытным специалистом, безусловно, очень важно. Однако для большей объективности необходимо иметь определенный набор количественных показателей для осуществления обмена информацией между специалистами различных центров. Эти критерии должны базироваться не только на экспертной оценке, которая зависит от умения и квалификации наблюдателя, но и на верифицированных количественных показателях, способных отражать неуловимые, более тонкие различия в формах кривых скорости кровотока.

Все вышесказанное позволяет надеяться, что данное руководство поможет сориентироваться специалистам в сложных гемодинамических процессах и достойно оценить возможности спектральной доплерографии в диагностике пограничных патологических состояний.

Выражаю глубокую благодарность руководителю отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики «РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского», академику РАН В. А. Сандрикову и сотрудникам отдела к. м. н. Е. Н. Платовой и профессору Е. П. Фисенко за помощь и ценные советы при подготовке монографии. Искренняя благодарность моей жене И. Л. Садовниковой за помощь, поддержку и понимание.

В. И. Садовников

Содержание

Глава 1

Функция артериальной системы.

Интерпретация сложных гемодинамических процессов.....	9
1.1. Основы центральной гемодинамики.....	10
1.2. Патологические основы нарушений в системе микроциркуляции.....	12
1.3. Функция артериальной системы.	
Механизмы регуляции гемодинамических (физиологических) процессов.....	14
<i>Механизмы регуляции движения крови по артериям.....</i>	18
<i>Отраженные волны давления и их влияние на кровоток.....</i>	23
1.4. Фазовая структура кровотока. Гемодинамические механизмы регуляции, связь с функцией и диагностическое значение.....	28
<i>Фазовая структура коронарного кровотока.....</i>	29
<i>Фазовая структура кровотока в периферических артериях.....</i>	36
<i>Фазовая структура кровотока в почечных артериях.....</i>	40

Глава 2

Характеристика доплеровской кривой..... 49 |

2.1. Качественная характеристика доплеровской кривой.	
Типы кровотока.....	50
2.2. Количественная характеристика доплеровской кривой.....	59
2.3. Профили скорости кровотока.....	64
<i>Ламинарный тип кровотока в крупных магистральных артериях.....</i>	64
<i>Ламинарный тип кровотока в мелких магистральных артериях.....</i>	65
<i>Турбулентный (неламинарный) тип кровотока.....</i>	67
<i>Критерии, характеризующие турбулентный поток.....</i>	67
<i>Наличие или отсутствие спектрального окна.....</i>	68

Глава 3

Интерпретация спектра артериального кровотока..... 69 |

3.1. Физиологические механизмы регуляции периферического кровообращения.....	69
<i>Фазовая структура артериального кровотока при вазоконстрикции в сосудах с низким сопротивлением.....</i>	72
<i>Фазовая структура артериального кровотока при вазодилатации в сосудах с низким сопротивлением.....</i>	74
<i>Фазовая структура артериального кровотока при вазодилатации в сосудах с высоким сопротивлением.....</i>	76

<i>Фазовая структура артериального кровотока при нарушениях венозного оттока.....</i>	<i>77</i>
3.2. Влияние отраженной волны артериального давления на контур кривой объемного кровотока.....	82
<i>Гармоника «давление — кровоток» как критерий нарушения периферического кровообращения.....</i>	<i>85</i>
3.3. Влияние работы сердца на форму доплеровской кривой.....	89
3.4. Анализ доплеровской кривой артериального кровотока.....	91
<i>Ранняя систола.....</i>	<i>92</i>
<i>Вершина, или пик кровотока.....</i>	<i>95</i>
<i>Поздняя систола. Нисходящий сегмент кровотока.....</i>	<i>97</i>
<i>Дикротическая инцизура.....</i>	<i>99</i>
<i>Диастолический кровоток в сосудах с низким сопротивлением.....</i>	<i>103</i>
3.5. Типы доплеровской кривой артериального кровотока в сосудах с низким периферическим сопротивлением.....	109
3.6. Мозаичная картина кровотоков в различных сегментах почки.....	119
<i>Локальные нарушения кровотока в почках.....</i>	<i>120</i>
3.7. Базальный кровоток и сосудистый тонус.....	121
3.8. Реакция сосудистой системы паренхиматозных органов на повышение венозного давления и нарушение венозного оттока.....	122
3.9. Индекс резистентности. Факторы, влияющие на величину индекса резистентности. Реверсивный диастолический кровоток.....	123
<i>Интерстициальное давление и индекс сопротивления.....</i>	<i>126</i>
<i>Реверсивный диастолический кровоток.....</i>	<i>131</i>
<i>Стил-синдром, или сброс крови в почке по укороченному пути.....</i>	<i>135</i>

Глава 4

Основные гемодинамические принципы в диагностике сосудистых поражений. Формы спектров артериального кровотока.....	140
4.1. Турбулентный (неламинарный) тип кровотока.....	140
4.2. Локальный стеноз.....	142
<i>Объемный кровоток и скорость кровотока в месте стеноза.....</i>	<i>143</i>
<i>Доплеровский спектр артериального кровотока до и после стеноза.....</i>	<i>144</i>
<i>Доплеровский спектр артериального кровотока в зависимости от степени стеноза.....</i>	<i>149</i>
<i>Гемодинамические факторы в механизме развития стеноза и эмболии в системе внутренней сонной артерии.....</i>	<i>151</i>

<i>Спектр кровотока при стенозе почечной артерии.....</i>	152
<i>Количественная оценка степени стенозов.....</i>	156
4.3. Турбулентный тип кровотока вследствие извитости артерии.....	158
<i>Извитость внутренней сонной артерии.....</i>	158
<i>Извитость артерии трансплантированной почки.....</i>	159
4.4. Артериовенозные фистулы.....	160
4.5. Артериальные аневризмы.....	161
4.6. Феномен обкрадывания.....	162
 <i>Приложение</i>	
Основы доплерографии.....	164
<i>Эффект Допплера, основные режимы излучения.....</i>	166
<i>Доплеровские режимы исследования кровотока.....</i>	168
<i>Доплеровский угол.....</i>	174
<i>Оптимизация изображения в доплеровских режимах.....</i>	174
<i>Артефакты при выполнении доплерографии.....</i>	181
<i>Основные расчеты в доплерографии.....</i>	183
<i>Основные положения доплерографии в вопросах и ответах.....</i>	185
 Рекомендуемая литература	 .190