

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КАФЕДРА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ

**Методические аспекты ультразвукового
исследования сердца, органов брюшной полости,
забрюшинного пространства, таза, щитовидной
железы, суставов, сосудов у взрослых**

Учебно-методическое пособие

Минск БелМАПО

2018

УДК 616.1/.7-073.43-053.8(075.9)

ББК 54.1я73

М 54

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия
НМС Белорусской медицинской академии последипломного образования
протокол № 7 от 25.09. 2018

Авторы:

зав. кафедрой ультразвуковой диагностики, к.м.н., доцент *Жерко О.М.*
доцент кафедры ультразвуковой диагностики, к.м.н., доцент *Ганькова И.В.*
доцент кафедры ультразвуковой диагностики, к.м.н., доцент *Ивановская М.И.*
доцент кафедры ультразвуковой диагностики, к.м.н., доцент *Тихоненко И.В.*
старший преподаватель кафедры ультразвуковой диагностики *Башлакова Н.А.*

Рецензенты:

Кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии БГМУ;
заведующий отделением функциональной диагностики УЗ «1-я городская
клиническая больница г. Минска, к.м.н. Е.И. Гайшун

М 54

Методические аспекты ультразвукового исследования сердца, органов брюшной полости, забрюшинного пространства, таза, щитовидной железы, суставов, сосудов у взрослых: учеб.-метод. пособие /О.М. Жерко, И.В. Ганькова, М.И. Ивановская и др. – Минск: БелМАПО, 2018. – 86 с.

ISBN 978-985-584-279-9

В учебно-методическом пособии приведены методики выполнения ультразвуковых исследований сердца, органов брюшной полости, забрюшинного пространства, таза, щитовидной железы, суставов, сосудов у взрослых, нормальные значения основных показателей.

Учебно-методическое пособие предназначено для врачей ультразвуковой, функциональной, лучевой диагностики.

УДК 616.1/.7-073.43-053.8(075.9)

ББК 54.1я73

ISBN 978-985-584-279-9

© Жерко О.М., Ганькова И.В., [и др.], 2018

© Оформление БелМАПО, 2018

Оглавление

Список сокращений	5
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И НОРМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЭХОКАРДИОГРАФИИ	6
Линейные измерения и их нормальные значения в эхокардиографии	7
Методика расчетов и нормальные значения объемов левого желудочка в М-модальном режиме	13
Методики расчетов и нормальные значения объемов левого желудочка и левого предсердия в 2D-режиме	14
Методики расчета и нормальные значения массы миокарда левого желудочка	16
Номенклатура сегментов левого желудочка	18
Методики расчета и нормальные значения показателей, характеризующих систолическую функцию правого желудочка	18
Методика расчета показателей трансмитрального кровотока, характеризующих диастолическую функцию левого желудочка	20
Показатели кровотока в легочных венах и методика их расчетов	21
Основные показатели импульсно-волновой тканевой доплерографии	22
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ДУПЛЕКСНОМУ СКАНИРОВАНИЮ АРТЕРИАЛЬНОЙ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ	23
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ДУПЛЕКСНОМУ СКАНИРОВАНИЮ ВЕНОЗНОЙ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ	31
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И НОРМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ ОРГАНОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ И ЗАБРЮШИННОГО ПРОСТРАНСТВА	37
Методические аспекты ультразвукового исследования печени	37
Методика ультразвукового исследования желчного пузыря	45
Методические аспекты ультразвукового исследования селезенки	46
Методические аспекты ультразвукового исследования поджелудочной железы	47
Методические аспекты ультразвукового исследования почек	48
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ	57
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ	60
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНОВ МАЛОГО ТАЗА У ЖЕНЩИН	61
МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННЫХ СУСТАВОВ ...	65
МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ	66
МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА ..	67

МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛЕЧЕВЫХ СУСТАВОВ	69
МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКТЕВЫХ СУСТАВОВ	70
МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ТРАВМЕ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ И ЖИВОТА	71
Приложение 1	80

Список сокращений

ГС – голеностопный сустав
ЖП – желчный пузырь
ЗББА – задняя большеберцовая артерия
ЗСЛЖ – задняя стенка левого желудочка
КДО – конечно-диастолический объем левого желудочка
КДР – конечно-диастолический размер левого желудочка
КС – коленный сустав
КСО – конечно-систолический объем левого желудочка
КСР – конечно-систолический размер левого желудочка
ЛПИ – лодыжечно-плечевой индекс
ЛС – локтевой сустав
ЛУ – лимфатические узлы
МЖП – межжелудочковая перегородка
ОМТ – органы малого таза
ПББА – передняя большеберцовая артерия
ПЖ – предстательная железа
ПС – плечевой сустав
ТС – тазобедренный сустав
УО – ударный объем
ФВ – фракция выброса
ЦДК – цветное доплеровское картирование
ЩЖ – щитовидная железа
ЭхоКГ – эхокардиографическое исследование
DT_E (Deceleration Time) – время замедления потока раннего диастолического наполнения левого желудочка (пика E)
EDA (End-Diastolic Area) – конечно-диастолическая площадь
ESA (End-Systolic Area) – конечно-систолическая площадь
FAC (Fractional Area Change) – фракция изменения площади
IVRT (Isovolumic Relaxation Time) – время изоволюметрической релаксации
PI (Pulsatility Index) – пульсационный индекс
RAR – почечно-аортальное соотношение скоростей кровотока
RI (Resistive Index) – индекс периферического сопротивления или индекс резистентности
TAPSE (Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion) – амплитуда движения трикуспидального фиброзного кольца в систолу к верхушке

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И НОРМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЭХОКАРДИОГРАФИИ

Эхокардиографическое исследование (далее – ЭхоКГ) выполняется секторным датчиком с частотой сканирования 2,5-5 МГц. ЭхоКГ из парастернального и апикального доступов следует проводить при положении пациента на левом боку с приподнятым на 30° изголовьем кушетки, левую руку пациент сгибает и укладывает под голову. В случае тяжелого состояния пациента допустимо выполнение исследования при положении пациента на спине, однако в этом случае оптимальная визуализация возможна только при дилатации камер сердца. Исследование из супрастернального, субкостального и правого парастернального доступов выполняется при положении пациента на спине.

Формирование эхокардиографического протокола традиционно начинается с оформления паспортных данных и расчета площади поверхности тела пациента. Основная формула, используемая в аппаратах ультразвуковой диагностики для расчета площади поверхности тела (м²):

$$BSA = 0,007184 \times H^{0,725} \times W^{0,425} \text{ (формула DuBois),}$$

где BSA – body surface area – площадь поверхности тела пациента, H – рост в см, W – вес пациента в кг.

Эхокардиографические измерения наиболее точно могут быть выполнены по ходу ультразвукового луча с использованием аксиального разрешения. Линейные измерения должны производиться *от переднего края до переднего края* (leading edge-to-leading edge) или *на границе бело-черного раздела тканей*. Обоснованием для применения методики измерений «по переднему краю» являются физические аспекты взаимодействия ультразвука с биологическими тканями: первое отражение от переднего края ткани является наилучшим показателем его фактического расположения, в отличие от сигналов, возвращающихся чуть позже из-за отражений внутри ткани, ревербераций и зеркального артефакта. Методика измерения от переднего края до переднего края применяется в М-модальном режиме. В 2D-режиме идентификация переднего края ткани является сложной задачей, например, в парастернальной позиции, длинной оси трудно отделить сигналы от эндокарда и миокарда межжелудочковой перегородки. Вместо этого в 2D-режиме при измерении сердечных камер и магистральных артерий может быть использована граница бело-черного раздела тканей. Феномены переднего края и бело-черного раздела тканей практически идентичны. Бело-черный раздел тканей представляет границу раздела ткань / кровь.

Линейные измерения и их нормальные значения в эхокардиографии

Аорта: диаметры на уровне синусов Вальсальвы, синотубулярного соединения, в восходящем отделе, мм. Максимальный диаметр синусов Вальсальвы измеряется на уровне концов створок аортального клапана в конце диастолы в парастернальной позиции, плоскости длинной оси левого желудочка в М- или 2D-режиме. Курсор измерителя в 2D-режиме устанавливается перпендикулярно стенкам аорты (длинной оси аорты) с использованием методики измерения на границах бело-черного раздела тканей. При проведении расчетов в М-режиме курсор устанавливают строго перпендикулярно изображению исследуемых структур на экране от наружной поверхности адвентиции передней, по отношению к датчику, стенки аорты до внутренней поверхности интимы задней стенки. Однако даже при корректно выполненном расчете диаметра корня аорты на уровне синусов Вальсальвы в М-режиме погрешность может составлять 2-3 мм, что связано с циклическим движением аорты. Оценка диаметра аорты в 2D-режиме является предпочтительной в связи с меньшими возможными погрешностями измерения.

В стандартном протоколе трансторакальной ЭхоКГ рекомендуется выполнять измерения корня аорты на уровне синусов Вальсальвы, синотубулярного соединения, восходящей аорты в 2D-режиме.

Конечно-диастолический диаметр корня аорты у взрослых на уровне кольца составляет 14-26 мм, верхняя граница нормы $< 1,6 \text{ см/м}^2$; на уровне концов створок аортального клапана – 22-36 мм, верхняя граница нормы $< 2,1 \text{ см/м}^2$; верхняя граница нормы синусов Вальсальвы $\leq 2,1 \text{ см/м}^2$, нормальные значения синотубулярного соединения – 21-34 мм [1-5].

Нормальные значения диаметра аорты на уровне синусов Вальсальвы в зависимости от площади поверхности тела и возраста приведены на рисунке 1 приложения 1.

Максимальный диаметр аорты в восходящем отделе измеряют в парастернальной позиции, плоскости длинной оси левого желудочка в 2D-режиме при смещении датчика на 1 ребро вверх, курсор измерителя устанавливают строго перпендикулярно стенкам аорты. В норме диаметр аорты в восходящем отделе составляет 23-36 мм [2,4,5].

В случае дилатации или аневризмы восходящей аорты в протоколе ЭхоКГ должно быть указано расстояние от плоскости аортального кольца до уровня, на котором производилось измерение диаметра восходящей аорты.

Диаметр аортального кольца должен измеряться в середину систолы при максимально открытых створках аортального клапана, когда кольцо наиболее большое и округлое, в парастернальной позиции, длинной оси левого желудочка в 2D-режиме путем установки курсоров электронного

калипера на эндокард в точках крепления аортальных створок к корню аорты («от внутреннего до внутреннего края»). Измерения выполняются в режиме увеличенного изображения. Определенные сложности измерения могут возникать при кальцинозе аортального кольца. В этом случае депозиты кальция, выступающие в просвет аортального кольца должны рассматриваться как часть просвета, а не стенки аорты, поэтому должны быть исключены из измерения [1].

В норме абсолютные значения размера кольца аортального клапана у мужчин составляют $2,6 \pm 0,3$ см, у женщин – $2,3 \pm 0,2$ см, индексы размера у мужчин и женщин – $1,3 \pm 0,1$ см/м² [1].

Аорта: диаметр дуги, диаметр в нисходящем отделе, мм.

Диаметр дуги аорты измеряют в супрастернальной позиции, плоскости длинной оси дуги аорты в 2D-режиме. В норме диаметр дуги аорты составляет 22-36 мм [1].

Диаметр нисходящего отдела аорты измеряют в супрастернальной позиции, плоскости длинной оси дуги аорты в 2D-режиме или из апикального доступа. У взрослых верхняя граница нормы диаметра нисходящей аорты составляет 2,5 см или $1,8$ см/м², средние значения – $1,4 \pm 0,2$ см/м² [2,4,5].

Левое предсердие: переднезадний размер, мм. Переднезадний размер левого предсердия измеряют в левом парастернальном доступе, сечении по длинной оси левого желудочка в М- или 2D-режимах в конце систолы. При проведении расчетов в М-режиме срез формируют через корень аорты на уровне концов створок аортального клапана строго перпендикулярно изображению исследуемых структур, измерения производят от заднего края задней стенки аорты до переднего края задней стенки левого предсердия, чтобы избежать погрешности от включения в расчет расстояния между корнем аорты и левым предсердием. Если добиться перпендикулярности курсора М-режима стенкам аорты невозможно, расчеты выполняют в 2D-режиме. Курсор измерителя в 2D-режиме устанавливают перпендикулярно стенкам левого предсердия. Нормальные значения переднезаднего размера левого предсердия составляют у женщин 27-38 мм, у мужчин – 30-40 мм [1].

В связи с тем, что переднезадний размер левого предсердия в парастернальной позиции, длинной оси обладает низкой чувствительностью к дилатации полости левого предсердия, данное измерение не рекомендуется к исполнению в стандартном протоколе ЭхоКГ.

Левое предсердие в 4-камерной позиции, мм. Медиально-латеральный и продольный (верхненижний) размеры левого предсердия оценивают в четырехкамерной апикальной позиции в конце систолы желудочков, когда левое предсердие имеет наибольшую величину. Продольный размер измеряют от центра линии, соответствующей проекции кольца митрального клапана до центра верхней стенки левого предсердия параллельно межпредсердной

перегородке. Медиально-латеральный размер измеряют от середины боковой стенки левого предсердия до межпредсердной перегородки перпендикулярно продольному размеру. В норме медиально-латеральный размер составляет 25-45 мм, продольный размер – 29-53 мм [1].

Левый желудочек: конечно-диастолический размер, мм. Конечно-диастолический размер левого желудочка (КДР) определяют в парастеральной позиции, длинной или короткой оси левого желудочка в М- или 2D-режиме на уровне хорд сразу же за концами створок митрального клапана [1]. При проведении расчетов курсор М-режима устанавливают строго перпендикулярно изображению исследуемых структур на экране (задней стенке или длинной оси левого желудочка) от переднего края эндокарда межжелудочковой перегородки до переднего края эндокарда задней стенки, в конце диастолы (в фазу, соответствующую начальной части комплекса QRS в случае синхронизации с ЭКГ). Из измерений исключают хорды и папиллярные мышцы. Если добиться перпендикулярности курсора М-режима исследуемым структурам невозможно, измерения выполняют в 2D-режиме на уровне хорд митрального клапана в конце диастолы строго перпендикулярно стенкам левого желудочка. Конечно-диастолический размер у мужчин составляет 42-58 мм, у женщин – 38-52 мм [1].

У пациентов с нормальными размерами левого желудочка на базальном уровне, но увеличенными средними и апикальными отделами, объемы будут лучше характеризовать состояние полости левого желудочка, чем линейные размеры, измеряемые на уровне базальных сегментов.

Левый желудочек: конечно-систолический размер, мм. Конечно-систолический размер (КСР) измеряется в парастеральной позиции, срезе по длинной или короткой оси левого желудочка в М- или 2D-режиме на уровне хордального аппарата митрального клапана (на границе базальных и средних сегментов) от эндокарда межжелудочковой перегородки до эндокарда задней стенки в момент максимального систолического смещения межжелудочковой перегородки (при отсутствии нарушений ритма и проводимости) и задней стенки левого желудочка. Нормативные значения конечно-систолического размера составляют у женщин 22-35 мм, у мужчин – 25-40 мм [1].

Левый желудочек в 4-х камерной позиции, мм. Конечно-диастолический медиально-латеральный размер измеряют в 2D-режиме в четырехкамерной апикальной позиции на уровне хорд митрального клапана. Конечно-диастолический продольный размер измеряют от середины линии, соответствующей проекции фиброзного кольца митрального клапана до эндокарда верхушки. В норме конечно-диастолический медиально-латеральный размер составляет 37-58 мм, продольный размер – 62-95 мм [1] (таблицы 1, 2 приложения 1).

Толщина межжелудочковой перегородки в диастолу, мм. Толщина межжелудочковой перегородки (МЖП) измеряется в парастернальной позиции, длинной или короткой оси левого желудочка в конце диастолы. В случае проведения расчетов в М-режиме курсор устанавливают строго перпендикулярно изображению исследуемых структур на экране, если добиться перпендикулярности курсора М-режима исследуемым структурам невозможно, толщину МЖП измеряют в 2D-режиме. Толщина МЖП у мужчин составляет 6-10 мм, у женщин – 6-9 мм [1] (таблица 2 приложения 1).

Толщина межжелудочковой перегородки в систолу, мм. Толщина МЖП измеряется в парастернальной позиции, длинной или короткой оси левого желудочка в конце систолы в М- или 2D-режиме и составляет в норме 11-16 мм [1].

Межжелудочковая перегородка: амплитуда движения, мм. Амплитуда движения измеряется в М-режиме в парастернальной позиции, длинной оси левого желудочка в конце систолы и составляет в норме 5-12 мм [1].

Толщина задней стенки в диастолу, мм. Толщина задней стенки левого желудочка (ЗСЛЖ) измеряется в парастернальной позиции, плоскости длинной или короткой оси левого желудочка в конце диастолы. В случае проведения расчетов в М-режиме курсор устанавливают строго перпендикулярно изображению исследуемых структур на экране. Если добиться перпендикулярности курсора М-режима исследуемым структурам невозможно, толщину ЗСЛЖ измеряют в 2D-режиме. В норме толщина ЗСЛЖ в диастолу у мужчин составляет 6-10 мм, у женщин 6-9 мм [1] (таблица 2 приложения 1).

Толщина задней стенки левого желудочка в систолу, мм. Толщина ЗСЛЖ измеряется в парастернальной позиции, плоскости длинной или короткой оси левого желудочка в конце систолы в М- или 2D-режиме и составляет 12-18 мм [1].

Задняя стенка левого желудочка: амплитуда движения измеряется в М-режиме в парастернальной позиции, плоскости длинной или короткой оси левого желудочка в конце систолы и составляет в норме 9-14 мм [1].

Диаметр выносящего тракта левого желудочка, мм. Диаметр выносящего тракта левого желудочка измеряют в парастернальной позиции, плоскости длинной оси левого желудочка в 2D-режиме в середину систолы при максимальном открытии створок аортального клапана. Измерения диаметра выносящего тракта левого желудочка в пятикамерной апикальной позиции не допустимы.

Оптимальным местом измерения диаметра выносящего тракта левого желудочка является уровень аортального кольца. Измерение диаметра на уровне аортального кольца производится, если на этом уровне имеется

ламинарный характер потока, т.е. при расчете эффективного аортального отверстия уравнением непрерывности потока в режиме импульсноволновой доплерографии в пятикамерной апикальной позиции может быть получен ламинарный поток с гладкой огибающей доплеровского спектра. В этом случае курсоры при измерении устанавливают в точки крепления межжелудочковой перегородки к корню аорты и передней створки митрального клапана к задней стенке аорты. Преимуществами измерения диаметра выносящего тракта на уровне аортального кольца является более точное измерение, воспроизводимость в силу четких анатомических ориентиров, расчет диаметра и интеграла линейной скорости кровотока на одном уровне, регистрация щелчка закрытия аортального клапана в режиме импульсноволновой доплерографии [2].

Если на уровне кольца аортального клапана имеется ускорение потока, как правило, при стенозе аортального клапана с кальцинозом, контрольный объем импульсноволнового доплера смещают в выносящем тракте на расстояние от 0,3 до 1 см от плоскости аортального кольца апикально до получения доплеровской кривой без ускорения потока и спектральной дисперсии. В этом случае измерение диаметра выносящего тракта левого желудочка производят в парастернальной позиции, длинной оси левого желудочка при максимальном открытии створок аортального клапана на аналогичном расстоянии от плоскости аортального кольца, курсоры устанавливают на эндокард межжелудочковой перегородки и переднюю створку митрального клапана параллельно плоскости аортального кольца.

Измерение диаметра наиболее точно может быть выполнено в режиме увеличенного изображения. При синусовом ритме должны усредняться показатели, измеренные в трех сердечных циклах, при мерцательной аритмии – как минимум в пяти последовательных сердечных циклах [2].

В норме диаметр выносящего тракта составляет 16-26 мм [1].

Расчет диаметра митрального фиброзного кольца производится в четырехкамерной апикальной позиции в середину диастолы при раскрытых створках митрального клапана путем установки курсоров на эндокард в точках крепления створок митрального клапана к фиброзному кольцу [6].

Расчет диаметра трикуспидального фиброзного кольца производится в четырехкамерной апикальной позиции в середину диастолы при раскрытых створках трикуспидального клапана путем установки курсоров на эндокард в точках крепления створок трикуспидального клапана к фиброзному кольцу [6].

Правое предсердие в 4-х камерной позиции. Медиально-латеральный и продольный (верхненижний) размеры правого предсердия определяют в четырехкамерной апикальной позиции в конце систолы желудочков, когда камера правого предсердия имеет наибольшую величину. Медиально-

латеральный размер измеряют от середины боковой стенки левого предсердия до межпредсердной перегородки перпендикулярно продольному размеру. Продольный размер измеряют от центра линии проекции кольца митрального клапана до центра верхней стенки правого предсердия параллельно межпредсердной перегородке. Медиально-латеральный размер в норме составляет > 29 мм, < 44 мм [1,8], продольный размер – 34-53 мм [1], индекс медиально-латерального размера 1,7-2,5 см/м² [1].

Правый желудочек: переднезадний размер, мм. Переднезадний размер правого желудочка измеряется в парастернальной позиции, длинной оси левого желудочка в М- или 2D-режиме на уровне базальных сегментов левого желудочка в конце диастолы. При проведении расчетов в М-режиме курсор устанавливают строго перпендикулярно изображению эндокарда исследуемых структур на экране. Если добиться перпендикулярности курсора исследуемым структурам невозможно, расчет выполняют в 2D-режиме. Конечно-диастолический переднезадний размер правого желудочка, измеренный в М-режиме, составляет в норме менее 26 мм [1,7].

В связи с низкой чувствительностью переднезаднего размера к дилатации полости правого желудочка, данное измерение не рекомендуется к выполнению в стандартном протоколе ЭхоКГ.

Правый желудочек в 4-камерной позиции, мм. Конечно-диастолический медиально-латеральный размер правого желудочка измеряют в 2D-режиме в четырехкамерной апикальной позиции на уровне базального сегмента правого желудочка перпендикулярно продольному размеру. Конечно-диастолический продольный размер измеряют от линии проекции трикуспидального фиброзного кольца до эндокарда верхушки параллельно межжелудочковой перегородке. Нормальные значения конечно-диастолического медиально-латерального размера правого желудочка на базальном уровне составляет 25-41 мм, продольного размера правого желудочка – 53-83 мм [1,7] (таблица 5 приложения 1).

Конечно-диастолический медиально-латеральный размер правого желудочка на среднем уровне рассчитывается в *четырёхкамерной апикальной позиции в конце диастолы*. Измерения производятся на уровне папиллярных мышц левого желудочка или в средней трети приточного отдела правого желудочка на середине между максимальным базальным размером и верхушкой. Нормальные значения показателя составляют 19-35 мм [1].

Толщина передней стенки правого желудочка: диастола, мм. Толщина передней стенки правого желудочка измеряется в конце диастолы в субкостальной четырехкамерной позиции для исключения из расчетов субэпикардального жира, трабекул правого желудочка. Измерение более достоверно может быть выполнено в среднем сегменте свободной стенки

правого желудочка, в режиме увеличенного изображения. В норме толщина передней стенки правого желудочка ≤ 5 мм [1,7].

Легочная артерия: диаметр ствола, мм. Диаметр легочного ствола измеряется на уровне легочного клапана в парастернальной позиции, короткой оси в срезе на уровне створок аортального клапана (длинной оси легочного ствола), в норме составляет 15-21 мм [1,7].

Ветви легочной артерии: правая и левая, мм. Диаметр ветвей легочной артерии измеряется в парастернальной позиции, срезе по длинной оси легочного ствола и составляет в норме для правой ветви 9-13 мм, для левой ветви – 8-16 мм [1,7].

Нижняя полая вена: выдох/вдох, мм. Диаметр нижней полой вены измеряется в субкостальном доступе, срезе по длинной оси нижней полой вены на расстоянии 1-2 см от устья (впадения в правое предсердие). Диаметр нижней полой вены на выдохе в норме составляет менее 17 мм [1].

Диаметр нижней полой вены $< 2,1$ см при инспираторном коллапсе > 50 % предполагает нормальное давление в правом предсердии – 3 мм рт. ст. (диапазон 0–5 мм рт. ст.). Диаметр нижней полой вены $> 2,1$ см с инспираторным коллапсом < 50 % указывает на высокое давление в правом предсердии – 15 мм рт. ст. (диапазон 10–20 мм рт. ст.) [1]. В случаях, когда диаметр нижней полой вены имеет промежуточные характеристики, в качестве значения давления в правом предсердии может быть использовано промежуточное значение 8 мм рт. ст. (диапазон 5–10 мм рт. ст.) или, что предпочтительно, должны быть использованы другие показатели оценки давления в правом предсердии [1].

Методика расчетов и нормальные значения объемов левого желудочка в М-модальном режиме

Для расчета **конечно-диастолического (КДО) и конечно-систолического (КСО) объемов левого желудочка** (мл) в М-режиме используется формула, предложенная Teichholz, учитывающая конусообразную форму полости левого желудочка:

$$V = (7 / (2,4 + D)) \times D^3,$$

где D – диаметр (КДР или КСР) полости левого желудочка в см.

В норме конечно-диастолический объем левого желудочка у мужчин составляет 62-150 мл, у женщин 46-106 мл; конечно-систолический объем у мужчин – 21-61 мл, у женщин – 14-42 мл [1] (таблица 2 приложения 1).

Ударный объем, мл (УО) рассчитывается автоматически как разница конечно-диастолического и конечно-систолического объемов.

$$УО = КДО - КСО,$$

где *КДО* – конечно-диастолический объем, *КСО* – конечно-систолический объем.

В норме ударный объем составляет 70-100 мл [1].

Фракция выброса (ФВ) рассчитывается автоматически как отношение ударного объема к конечно-диастолическому объему, выраженное в процентах.

$$\text{ФВ \%} = \frac{УО}{КДО} \times 100 \%,$$

где *УО* – ударный объем, *КДО* – конечно-диастолический объем, мл.

В норме фракция выброса, рассчитанная по методике Teichholz, составляет у мужчин 52-72 %, у женщин 54-74 % [1].

Фракция укорочения (%) по данным М-режима рассчитывается автоматически как отношение разности конечно-диастолического и конечно-систолического размеров к значению конечно-диастолического размера, выраженное в процентах, в норме у мужчин составляет 25-43 %, у женщины – 27-45 % [1].

Расчеты объемов, фракции выброса, фракции укорочения левого желудочка в М-модальном режиме не рекомендуются к исполнению в стандартном протоколе ЭхоКГ у взрослых в связи с выраженной операторозависимостью, существенной погрешностью в случае ремоделирования полости левого желудочка при патологии.

Методики расчетов и нормальные значения объемов левого желудочка и левого предсердия в 2D-режиме

Оценка систолической функции левого желудочка в 2D-режиме производится методом дисков (модифицированный алгоритм Simpson, биплановая методика). Точность измерений при использовании методики практически не зависит от геометрии левого желудочка. Если качественная визуализация возможна только в четырехкамерной или двухкамерной апикальной позиции, расчет объемов левого желудочка производится по алгоритму площадь - длина

Конечный диастолический объем, мл рассчитывается автоматически по уравнению Simpson. Для этого в конце диастолы, определенном в режиме кинопетли как первый кадр после закрытия митрального клапана или на начальной части комплекса QRS ЭКГ, трассируют по поверхности эндокарда максимальную по площади полость левого желудочка в четырехкамерной и двухкамерной апикальных позициях. Папиллярные мышцы исключают из расчета путем трассировки через их основания. Деформации и ремоделирование левого желудочка менее всего влияют на точность расчета, т. к. левый желудочек разбивается автоматически на 20 дисков одинаковой

высоты (a_i и b_i). Для расчета объема желудочка площади дисков ($a_i \times b_i \times \pi/4$) суммируются, сумма умножается на длину левого желудочка:

$$LV \text{ volume} = \sum_{n=20} [A_i \times L/20]$$

Конечный систолический объем, мл рассчитывается автоматически по уравнению Simpson в четырехкамерной и двухкамерной апикальных позициях при трассировании по эндокарду минимальной по площади полости левого желудочка в конце систолы или определенной в режиме кинопетли в следующем кадре после закрытия аортального клапана.

Нормальные значения конечных диастолических, конечных систолических объемов левого желудочка см в таблице 1 приложения 1.

Систолический индекс рассчитывается автоматически как отношение минутного объема к площади поверхности тела пациента. В норме систолический индекс составляет 2,8-4,2 л/мин/м² [1]. Кроме систолического индекса в современных ультразвуковых сканерах в параметрах расчета гемодинамических показателей введен ударный индекс, который составляет 43-45 мл/м² [1].

Моделью желудочка в **алгоритме площадь-длина** является эллипсоид, где две из трех осей равны. Расчеты конечно-диастолического и конечно-систолического объемов левого желудочка производятся в четырехкамерной или двухкамерной апикальной позиции:

$$LV \text{ volume} = \frac{5}{6} \times A^2/L$$

Чтобы избежать ошибок в измерении объемов в 2D-режиме, необходимо убедиться, что стандартная апикальная позиция выведена корректно, плоскость сечения проходит через верхушку сердца. Для этого датчик устанавливают ниже и левее места пальпации верхушечного толчка. Для расчета выбирают сердечные циклы с наилучшим качеством визуализации. При ручной трассировке полости левого желудочка из измерения исключают папиллярные мышцы путем проведения линии трассировки через их основание. Трассировку полости выполняют от медиальной части митрального кольца по эндокарду межжелудочковой перегородки, эндокарду верхушки и далее боковой стенки левого желудочка до латеральной части митрального фиброзного кольца. На уровне митрального клапана контур автоматически замыкается прямой линией, соединяющей две противоположные точки митрального кольца. Длина определяется как расстояние между серединой этой линии и наиболее удаленной точкой контура верхушки левого желудочка.

Расчет объема левого предсердия. Вследствие неправильной формы полости левого предсердия предпочтительным методом оценки состояния полости левого предсердия является расчет объема левого предсердия в 2D-

режиме в апикальном доступе с использованием алгоритмов расчета объемов: методом дисков во взаимно перпендикулярных проекциях; если качественная визуализация возможна только в одном доступе - алгоритмом площадь-длина в апикальной четырехкамерной или апикальной двухкамерной позиции. При расчете объема левого предсердия длинник левого предсердия (L) измеряется как в четырехкамерной, так и в двухкамерной апикальных позициях. При трассировке по поверхности эндокарда устья легочных вен и ушко левого предсердия исключают из расчета во избежание необоснованного завышения объема, нижней границей является уровень митрального фиброзного кольца. Расчеты производятся в конце желудочковой систолы. Нормальные значения индекса объема левого предсердия, измеренного методом дисков во взаимно перпендикулярных проекциях в апикальном доступе, составляют 16–34 мл/м² [1] (таблица 4 приложения 1).

Методики расчета и нормальные значения массы миокарда левого желудочка

Расчет массы миокарда левого желудочка в М-режиме дает лишь приблизительное представление о массе миокарда, особенно при асимметричной форме и дилатации полости левого желудочка. Поэтому данный расчет не рекомендуется к исполнению в стандартном протоколе ЭхоКГ.

Расчет массы миокарда левого желудочка в М-режиме производится по следующей формуле:

$$LV\ mass = 0,80 [1,04(ST_d + PWT_d + LVID_d)^3 - LVID_d^3] + 0,6\ g,$$

где ST_d – толщина межжелудочковой перегородки в диастолу, PWT_d – толщина задней стенки левого желудочка в диастолу, $LVID_d$ – конечный диастолический размер левого желудочка.

Формула предложена Американской ассоциацией эхокардиографии для расчета массы миокарда левого желудочка в М-режиме. Методика основывается на предположении, что левый желудочек имеет форму вытянутого эллипса с отношением размеров по длинный и короткий осям 2:1 и симметричное распределение гипертрофии [1]. Таким образом, методика может быть использована только у пациентов без существенных изменений геометрии левого желудочка. Все измерения должны быть выполнены в конце диастолы (кадр перед закрытием митрального клапана, кадр в сердечном цикле, в котором производились линейные измерения желудочка). Так как измеренные в М-режиме размеры возводятся в третью степень, даже незначительные ошибки измерения увеличиваются. Методика переоценивает массу миокарда левого желудочка, неточна в присутствии асимметричной

гипертрофии, дилатации желудочка и других заболеваний с региональными вариациями толщины стенки, нарушениями локальной сократимости [1].

Массу миокарда левого желудочка рекомендуется вычислять в режиме двухмерной ЭхоКГ по **алгоритму площадь-длина**. По алгоритму площадь-длина первично в парастернальной позиции, короткой оси левого желудочка в срезе на уровне середины папиллярных мышц рассчитывается площадь миокарда. Для этого в конце диастолы трассируют эпикардиальный контур, затем эндокардиальный контур левого желудочка за вычетом папиллярных мышц. Автоматически рассчитываются площади эпикардиального и эндокардиального контуров, толщина миокарда, радиус короткой оси, площадь стенки левого желудочка по короткой оси. Далее в четырехкамерной апикальной позиции в конце диастолы измеряют длинную (a) и короткую (d) полуоси левого желудочка: ось d – как расстояние от митрального фиброзного кольца до уровня папиллярных мышц, на котором производился расчет по короткой оси, a – как расстояние от папиллярных мышц до апикальной поверхности эндокарда.

Формула, используемая при расчете массы левого желудочка, по алгоритму площадь - длина:

$$LV\ mass\ (A/L) = 1,05 \left\{ \left[\frac{5}{6} A_1 (a + d + t) \right] - \left[\frac{5}{6} A_2 (a + d) \right] \right\}$$

Большинство других модифицированных методик, заложенных в программное обеспечение ультразвуковых сканеров, основано на вычислении длины левого желудочка в четырехкамерной апикальной позиции (L) и толщины миокарда в парастернальном доступе, срезе по короткой оси на уровне папиллярных мышц в конце диастолы. В этом случае длина левого желудочка измеряется в четырехкамерной апикальной позиции (L) в конце диастолы от середины проекции митрального фиброзного кольца до апикальной поверхности эндокарда.

В отличие от расчетов массы миокарда в М-режиме, методики расчетов в режиме двухмерной ЭхоКГ учитывают изменения в толщине стенок и размере камеры левого желудочка, которые могут возникнуть вдоль длинной оси. Формулы включают поправку, учитывающую завышение расчетной массы по сравнению с истинной на 20 %, которое было найдено во время исследований по аттестации методики расчета в М-режиме. Поскольку прямые измерения толщины стенки левого желудочка в 2D-режиме могут давать меньшие значения, чем техника расчета в М-режиме, значения массы левого желудочка, вычисляемые по формулам для М- и 2D-режима, не могут быть взаимозаменяемыми [1].

Стандартный протокол ЭхоКГ требует расчета массы миокарда левого желудочка по алгоритму площадь-длина.

Масса миокарда левого желудочка, рассчитанная по данным М-режима, в норме составляет у мужчин 88-224 г, женщин – 67-162 г, по данным 2D-режима – у мужчин 96-200 г, женщин – 66-150 г [1] (таблица 3 приложения 1).

Индекс массы миокарда левого желудочка, г/м² рассчитывается автоматически как отношение массы миокарда левого желудочка к площади тела пациента.

Индекс массы миокарда левого желудочка при расчете в М-режиме у мужчин в норме составляет 49-115 г/м², у женщин – 43-95 г/м², по данным 2D-режима у мужчин – 50-102 г/м², женщин – 44-88 г/м² [1] (таблица 3 приложения 1).

Номенклатура сегментов левого желудочка

В протоколе ЭхоКГ рекомендуется производить оценку и описание локальной сократимости левого желудочка по 16- или 17-сегментарной модели согласно рекомендациям Американской ассоциации эхокардиографии и Европейского ассоциации сердечно-сосудистой визуализации [1] (рисунок 1). Выделяют передние, переднебоковые, нижнебоковые, нижние, нижнеперегородочные и переднеперегородочные базальные и средние сегменты, передний, перегородочный, нижний, боковой апикальные сегменты и верхушка.

Методики расчета и нормальные значения показателей, характеризующих систолическую функцию правого желудочка

Оценка продольной систолической функции правого желудочка может основываться на определении **амплитуды движения трикуспидального фиброзного кольца в систолу к верхушке (Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion – TAPSE)**. Систолическая экскурсия кольца трикуспидального клапана показала хорошую корреляцию с параметрами глобальной систолической функции правого желудочка [1], оценивается в четырехкамерной апикальной позиции в М-режиме путем формирования среза через латеральную часть трикуспидального фиброзного кольца. Движение кольца трикуспидального клапана - 17 мм (в норме 24±3,5 мм) указывает на значительное снижение систолической функции правого желудочка и является плохим прогностическим маркером при различной сердечно-сосудистой патологии, особенно при инфаркте миокарда и легочной гипертензии [1]. Ограничениями методики являются пластика и протезирование трикуспидального клапана, зависимость от объемной перегрузки правого желудочка, угла сканирования.

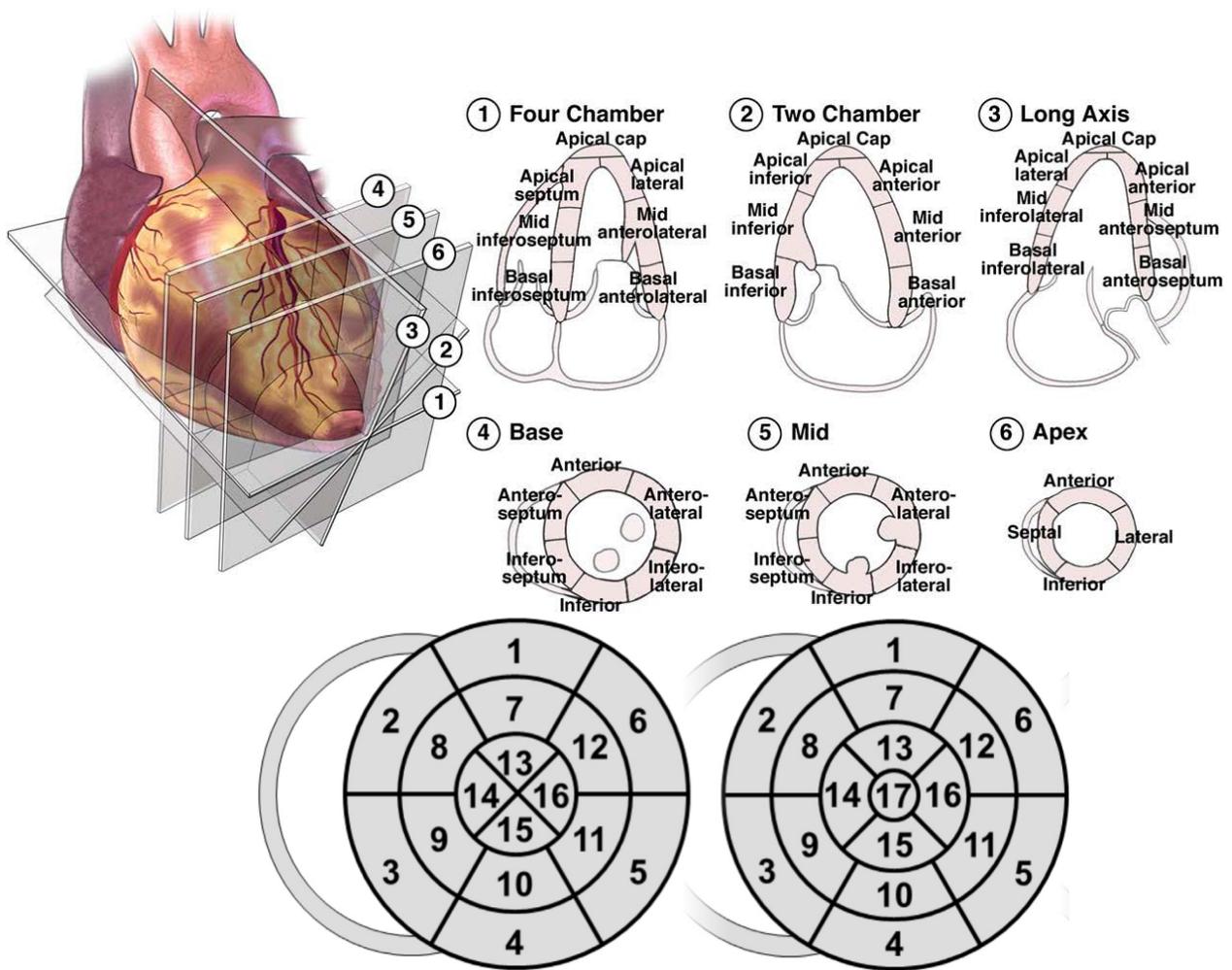


Рисунок 1. Схема деления миокарда левого желудочка на 16 и 17 сегментов согласно рекомендациям Американской ассоциации эхокардиографии и Европейской ассоциации сердечно-сосудистой визуализации [1]. В четырехкамерной апикальной позиции (схема 1) слева направо выделяют basal inferoseptum – базальный нижнеперегородочный, mid inferoseptum – средний нижнеперегородочный, apical septum – апикальный перегородочный, apical cap – апикальный, apical lateral – апикальный боковой, mid anterolateral – средний переднебоковой, basal anterolateral – базальный переднебоковой сегменты. В двухкамерной апикальной позиции (схема 2) выделяют basal inferior – базальный нижний, mid inferior – средний нижний, apical inferior – апикальный нижний, apical cap – апикальный, apical anterior – апикальный передний, mid anterior – средний передний, basal anterior – базальный передний. В плоскости длинной оси левого желудочка (схема 3) выделяют basal inferolateral – базальный нижнебоковой, mid inferolateral – средний нижнебоковой, apical lateral – апикальный боковой, apical cap – апикальный, apical anterior – апикальный передний, mid anteroseptum – средний переднеперегородочный, basal anteroseptum – базальный переднеперегородочный. В парастеральной позиции, плоскостях короткой оси на базальном и среднем уровнях выделяют сегменты: anterior – передние (сегменты 1, 7), antero-septum – переднеперегородочные (сегменты 2, 8), infero-septum – нижнеперегородочные (сегменты 3, 9), inferior – нижние (сегменты 4, 10), inferolateral – нижнебоковые (сегменты 5, 11), anterolateral – переднебоковые (сегменты 6, 12). В парастеральной позиции, короткой оси на апикальном уровне (схема 6) выделяют сегменты: anterior – передний (сегмент 13), septal – перегородочный (сегмент 14), inferior – нижний (15), lateral – боковой (сегмент 16), верхушка (сегмент 17). Стенки правого желудочка определяют границы перегородочных сегментов

Конечно-диастолическая ($KДП_{ПЖ}$, *End-Diastolic Area, EDA*) и **конечно-систолическая** ($KСП_{ПЖ}$, *End-Systolic Area, ESA*) площади рассчитываются в четырехкамерной апикальной позиции путем трассировки правого желудочка по поверхности эндокарда, начиная от латеральной части кольца трикуспидального клапана вдоль свободной стенки правого желудочка к верхушке и далее вдоль межжелудочковой перегородки к септальной части кольца трикуспидального клапана, в конце диастолы и в конце систолы. Трабекулы, папиллярные мышцы и модераторный пучок включаются в площадь правого желудочка.

Максимальный референтный уровень значения $KДП_{ПЖ}$ составляет 25 см^2 [8]. Нормальные значения $KСП_{ПЖ}$ составляют у мужчин $3-15 \text{ см}^2$, у женщин – $3-11 \text{ см}^2$ [1].

Расчет **фракции изменения площади** ($ФИП_{ПЖ}$, *FAC – Fractional Area Change*) производят по следующей формуле:

$$ФИП_{ПЖ} = (KДП_{ПЖ} - KСП_{ПЖ}) / KДП_{ПЖ} \times 100\%$$

Минимальным референтным уровнем $ФИП_{ПЖ}$ является 35% [1,8], значения $< 35\%$ указывают на систолическую дисфункцию [1] (таблица 6 приложения 1).

Конечно-систолическая площадь/объем правого предсердия измеряется в конце систолы правого желудочка путем трассировки правого предсердия по эндокардиальной поверхности от септальной до латеральной части трикуспидального фиброзного кольца, исключая области трикуспидального клапана, нижней полой вены, ушка предсердия. Объем правого предсердия рассчитывается по формуле площадь-длина. Максимальный референтный уровень конечно-систолической площади правого предсердия составляет 18 см^2 [6], нормальные значения индекса объема правого предсердия у мужчин – $25 \pm 7 \text{ мл/м}^2$, у женщин – $21 \pm 6 \text{ мл/м}^2$ [1]. Индекс объема правого предсердия $> 30 \text{ мл/м}^2$ представляет патологическую дилатацию правого предсердия [8].

Методика расчета показателей трансмитрального кровотока, характеризующих диастолическую функцию левого желудочка

В режиме импульсно-волновой доплерографии в четырехкамерной апикальной позиции измеряют следующие показатели: $IVRT$ (время изоволюметрической релаксации левого желудочка), DT_E (время замедления потока раннего диастолического наполнения), скорости пиков E и A , отношение E/A .

$IVRT$ – время изоволюметрической релаксации левого желудочка рассчитывают от середины клика закрытия аортального клапана до начала митрального кровотока в четырехкамерной апикальной позиции, развернутой

вперед для выведения выносящего тракта левого желудочка, или пятикамерной апикальной позиции. Контрольный объем импульсноразрывного доплера высотой 3-5 мм устанавливают между аортальным и митральным клапанами для получения одновременно аортального и митрального кровотоков и кликов закрытия-открытия клапанов. Расчет может быть выполнен в режиме непрерывноразрывной доплерографии. В норме *IVRT* составляет 70-90 (63 ± 11) мсек, однако нормальные значения *IVRT* варьируют в зависимости от возраста и ЧСС.

DT_E – время замедления потока в фазу раннего диастолического наполнения, отражает скорость снижения раннего диастолического градиента давления между левым предсердием и левым желудочком и тесно связано с механическими свойствами левого желудочка. *DT_E* рассчитывается как временной интервал, за который поток раннего диастолического наполнения замедляется от максимума в точке *E* до изолинии. В норме показатель составляет 160-220 мсек.

A_{dur} – продолжительность кровотока в систолу левого предсердия. Показатель *A_{dur}* рассчитывается от начала до окончания пика *A* трансмитрального кровотока. Для расчета *A_{dur}* контрольный объем импульсноразрывного доплера должен быть установлен в полости левого предсердия на уровне кольца митрального клапана в четырехкамерной апикальной позиции [9].

E – скорость пика раннего диастолического наполнения, в норме составляет 0,7-1,0 м/сек.

A – скорость пика позднего диастолического наполнения, в норме 0,45-0,7 м/сек.

Отношение скоростей пиков раннего и позднего наполнения левого желудочка (*E/A*), в норме 1,0-1,5.

Показатели кровотока в легочных венах и методика их расчетов

Для исследования кровотока в легочных венах применяют четырехкамерную апикальную позицию, контрольный объем импульсноразрывного доплера устанавливают в устье верхней правой легочной вены на глубине 10-20 мм. При синусовом ритме поток представлен систолическим (*S*), диастолическим (*D*) и предсердным (*Ar*) пиками. В норме систолический пик больше по скорости, чем диастолический, они направлены в сторону датчика. В систолу левого предсердия формируется волна реверсии в легочные вены – пик *Ar*, располагающийся ниже изолинии.

Средние значения скоростей кровотока в легочных венах в норме: пик *S* - $0,56 \pm 0,13$ м/сек, пик *D* - $0,44 \pm 0,16$ м/сек, пик *Ar* - $0,32 \pm 0,07$ м/сек.

$A_{r_{dur}} - A_{dur}$ – разница продолжительностей предсердной фазы реверсии кровотока в легочные вены и познедиастолической трансмитральной фазы кровотока. В норме показатель составляет - 20 мсек.

Основные показатели импульсноволновой тканевой доплерографии

Оценка систолической функции левого желудочка по скорости систолического пика движения митрального фиброзного кольца. В режиме импульсноволновой тканевой доплерографии в четырехкамерной апикальной позиции оценивают скорости систолического пика движения медиальной и латеральной части митрального фиброзного кольца (s'). При исследовании латеральной части митрального фиброзного кольца контрольный объем импульсноволнового тканевого доплера устанавливают на точку крепления задней створки митрального клапана к боковой стенке левого желудочка, при исследовании медиальной части митрального фиброзного кольца – на точку крепления передней створки митрального клапана к межжелудочковой перегородке. В норме значение скорости s' митрального фиброзного кольца более 9 см/сек, снижение скорости s' до 7-4 см/сек указывает на незначительное нарушение систолической функции левого желудочка, менее 3 см/сек – на выраженные нарушения.

Скорость раннедиастолического пика движения митрального фиброзного кольца e' рассчитывается путем установки контрольного объема импульсноволнового тканевого доплера на медиальной и латеральной части фиброзного кольца в четырехкамерной апикальной позиции. В норме скорость септального пика $e' \geq 8$ см/сек, латерального пика $e' \geq 10$ см/сек, скорость пиков снижается при замедлении релаксации, повышении давления наполнения левого желудочка [1,10]. Аномальными значениями скорости септального раннедиастолического пика движения митрального фиброзного кольца являются значения < 7 см/сек, латерального пика $e' < 10$ см/сек [9].

Отношение скорости трансмитрального раннедиастолического кровотока и раннедиастолического пика движения митрального фиброзного кольца E/e' нормализует скорость раннего диастолического наполнения к скорости увеличения объема левого желудочка и позволяет оценить давление наполнения левого желудочка [9]. Отношение E/e' (средняя e') обратно пропорционально давлению наполнения левого желудочка: $E/e' < 8$ свидетельствует о нормальном давлении наполнения левого желудочка, $E/e' > 14$ специфично для высокого давления наполнения левого желудочка. Промежуточные значения отношения E/e' требуют дополнительных расчетов: оценки потока крови в легочных венах, объема левого предсердия, скорости

трикуспидальной регургитации в режиме непрерывноволновой доплерографии [9].

Скорость систолического движения кольца трикуспидального клапана в режиме импульсноволновой тканевой доплерографии (s'_{RV}) определяют в четырехкамерной апикальной позиции. Контрольный объем устанавливают на латеральной части трикуспидального фиброзного кольца у точки крепления передней створки трикуспидального клапана к боковой стенке правого желудочка. Показатель s'_{RV} имеет большое прогностическое значение при дисфункции правого желудочка. Минимальный референтный уровень показателя s'_{RV} в режиме импульсноволновой тканевой доплерографии составляет 10 мм/сек [11]. Значения $s'_{RV} < 9,5$ см/сек указывают на систолическую дисфункцию правого желудочка [1,7].

Минимальный референтный уровень скоростей пиков e' и a' латеральной части трикуспидального фиброзного кольца в режиме импульсноволновой тканевой доплерографии в норме составляет 8 и 7 см/сек, соответственно [7].

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ДУПЛЕКСНОМУ СКАНИРОВАНИЮ АРТЕРИАЛЬНОЙ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Ультразвуковое дуплексное сканирование артерий брюшинного пространства и брюшной полости выполняется датчиком конвексного формата с частотой сканирования 2,5-5 МГц, брахиоцефальных артерий на экстракраниальном уровне, магистральных артерий верхних и нижних конечностей – линейными датчиками с диапазоном частот 5-10 МГц, изолированно для исследования поверхностных вен могут быть использованы линейные датчики с частотой 10-16 МГц. Для исследования брахиоцефальных артерий на интракраниальном уровне применяются секторные датчики с частотой 1-2,5 МГц.

Ультразвуковое исследование артериальной сосудистой системы направлено на получение детальной информации о состоянии сосуда (его стенки, просвета) и окружающих тканей в 2D-режиме и оценку гемодинамики с применением доплеровских методик. Качественную информацию о состоянии кровотока получают в режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК), количественную – в импульсноволновом доплеровском режиме. Комплексный анализ параметров во всех трех режимах позволяет получить целостное представление об исследуемом сосудистом бассейне и характере патологического процесса. В протоколе дуплексного сканирования

артерий должны быть отражены анатомическая и гемодинамическая характеристики артериального бассейна.

Алгоритм анатомической характеристики артерий в 2D-режиме

1. Геометрия (соответствие хода сосуда анатомической траектории): ход артерии не изменен; нарушен вследствие артериальной гипертензии, гипотензии, ангиодисплазии, экстравазального влияния в виде деформации, извитости (С-образной, S-образной, волнообразной, петлеобразной).

В случае извитости артерии с локальным гемодинамическим сдвигом, указывается расстояние от устья артерии до входа в извитость.

2. Проподимость сосуда с оценкой просвета артерии: артерия проходима; просвет не изменен (указывается внутрипросветный диаметр); артерия стенозирована (на всем протяжении, локально); дилатирована (на всем протяжении, локально); окклюзирована (облитерирована, тромбирована), имеется аневризма, псевдоаневризма. При наличии внутрипросветных образований описывается их локализация, протяженность, эхогенность, оценивается степень нарушения проходимости.

3. Эхогенность просвета: просвет однородный, гипозохогенный (анэхогенный); в случае внутрипросветных включений изменение эхогенности просвета: просвет гипозохогенный, изоэхогенный, гиперэхогенный неоднородный.

4. Состояние внутрипросветных образований: атеросклеротические бляшки эхонегативные, гипозохогенные однородные, неоднородные, преимущественно эхонегативные с небольшими (< 25%) эхопозитивными включениями, преимущественно эхопозитивные с малыми (< 25%) эхонегативными включениями, гиперэхогенные с акустической тенью, без акустической тени, состояние фиброзной покрышки: не визуализируется, тонкая гиперэхогенная, в тромботическими наложениями, разорвана, атеросклеротические бляшки с изъязвлением, неравномерностью контура; протяженность внутрипросветного образования, степень стенозирования просвета; окклюзия.

3. Состояние сосудистой стенки: толщина комплекса интима-медиа в мм; равномерное или неравномерное утолщение; дифференцировка на слои сохранена, потеряна частично, полностью, дополнительные слои; эхогенность; отложение солей кальция («глубчатый кальциноз» в меди, диффузное отложение солей кальция без акустической тени, с акустической тенью); ровная (неровная) внутренняя поверхность. Измерение толщины комплекса интима-медиа производится в контрольных точках (см ниже).

4. Состояние паравазальных тканей (наличие, форма, степень, причина экстравазального воздействия). Экстравазальные влияния присутствуют

вследствие объемных образований внутренних органов и мягких тканей (опухолей, гематом, абсцессов, кист); воспалительных и онкологических процессов в лимфатических узлах; травм, деформаций и гиперплазии костных структур:

4.1. Экстравазальное сдавление:

- Сужение просвета сосуда из-за сдавления извне.

4.2. Деформация вследствие экстравазального влияния:

- Изменение траектории хода сосуда.

4.3. Прорастание стенки сосуда объемным образованием без или с формированием опухолевого тромбоза:

- в случае прорастания стенки сосуда объемным образованием без формирования опухолевого тромбоза достоверная диагностика прорастания стенки сосуда затруднена и зависит от класса ультразвукового оборудования;
- в случае прорастания стенки сосуда объемным образованием с формированием опухолевого тромбоза выявляется внутрисосудистое образование различных размеров, протяженности, эхогенности.

Алгоритм гемодинамической характеристики артериального бассейна

1. Качественная оценка кровотока в режиме ЦДК:

1.1. Пройодимость сохранена в полном объеме: наличие цветовой картограммы потока; однородность заполнения просвета сосуда цветом; направление кровотока (антеградное, ретроградное; двунаправленный (реверберирующий) характер кровотока).

1.2. Нарушение проходимости (стеноокклюзирующая патология) вследствие атеросклероза, тромбоза различной этиологии, васкулита: дефект заполнения просвета сосуда цветом в зоне внутрисосудистого образования; элайзинг-эффект (при настройке доплеровской шкалы в диапазоне физиологических скоростей кровотока) в случае локального ускорения кровотока; дезорганизация потока. На полное нарушение проходимости сосуда (окклюзию) указывает «обрыв» цветовой картограммы кровотока перед препятствием, отсутствие цветового заполнения в зоне препятствия, появление цветовой картограммы потока в зоне коллатерального заполнения сосуда. Расширение цветовой картограммы потока в зоне дилатации, аневризмы, ложной аневризмы.

1.3. Сосудистая геометрия: изменения отсутствуют (ход артерии прямолинеен, соответствует анатомической траектории, характерен типичный тип деления). Отклонение хода сосуда от анатомической траектории вследствие артериальной гипертензии, гипотензии, ангиодисплазии, экстравазального влияния: ход сосуда не соответствует анатомическим

ориентирам; деформация артерии (нарушение траектории хода сосуда в одной или нескольких плоскостях с формированием углового изгиба, извитости: С-, S-образной, волнообразной, петлеобразной).

2. Спектральная характеристика кровотока в режиме импульсно-волновой доплерографии:

2.1. Качественные характеристики: направление кровотока (антеградное, ретроградное; двунаправленный (реверберирующий) характер кровотока); организованность (организованный, дезорганизованный, турбулентный); спектральное расширение четкое, размытое; увеличение спектрального расширения с (без) реверсивным потоком; спектральное окно чистое, заполненное; признаки турбуленции (на огибающей доплеровского спектра, с появлением отрицательных составляющих доплеровского спектра под систолическим пиком кровотока). Отдельно описывается тип кровотока: магистральный, переходный (для артерий с высоким периферическим сопротивлением), магистральный измененный, коллатеральный; отсутствует.

2.2. Количественная характеристика кровотока: абсолютные показатели и их соответствие нормативным возрастным значениям; при необходимости может быть рассчитана асимметрия кровотока по пиковой систолической скорости и индексу периферического сопротивления (индекса резистентности). При наличии стенозирующей патологии проводится оценка величины эффективного (остаточного) просвета по степени выраженности локального гемодинамического сдвига.

2.3. При наличии деформаций хода брахиоцефальных артерий на экстракраниальном уровне оценивается степень выраженности локального гемодинамического сдвига в зоне деформации. Для этого выполняются измерения пиковых систолических скоростей кровотока перед входом в деформацию, в зоне максимального ускорения потока в зоне деформации, в дистальном по отношению к деформации отделе артерии. Значения пиковых систолических скоростей должны быть указаны в протоколе дуплексного сканирования артерий.

В 2D-режиме проводится количественная оценка следующих параметров: внутрипросветный диаметр сосуда; толщина комплекса интимамедиа; при наличии внутрипросветных образований степень нарушения проходимости просвета сосуда, выраженная в процентах.

В 2D-режиме возможна корректная оценка только величины **внутрипросветного диаметра сосуда**. Ограничением для измерения наружного диаметра являются близкие акустические характеристики адвентиции и паравазальных тканей, что не позволяет при визуальной оценке достоверно дифференцировать границы адвентиции. Для минимизации ошибки измерение внутрипросветного диаметра целесообразно осуществлять в поперечном или продольном срезе, ориентируя плоскость сканирования по

отношению к кожным покровам под углом, близким к 90°. В артериях, где возможно выведение поперечного сечения сосуда, измерение внутрипросветного диаметра должно выполняться в поперечном срезе, что позволяет произвести расчет с минимальной погрешностью.

Величина внутрипросветного диаметра соответствует расстоянию между внутренними поверхностями интимы передней и задней, относительно сканирующей поверхности ультразвукового датчика, стенок сосуда.

Методика измерения диаметра брюшной аорты

Сканирование брюшной аорты выполняется в продольной и поперечной плоскостях от диафрагмы до бифуркации аорты. Перед измерением диаметра должно быть получено поперечное округлое изображение аорты, которое формируется перпендикулярно продольной оси аорты. Диаметром брюшного отдела аорты является переднезадний размер, измеренный от внутрипросветной поверхности интимы передней по отношению к датчику стенки до внутрипросветной поверхности интимы задней стенки аорты.

В отсутствие дилатации аорты в протоколе ультразвукового исследования должны быть указаны переднезадний размер супраренального и инфраренального отделов аорты. Инфраренальный отдел аорты измеряют проксимальнее 1 см от бифуркации. По данным МРТ верхняя граница нормы диаметра проксимальной части абдоминальной аорты составляет 2,0 см [3].

Методика измерения толщины комплекса интима-медиа (КИМ)

Для стандартизованной оценки толщины КИМ используются два артериальных сосуда: общая сонная и бедренная артерии, что обусловлено значительным постоянством их анатомической топографии, достаточным размером, доступностью для визуализации, поверхностным расположением параллельно поверхности кожи. Измерение толщины КИМ должно производиться линейным датчиком с частотой более 7 МГц при продольном сканировании по задней стенке общей сонной (общей бедренной) артерии, оптимально в диастолу, проксимальнее 1-1,5 см от бифуркации, в режиме увеличения изображения. Измерение КИМ по передней стенке не допустимо ввиду двойного преломления ультразвукового луча на границах сред с более высокими и более низкими акустическими импедансами (на границах адвентиция-медиа и интима-просвет).

Положение общей сонной (общей бедренной) артерии на экране должно быть горизонтальным, строго перпендикулярно направлению ультразвукового луча. Воспроизводимость и точность измерений толщины КИМ является самой высокой в скане, где визуализируется дистальный отдел и бифуркация

общей сонной артерии и проксимальный отдел внутренней сонной артерии [13-15]. Измерения должны производиться в зоне, свободной от атеросклеротических бляшек, с четко выраженной дифференцировкой на слои. Маркеры курсоров измерения устанавливают на внутреннюю, по отношению в просвету сосуда, поверхность интимы и на внешнюю, по отношению к адвентиции, поверхность меди [13-15]. За нормальную величину толщины КИМ в дистальном участке общей сонной артерии принимается абсолютное значение $\leq 0,9$ мм [13-15], общей бедренной артерии $\leq 1,1-1,2$ мм [17].

Кроме измерения толщины должны оцениваться дифференцировка на слои и состояние внутренней поверхности КИМ. В норме в 2D-режиме КИМ представляет собой два четко дифференцируемых слоя: интиму умеренной эхогенности и медию низкой эхогенности. Эхогенность адвентиции сопоставима с эхогенностью окружающих тканей, поэтому адвентиция не дифференцируется как отдельный слой сосудистой стенки. Толщина слоев интимы и меди в норме одинакова, слои непрерывные, ровные. Поверхность КИМ со стороны просвета артерии в норме гладкая, непрерывная.

Расчет лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ)

Для обобщенного анализа эффективности артериального кровенаполнения нижних конечностей, оценки степени гипоперфузионных нарушений при стеноокклюзирующих поражениях и адекватности коллатеральной компенсации имеющихся расстройств определяется величина ЛПИ как отношение систолического артериального давления в дистальных отделах задней и передней большеберцовых артерий (далее – ЗББА и ПББА, соответственно) к систолическому давлению в плечевой артерии. Исследование проводят в положении пациента лежа на спине. Пневматическую манжету тонометра на верхней конечности накладывают на среднюю треть плеча, на нижних конечностях – на нижнюю треть голени над лодыжками. Систолическое артериальное давление измеряется путем локации кровотока в режиме импульсволновой доплерографии в плечевой артерии на уровне кубитальной ямки (лучевой либо локтевой артерии на уровне лучезапястного сустава), на голени в ЗББА за медиальной лодыжкой и ПББА по передней поверхности голеностопного сустава. Для этого, после получения доплеровского спектра артериального кровотока в артерии, накачивают воздухом пневматическую манжету до перекрытия просвета сосуда и прекращения кровотока дистальнее манжеты. Систолическое давление определяют по манометру при медленной декомпрессии манжеты в момент восстановления кровотока в артерии и появлении доплеровского спектра. Необходимым условием является оценка артериального давления на обеих

верхних конечностях с целью исключения стеноокклюзирующего поражения проксимальных отделов подключичных артерий. Оценка систолического артериального давления проводится в связи с его ранними изменениями при гипоперфузионных нарушениях в системе магистральных артерий нижних конечностей, в то время как величины диастолического и среднего артериального давления меняются в более поздние сроки при грубых нарушениях артериальной проходимости.

ЛПИ для ЗББА = s АД на ЗББА / s АД на плече,

ЛПИ для ПББА = s АД на ПББА / s АД на плече.

В норме величина ЛПИ равна или больше 1.

Нормальные значения скоростей кровотока в артериях приведены в таблицах 1-3.

Таблица 1. Нормативные показатели кровотока в экстракраниальном отделе брахиоцефальных артерий в возрастных группах здоровых взрослых ($M \pm s$).

[16]

Показатель	Артерия	16 – 20 лет	20 – 30 лет	30 – 40 лет	40 – 50 лет	50 – 60 лет
Vps, см/с	ОСА	114,0 ± 19,5	97,0 ± 15,6	85,0 ± 14,0	75,6 ± 8,3	75,9 ± 9,4
	ВСА	86,8 ± 19,9	72,3 ± 14,7	65,9 ± 10,3	66,1 ± 13,1	61,1 ± 10,9
	ПА	42,9 ± 11,2	43,4 ± 8,7	34,3 ± 9,4	34,2 ± 6,9	34,0 ± 7,4
Ved, см/с	ОСА	26,5 ± 7,5	24,6 ± 5,7	26,1 ± 10,1	21,8 ± 4,3	22,4 ± 5,9
	ВСА	35,2 ± 13,2	30,2 ± 10,8	27,0 ± 7,4	27,5 ± 7,0	25,8 ± 7,4
	ПА	14,2 ± 4,1	13,7 ± 3,6	13,6 ± 4,9	12,3 ± 3,6	12,2 ± 3,66
RI, у.е.	ОСА	0,76 ± 0,06	0,74 ± 0,07	0,69 ± 0,11	0,7 ± 0,05	0,71 ± 0,07
	ВСА	0,6 ± 0,09	0,58 ± 0,09	0,59 ± 0,08	0,58 ± 0,07	0,58 ± 0,09
	ПА	0,66 ± 0,05	0,68 ± 0,07	0,61 ± 0,12	0,64 ± 0,06	0,64 ± 0,06
S/D	ОСА	4,58 ± 1,4	4,14 ± 1,1	3,3 ± 0,2	3,6 ± 0,6	3,6 ± 0,9
	ВСА	2,7 ± 1,2	2,56 ± 0,72	2,6 ± 0,12	2,5 ± 0,6	2,5 ± 0,67
	ПА	3,07 ± 0,58	3,3 ± 0,8	2,64 ± 0,11	2,9 ± 0,6	2,8 ± 0,77

Примечание: ОСА – общая сонная артерия, ВСА – внутренняя сонная артерия, ПА – позвоночная артерия, Vps – пиковая систолическая скорость кровотока, Ved – максимальная конечная диастолическая скорость кровотока, RI – индекс периферического сопротивления (индекс резистентности), S/D – систолодиастолическое соотношение.

Таблица 2. Основные параметры кровотока в интракраниальных артериях в норме ($M \pm s$) [11,16,17]

Артерии	Скорость кровотока, см/сек			PI	RI	D, мм
	Vps	Ved	TAV			
СМА	125 ± 2,5	58 ± 1,3	40,1 ± 6,1	0,83 ± 0,14	0,54 ± 0,04	2,8 ± 0,8
ПМА	92 ± 1,2	46 ± 1,3	26,7 ± 2,9	0,84 ± 0,13	0,55 ± 0,05	2,6 ± 0,5
ЗМА	75 ± 1,8	39 ± 1,1	28,4 ± 2,4	0,82 ± 0,11	0,53 ± 0,12	2,0 ± 0,3
ПА	63 ± 1,6	35 ± 0,7	-	0,85 ± 0,12	0,58 ± 0,06	4,0 ± 0,7
ОА	68 ± 1,5	36 ± 0,9	21,9 ± 1,9	0,84 ± 0,13	0,57 ± 0,06	4,9 ± 0,9
Задняя нижняя мозжечковая артерия	55 ± 1,1	3 ± 0,8	-	0,8 ± 0,14	0,55 ± 0,03	-
ГА	45 ± 0,8	-	21 ± 0,5	-	-	1,6 ± 0,3
Сифон ВСА	50 ± 2,0	15 ± 0,2	41 ± 1,1	0,82 ± 0,16	0,52 ± 0,06	4,1 ± 0,7

Примечание: СМА – средняя мозговая артерия, ПМА – передняя мозговая артерия, ЗМА – задняя мозговая артерия, ПА – позвоночная артерия, ОА – основная артерия, ГА – глазная артерия, ВСА – внутренняя сонная артерия, Vps – пиковая систолическая скорость кровотока, Ved – максимальная конечная диастолическая скорость кровотока, TAV – усредненная по времени средняя скорость кровотока, PI – пульсационный индекс, D – диаметр

Таблица 3. Средние значения линейных и объемных параметров кровотока в артериях нижних конечностей (mean±sd, min-max) [17]

Артерии	Диаметр, мм	Vps, см/сек	Ved, см/сек	TAMX, см/сек	TAV, см/сек	PI	Vvol, мл/мин
ОБА	7,5 ± 1,1	72,7 ± 14,8	11,8 ± 4,9	12,9 ± 3,8	6,3 ± 2,3	4,9 ± 0,8	167,7 ± 37,1
	5,1 - 8,4	55 - 103	6 - 22	9 - 20	3 - 11	3,9 - 5,9	123 - 230
БА	6,3 ± 0,8	60,3 ± 8,2	9,9 ± 3,4	8,8 ± 2,8	5,1 ± 2,1	6,6 ± 3,1	88,7 ± 22,4
	5,1 - 7,7	51 - 77	7 - 19	4 - 12	2 - 9	4,2 - 12,7	46 - 139
ГБА	4,3 ± 0,9	52,6 ± 11,3	6,6 ± 2,1	8,4 ± 3,8	5 ± 2,1	5,1 ± 1	39,6 ± 11,8
	2,8 - 5,8	39 - 77	5 - 11	2 - 13	2 - 8	3,5 - 6,4	23,8 - 63,8
ПКА	5,5 ± 0,6	45,6 ± 7,3	8,1 ± 2,1	6,3 ± 2,1	2,9 ± 0,7	5,8 ± 1,0	42,4 ± 11,9
	4,4 - 6,5	34 - 59	5 - 10	2 - 13	2 - 4	3,8 - 7,9	27,4 - 65,6
ЗББА	1,9 ± 0,4	50,1 ± 12,9	7,4 ± 2,9	5,9 ± 1,9	2,4 ± 1,4	8 ± 2,7	4,9 ± 1,9
	1,3 - 2,7	35 - 87	4 - 15	1 - 17	1 - 11	4,2 - 13	1,2 - 12,8
АТС	1,8 ± 0,3	58,2 ± 17,9	7,6 ± 3,1	5,6 ± 3	2,9 ± 1,4	10,3 ± 2,5	3,6 ± 0,6
	1,3 - 2,1	42 - 83	5 - 12	3 - 10	2 - 5	7,2 - 12,3	2,7 - 4,2

Примечание: ОБА – общая бедренная, БА – бедренная, ГБА – глубокая бедренная, ПКА – подколенная, ЗББА – задняя большеберцовая, ПББА – передняя большеберцовая артерии, АТС – артерия тыла стопы, Vps – пиковая систолическая скорость кровотока, Ved – максимальная конечная диастолическая скорость кровотока, TAMX – усредненная по времени максимальная скорость кровотока, TAV – усредненная по времени средняя скорость кровотока, PI – пульсационный индекс, Vvol – объемная скорость кровотока.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ДУПЛЕКСНОМУ СКАНИРОВАНИЮ ВЕНОЗНОЙ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

В протоколе дуплексного сканирования вен должны быть отражены анатомическая и гемодинамическая характеристики венозного бассейна.

Алгоритм анатомической характеристики вен в 2D-режиме

1. Проходимость вен:

1.1. Вены проходимы (просветы свободны, при компрессии вены датчиком происходит полное смыкание стенок вены).

1.2. Тромботическое поражение вен: протяженность (берцовый, подколенный, бедренный, подвздошный сегменты, инфраренальный, ренальный, супраренальный сегменты нижней полой вены), характер тромбоза (окклюзирующий, неокклюзирующий, эмболоопасный); эхогенность и однородность тромботических масс (гипоэхогенные однородные / неоднородные, изоэхогенные неоднородные, гиперэхогенные неоднородные, гиперэхогенные включения по типу флеболитов с (без) акустической тенью).

Компрессионная проба (проба компрессии вены датчиком) является основной методикой диагностики венозного тромбоза. Более достоверны результаты компрессионной пробы, проведенной в поперечной плоскости сканирования. Подозрительный на наличие тромбоза участок вены визуализируется в поперечной плоскости одновременно с одноименной артерией. Сила компрессии сосудистого пучка датчиком должна быть достаточной для деформации просвета артерии, при этом в норме просвет вены полностью исчезает. Затруднения при компрессии возникают при расположении венозных стволов в толще мышц, например, бедренной вены в Гунтеровом канале, значительном отеке конечности, особенно голени, липодерматосклерозе, выраженных трофических изменениях мягких тканей. В таком случае для оценки проходимости просвета вены дополнительную информацию получают при использовании режима ЦДК, применении в зависимости от расположения зоны ревизии пробы Вальсальвы, пробы проксимальной/дистальной мануальной мышечной компрессии вен (см ниже).

1.3. Динамика реканализации тромбированных венозных сегментах (отсутствие реканализации, частичная, полная реканализация).

2. Установление локализации, степени разрушения клапанного венозного аппарата; при необходимости оценка состояния терминального клапана сафенофemorального соустья (створки тонкие, подвижные, движения створок синхронизированы с актом дыхания; створки утолщены, с наложениями тромботических масс; неподвижны; разрушены).

3. При необходимости изучение состояния венозных стенок там, где возможна их визуализация (стенка тонкая, гиперэхогенная, без

дополнительных наложений, эластичная; стенка ригидная, с наложениями тромботических масс, фиброзной тяжести; слоистость стенок вены).

4. Определение внутрипросветных диаметров подкожных вен. Если пациент направлен на эндовенозную лазерную коагуляцию (облитерацию), склеротерапию варикозной болезни диаметры стволов большой подкожной вены определяются в положении пациента стоя в шести точках (на бедре тотчас за сафенофemorальным соустьем, в средней трети, нижней трети, на голени в верхней, средней третях, впереди медиальной лодыжки); диаметр малой подкожной вены в трех точках (тотчас за сафенопоплитеальным соустьем, в средней трети голени, позади латеральной лодыжки).

5. Определение расположения, взаимосвязи, вариантной анатомии основных магистральных глубоких, поверхностных, перфорантных вен, составляющих систему нижней / верхней полой вены.

6. Оценка состояния окружающих венозные сосуды тканей (лимфедема, липодерматосклероз, киста Бейкера, гематома и др.), экстравазальных влияний (объемными образованиями внутренних органов, мягких тканей, костными структурами, одноименными артериями при их деформации, аневризмах).

Алгоритм гемодинамической характеристики венозного бассейна

В диагностике венозной патологии использование цветовой и импульсно-волновой доплерографии направлено на оценку в основном качественных характеристик кровотока, количественно оценивается время рефлюкса через несостоятельный терминальный или стволовой венозный клапан.

В режимах ЦДК и импульсно-волновой доплерографии проводится оценка следующих показателей:

1. Спонтанный антеградный кровоток (есть / отсутствует); антеградный кровоток, стимулированный пробой дистальной мышечной компрессии (отсутствует, дефекты заполнения просвета вены цветом; заполнение просвета вены цветом в полном объеме; при декомпрессии отмечается рефлюкс крови в зоне несостоятельных венозных клапанов).

2. Фазность и синхронизация антеградного кровотока с актом дыхания (сохранена, синхронизация венозного кровотока с сердечной деятельностью отсутствует; монофазный кровоток; псевдоартериальная пульсация венозного кровотока).

3. Оценка изменения характера кровотока при функциональных пробах, выполняемых с целью выявления клапанной недостаточности венозных стволов и проходимости просвета вен. Степень (протяженность) патологического рефлюкса по магистральным стволам определяется качественно в режиме цветового доплеровского картирования.

Продолжительность (время) венозного рефлюкса в процессе выполнения функциональных проб оценивается количественно в режиме

импульсволновой доплерографии. Контрольный объем импульсволнового доплера устанавливают в стволе вены дистальнее створок исследуемого клапана или места его предполагаемого расположения. В момент выполнения пробы дистальнее несостоятельного клапана регистрируется ретроградный ток крови продолжительностью более 0,5 сек. Количественная характеристика продолжительности ретроградной волны кровотока дистальнее несостоятельных стволых клапанов глубоких, перфорантных и подкожных вен, терминальных клапанов большой и малой подкожных вен приводится в протоколе ультразвукового дуплексного сканирования вен при описании рефлюкса в случае посттромботического синдрома, варикозной болезни.

Гемодинамической основой функциональных проб, направленных на оценку состоятельности клапанного аппарата вен, является искусственное повышение давления в просвете вены проксимальнее клапана, что ведет к формированию ретроградной волны кровотока, вызывающей смыкание створок клапана и прекращение кровотока дистальнее состоятельного клапана.

Проба Вальсальвы основывается на максимальном подъеме инспираторного давления в течение 0,5 сек с последующим удерживанием этого давления в течение 10 сек. Пациента просят быстро глубоко вдохнуть и, не выдыхая, сильно натужиться. Критерием адекватности выполнения пробы является начальная скорость ретроградного кровотока в общей бедренной вене, составляющая не менее 30 см/сек.

Проба Вальсальвы проводится в вертикальном положении пациента с целью оценки состоятельности стволых клапанов общей бедренной и бедренной вен, терминального и стволых клапанов большой подкожной вены. В горизонтальном положении проба может быть использована для улучшения визуализации общей бедренной, бедренной вен и глубокой вены бедра в 2D-режиме и режиме ЦДК.

В норме появление ретроградного потока крови при инспираторном натуживании пациента на высоте пробы Вальсальвы приводит к смыканию створок клапана в центре просвета вены и баллонообразному суправальвулярному расширению, которое не распространяется на нижележащие отделы сосуда. В режиме ЦДК кровоток по сосуду постепенно ослабевает и полностью прекращается, ретроградная волна крови за состоятельным клапаном не определяется.

Режим ЦДК может быть использован только для выявления рефлюкса на качественном уровне. Время рефлюкса определяется по данным режима импульсволновой доплерографии. В норме в момент вдоха происходит ослабление венозного кровотока, при натуживании доплерографической сигнал полностью исчезает. На выдохе антеградный кровоток усиливается,

спектр его имеет параболическую форму, аускультативно напоминает «шум ветра».

При **кашлевой пробе** пациент производит несколько кашлевых толчков, вызывающих повышение внутрибрюшного давления, что при несостоятельности терминального и/или стволовых клапанов вызывает ретроградный кровоток через них. Кашлевая проба наиболее информативна для оценки подвижности тромботических масс в случае подозрения на флотирующий характер тромбоза в общей бедренной, бедренной вене, в приустьевом отделе большой подкожной вены. Кашлевая пробы проводится в случае наличия противопоказаний для проведения пробы Вальсальвы.

Проба дистальной мануальной мышечной компрессии выполняется в горизонтальном положении пациента для оценки проходимости глубоких вен на участке, располагающемся проксимальнее зоны компрессии. Проба может быть применена в вертикальном положении пациента для оценки состоятельности стволовых клапанов подколенной вены и глубоких вен голени, терминальных и стволовых клапанов большой и малой подкожных вен. При проведении пробы компрессируются мышцы дистальнее места локации кровотока в просвете вены. Компрессия должна быть сильной с захватом большой группы мышц, но не болезненной, и длиться около 1 сек с последующей резкой декомпрессией.

Гемодинамической основой пробы является искусственное повышение давления дистальнее области локации, вызывающее смещение потока крови из области высокого давления в область низкого давления, что в режиме импульсноволновой доплерографии проявляется повышением амплитуды антеградного кровотока и появлением aliasing-эффекта. В режиме ЦДК отмечается заполнение цветом проходимых сегментов вен. В норме в момент декомпрессии может быть зарегистрирован кратковременный ретроградный кровоток, имеющий продолжительность менее 0,5 сек, и распространяющийся до первого состоятельного стволового клапана.

Проба проксимальной мануальной мышечной компрессии применяется для оценки состоятельности клапанного аппарата вен дистальнее компрессируемого мышечного участка. Проба информативна для оценки состоятельности клапанов перфорантных вен, стволовых клапанов подколенной вены, берцовых вен. В норме проба ведет к смыканию створок клапанов и прекращению кровотока дистальнее зоны компрессии. Ультразвуковым эквивалентом эффективной запирающей функции клапанного аппарата вен при исследовании в режиме ЦДК будет исчезновение цветового заполнения просвета вены, в импульсноволновом доплеровском режиме – исчезновение доплеровского спектра дистальнее состоятельного клапана. Ускорение антеградного кровотока возникает после декомпрессии в результате создания в венах зоны пониженного давления. При патологии

венозных клапанов в момент компрессии регистрируется ретроградный ток крови продолжительностью более 0,5 сек.

Ограничение использования функциональных проб. В острой стадии тромбоза или при подозрении на венозный тромбоз функциональные пробы необходимо проводить с осторожностью во избежание фрагментации тромба и тромбоэмболии легочных артерий.

Для унификации протоколов ультразвукового дуплексного сканирования вен бассейна нижней полой вены рекомендуется использование терминологии Международного союза флебологов (таблица 4).

Таблица 4. Номенклатура глубоких, поверхностных, перфорантных вен нижних конечностей Международного союза флебологов [18-21]

Глубокие вены	Поверхностные вены
Общая бедренная вена	Большая подкожная вена
Бедренная вена	Сафенофemorальное соустье
Глубокая бедренная вена	Терминальный капан
Медиальная огибающая бедренная вена	Претерминальный клапан
Латеральная огибающая бедренная вена	Наружная срамная вена
Подколенная вена	Поверхностная вена, огибающая
Коленное венозное сплетение	подвздошную кость
Суральные вены:	Поверхностная надчревная вена
- Камбаловидные вены	Поверхностная дорсальная вена клитора или
- Икрожные вены:	полового члена
- медиальные	Передние вены половых губ
- латеральные	Передние вены мошонки
- междуглавая (intergemellar)	Передняя добавочная большая подкожная
Передние большеберцовые вены	вена
Задние большеберцовые вены	Задняя добавочная большая подкожная вена
Малоберцовые вены	Поверхностная добавочная большая
Медиальные подошвенные вены	подкожная вена
Латеральные подошвенные вены	Малая подкожная вена
Глубокая подошвенная венозная дуга	Сафенопоплитеальное соустье
Глубокие плюсневые вены (стопные и	Терминальный капан
тыльные)	Претерминальный клапан
Глубокие пальцевые вены (стопные и	Приустьевое расширение малой подкожной
тыльные)	вены
Вены тыла стопы	Краниальное продолжение малой
	подкожной вены
	Вена Джиакomini
	Поверхностная добавочная малая
	подкожная вена
	Передняя огибающая бедро вена
	Задняя огибающая бедро вена
	Межсафенная вена
	Латеральная венозная система
	Тыльная венозная сеть стопы
	Тыльная венозная дуга стопы
	Поверхностные плюсневые вены (тыльные
	и подошвенные)

	<p>Подошвенная подкожная венозная сеть стопы</p> <p>Поверхностные пальцевые вены (тыльные и подошвенные)</p> <p>Латеральная краевая вена</p> <p>Медиальная краевая вена</p>
Перфорантные вены	
Локализация	Терминология
Перфорантные вены стопы	<p>Тыльные или межголовчатые</p> <p>Медиальные</p> <p>Латеральные</p> <p>Подошвенные</p>
Лодыжечные	<p>Медиальные</p> <p>Впередилодыжечные</p> <p>Латеральные</p>
Перфоранты голени	<p>Медиальные</p> <ul style="list-style-type: none"> - Паратибиальные - Заднебольшеберцовые (Коккетта) <p>Передние</p> <p>Латеральные</p> <p>Задние</p> <ul style="list-style-type: none"> - Медиальные икроножные - Латеральные икроножные - Междуглавые (intergemellar) - Параахиллярные
Перфоранты области коленного сустава	<p>Медиальные</p> <p>Супрапателлярные</p> <p>Латеральные</p> <p>Инфрапателлярные</p> <p>Подколенные</p>
Перфоранты бедра	<p>Медиальные</p> <ul style="list-style-type: none"> - Бедренного канала - Паховые <p>Передние</p> <p>Латеральные</p> <p>Задние</p> <ul style="list-style-type: none"> - Заднелатеральные - Седалищные - Заднемедиальные <p>Промежностные</p>
Ягодичные перфорантные вены	<p>Верхнеягодичные</p> <p>Среднеягодичные</p> <p>Нижнеягодичные</p>

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И НОРМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ ОРГАНОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ И ЗАБРЮШИННОГО ПРОСТРАНСТВА

Исследование органов брюшной полости и забрюшинного пространства выполняется натощак (препрандиально), либо через 5-6 часов после приема пищи и через 2 часа после приема жидкости. Для успешного выполнения ультразвукового исследования рекомендуется соблюдение пациентом в течение полутора-двух дней диеты, направленной на снижение газообразования в желудочно-кишечном тракте с исключением из рациона питания овощей, фруктов, черного хлеба, молочных продуктов.

Современные ультразвуковые приборы имеют широкополосные датчики с набором частот, которые подбираются автоматически при использовании системы предварительных предустановок, необходимо выбрать предустановку для абдоминального исследования.

Методические аспекты ультразвукового исследования печени

Для исследования печени у взрослых обычно используют конвексный датчик и частоту сканирования 3,5 МГц, у детей и пациентов пониженного питания можно повышать частоту до 5 МГц. Для сканирования печени могут быть использованы секторные датчики, которые позволяют получить качественное изображение при минимальной контактной поверхности датчика. Секторные датчики очень полезны у послеоперационных пациентов при наличии ран и повязок на передней брюшной стенке, а также при выраженном метеоризме, позволяют визуализировать всю печень через межреберные промежутки.

Исследование проводится при положении пациента лежа на спине, а также на левом боку. Левая боковая позиция улучшает визуализацию печени и, особенно, зоны ворот в случае асцита.

Во время исследования печени должны быть изучены:

1. размеры печени,
2. деформируемость печени во время фаз дыхания и при однопальцевой пальпации,
3. форма поверхности печени, ее контуры,
4. форма переднего края,
5. экзогенность,
6. звукопроводение,
7. ветви портальной вены,
8. артерии,
9. внутри- и внепеченочные желчные протоки,

10. печеночные вены,
11. желчный пузырь,
12. область гепатодуоденальной связки на предмет наличия лимфоузлов, коллатеральных вен,
13. сканирование селезенки.

Исследование начинается с серии последовательных срезов в продольном сагиттальном направлении от области левее мечевидного отростка до крайних правых отделов печени и области правого фланка. Во время движения датчика пациент делает глубокий вдох и выдох. Во время этого ориентировочного сканирования могут быть оценены размеры, форма, контуры, передний край, внутренняя структура, подвижность правой и левой долей, хвостатая доля, визуализированы портальная вена и ее ветви, облитерированная пупочная вена, печеночная артерия, общий печеночный желчный проток, прилежащие к печени органы и их взаимоотношения. Производится сравнение эхогенности ткани печени и ткани почки [26,27].

Следующая серия сканов осуществляется в направлении косоугольного подреберного сканирования, когда датчик двигается параллельно реберной дуге, с наклоном под ребро на высоте глубокого вдоха и задержки дыхания. Исследование в этом направлении с положением датчика по парастернальной линии и глубоким наклоном в подреберье позволяет увидеть плоскость, в которой расположено впадение печеночных вен в нижнюю полую вену. Срез, который называют «печеночная венозная звезда» или «зонтик», позволяет провести ориентирование по сегментарному делению печени. Смещение плоскости сканирования ближе к висцеральной поверхности печени позволяет визуализировать ориентиры для сегментарного деления печени на ее висцеральной поверхности: облитерированная пупочная вена, которая на выходе из печени переходит в круглую связку печени, ложе желчного пузыря, в крайнем правом положении визуализируется правая почка [25,26].

Серия межреберных сканов используется для визуализации глубоких поддиафрагмальных отделов правой доли, что особенно актуально при поднятии уровня диафрагмы в связи с метеоризмом, асцитом, ателектазом нижней доли правого легкого, либо в случае расположения в подреберье послеоперационной раны и повязки. Через межреберья удобно исследовать структуру правой доли печени, главную портальную вену, желчный пузырь. Важно проводить исследования в разных межреберьях от краниального к каудальному отделу печени, на вдохе и выдохе. Возможно использование неполной левой декубитальной позиции (на левом боку), это приводит к смещению печени медиальной и ниже и позволяет визуализировать труднодоступные отделы [25,26].

Печень располагается в правом подреберье, является крупным паренхиматозным органом с массой 1300–1500 г, имеет форму клина или шляпки гриба. В классической анатомии в печени выделяют 4 доли: правую, левую, квадратную и хвостатую; переднюю, диафрагмальную, заднюю, нижнюю, висцеральную поверхности. Передняя и висцеральная поверхности сходятся в виде переднего края печени, в норме расположенного под реберной дугой, параллельно ей. Передний край печени удаётся пальпировать при физикальном обследовании пациента.

В печени согласно схеме С. Couinaud (1954) выделяют 8 сегментов, каждый из которых имеет собственное артериальное, портальное венозное и печеночное венозное кровоснабжение, а также отводящий желчь проток. Ориентирами для сегментарного деления печени являются печеночные вены, идущие по периферии сегментов. Ориентирами на висцеральной поверхности печени являются ложе желчного пузыря, облитерированная пупочная вена, продолжающаяся в круглую связку печени, ворота печени, хвостатая доля, отделенная бороздой венозной связки и окружающая нижнюю полую вену.

Печень окружена висцеральной брюшиной, лишь на ее задневерхней поверхности листки расходятся, переходят в париетальную брюшину и образуют коронарную связку печени. Над верхней поверхностью продолжением круглой связки является серповидная связка печени, которая отделяет левую долю. В области висцеральной поверхности печень связана с другими органами печеночно-двенадцатиперстной связкой. В ней проходят портальная вена, собственно печеночная артерия и общий желчный проток. Круглая связка печени отходит от переднего края печени на границе третьего и четвертого сегментов, как продолжение серповидной связки, и содержит внутри облитерированную пупочную вену и мелкие параумбиликальные вены. Эти вены могут быть реканализованы при портальной гипертензии.

1. Методика измерения размеров печени

Предложены различные способы измерения размеров печени, однако точные цифровые характеристики и индексы слабо отражают истинное увеличение или уменьшение размеров, так как они сильно варьируют при различных конституциональных типах строения тела человека. В настоящее время общепринятым считается измерение вертикальных краниокаудальных размеров [25-29]. Удобством этого измерения является то, что их можно сопоставить с вертикальными размерами печени, определяемыми физикально по Курлову методом перкуссии, а также проверить отношение положения переднего края печени к реберной дуге методом однопальцевой пальпации. Кроме того, печень увеличивается в основном за счет вертикальных, краниокаудальных размеров, ее передний край начинает выступать из-под реберной дуги.

Измерения вертикальных размеров печени проводят следующим образом: при сканировании по срединной линии в сагиттальной плоскости проводится измерение вертикального размера левой доли от наиболее высокой точки диафрагмальной поверхности до переднего края. В норме его величина не должна превышать 100 мм [25-27].

Для измерения вертикального размера правой доли проводят сканирование в парасагиттальной плоскости по срединно-ключичной линии, измеряют размер от вершины диафрагмальной поверхности до переднего края. Его величина в норме составляет 120–140 мм [25-27].

Далее выполняют методику однопальцевой пальпации печени, которая широко применяется в ультразвуковой диагностике для определения положения и границ органов [25,26]. При ультразвуковом исследовании печени суть методики однопальцевой пальпации состоит в том, что при положении датчика парасагиттально по срединно–ключичной линии палец подводят под край датчика и делают легкие толчкообразные надавливания на переднюю брюшную стенку. Под контролем изображения местоположение этих толчков совмещают с краем печени. Если при этом палец оказывается у края реберной дуги, значит размеры печени нормальные, если палец ниже уровня реберной дуги, отмечают в протоколе исследования на сколько сантиметром край печени выступает из-под реберной дуги. У взрослых в норме край печени не должен выступать из-под реберной дуги, поэтому при однопальцевой пальпации передний край печени находится у края реберной дуги, за исключением случаев патологического высокого или низкого стояния купола диафрагмы.

Отмечается вариабельность вертикальных размеров печени, связанная с типом телосложения человека. У астеников преобладают вертикальные размеры над поперечными, а у гиперстеников – поперечные размеры над вертикальными. Однако и у тех и у других передний край печени в норме соответствует положению реберной дуги.

В случае патологического низкого стояния диафрагмы и отсутствия заболеваний печени, край печени может определяться ниже реберной дуги, но при этом вертикальный размер остается нормальным.

По мнению большинства авторов, изучавших связь размеров печени и наличия патологических состояний органа, при размерах 130 мм по срединно-ключичной линии, около 93 % обследованных имеют здоровую печень, при размерах более 150 мм на гистологическом уровне обычно подтверждается повреждение печени [25-27].

Измерение хвостатой доли осуществляют при сканировании в сагиттальной плоскости в срезе, проходящем через нижнюю полую вену. Хвостатая доля в этом срезе выглядит овальным образованием, сзади к ней прилежит нижняя полая вена, спереди она отграничена бороздой венозной

связки [25-29]. Толщина хвостатой доли в этом срезе обычно 25–30 мм, она значительно увеличивается при синдроме Бадда–Киари, надпеченочной форме портальной гипертензии, может приводить к сдавлению нижней полой вены.

Измерение поперечного размера квадратной доли проводят во время сканирования в косом подреберном направлении, от ложа желчного пузыря до облитерированной пупочной вены. Ширина квадратной доли около 50 мм [25,26,28,29]. Важно, что при развитии цирроза печени обычно наблюдается ее уменьшение.

Измерение диаметра портальной вены осуществляется сразу ниже области ворот печени. Проводится сканирование в продольном направлении, по ходу главной портальной вены (от интимы к интима), в норме ее ширина 11–13 мм [25,26,28,29,34]. Использование того же доступа позволяет измерить ширину общего желчного протока (холедоха), он визуализируется правее и чуть выше портальной вены, в норме его ширина составляет 5–6 мм [25-29].

2. Деформируемость поверхности печени во время фаз дыхания при однопальцевой пальпации

Применение метода однопальцевой пальпации позволяет в процессе визуализации поверхности печени провести легкие толчкообразные надавливания на ее переднюю поверхность и оценить ее сдавливаемость. В норме при легком надавливании видно, что поверхность печени слегка прогибается, затем снова возвращается в исходное положение, ткань печени эластичная. В случае, если печень уплотнена, например, за счет фиброза или цирроза, видно, что легкое однопальцевое толчкообразное надавливание не приводит к прогибу поверхности печени, он остается неизменным. Результаты этого метода носят ориентировочный характер, однако легко воспроизводимы [25,26].

3. Форма поверхности печени, ее контуры

Оценка контуров и поверхностей печени чрезвычайно важна как при диффузных, так и при очаговых заболеваниях печени. В норме контуры печени ровные. Появление мелко зубчатого контура поверхности печени в виде «пилы», является высокоточным признаком начальных стадий формирования мелко узлового цирроза печени. Крупнобугристый контур – признак развитой стадии цирроза печени. Оценка контуров печени позволяет выявить объемные образования, если они расположены близко к поверхности печени. По нарушению контура зачастую удается выявить изоэхогенные объемные образования печени. В связи с вышеизложенным в протоколе в обязательном порядке должно быть отражено состояние поверхности печени [28,30,31].

4. Форма переднего края

Угол переднего края печени в левой доле не превышает 45°, в правой доле - 75° [30]. Значение угла нарастает при диффузных заболеваниях печени

и увеличении ее размеров. Край печени становится тупым и закругленным. Нет необходимости точно измерять величину угла переднего края, в протоколе необходимо качественно оценить угол, – острый или закругленный.

5. Эхогенность

Ткань печени в норме однородная. Мелкозернистая структура, которую мы видим на изображении, – это по большей части «зерно» экрана прибора. Поэтому в протоколах не следует описывать структуру как мелкозернистую. В норме описывать ткань печени следует как однородную, структуру – равномерную. Эхогенность нормальной паренхимы печени в норме чуть выше эхогенности нормальной паренхимы почки и чуть ниже эхогенности поджелудочной железы [25,26,28,29,34].

6. Звукопроводение

Звукопроводимость отражает свойство ткани отражать и поглощать ультразвук. Чем больше в ткани печени присутствует патологических изменений (жировой гепатоз, цирроз печени), тем хуже ее звукопроводение. Звукопроводимость органа в норме хорошая, не должно быть затухания ультразвуковой волны у задней стенки.

В современных ультразвуковых диагностических приборах имеется функция автоматической и настраиваемой компенсации усиления ультразвука по глубине, поэтому корректное выявление признака затухания ультразвука у задней стенки печени невозможно, значение этого признака скорее историческое.

7. Печеночные вены

Печеночные вены удается визуализировать при проведении сканирования в косом подреберном срезе, датчик устанавливают по парастернальной линии, глубоко наклоняют плоскость сканирования в краниальном направлении. Полученный срез принято называть «печеночная венозная звезда». В нем визуализируются веерообразно впадающие в нижнюю полую вену печеночные вены. Вены представляют собой анэхогенные линейные структуры, стенки их не визуализируются. Обычно имеется три печеночные вены – левая, средняя и правая, однако сосудистая анатомия очень вариабельна, часто присутствуют как удвоения, так и слияния стволов.

Диаметр печеночных вен не постоянен, меняется в зависимости от фаз дыхания, от полного коллабирования до выраженного расширения в момент стрессовой реакции. Измерение их диаметров не целесообразно. Важно оценить, происходит ли их полное коллабирование, так как, например, при застойной печени расширение печеночных вен становится постоянным, они не спадаются.

Кровоток в печеночных венах направлен от печени, гепатофугальный, чаще всего трехфазный: два пика, систолический и диастолический, направлены к сердцу, один, вызванный систолой правого предсердия, –

ретроградный. При циррозе печени из-за плотности ткани колебания кровотока в печеночных венах сглаживаются, он становится похожим на кровотоки в портальной вене, происходит так называемая «портализация» печеночного кровотока. При оценке кровотока в печеночных венах не важны количественные параметры скоростей, важна качественная оценка формы кривой.

8. Артерии

В норме ветви печеночной артерии внутри печени не визуализируются. Появление рядом с портальной веной или ее ветвями крупного ствола с артериальным кровотоком может быть признаком портальной гипертензии, например, при циррозе печени, и говорит об компенсаторной артериализации портального кровотока. Описан типичный для портальной гипертензии симптом «двустволки» в воротах печени, когда рядом с портальной веной виден второй сосудистый ствол с артериальным кровотоком, сравнимый по диаметру с портальной веной. При количественной оценке артериальный кровоток имеет признаки усиления, однако количественная оценка не обязательна, важно качественно выявить наличие симптома «двустволки» как признака портальной гипертензии.

9. Ветви портальной вены

Главная портальная вена входит в печень и делится на два ствола – левый и правый долевыми. Отличительный признак портальных вен – наличие плотных стенок, так как в этих венах давление более высокое, чем в печеночных венах. В дальнейшем деление долевыми вен на сегментарные происходит путем отхождения ветвей под прямым углом. Принципиально важно, что портальная вена входит в центр сегмента вместе с печеночной артерией и несет кровь к синусоидам печени, а печеночная вена собирает кровь с периферии сегмента.

Визуализация главной портальной вены проводится в сагиттальной плоскости на уровне ворот печени, здесь удобно провести измерение ее диаметра. Для получения кривой кровотока в главной портальной вене удобнее использовать доступ через правые межреберные промежутки, так как из этого доступа всегда формируется должный доплеровский угол между центральным сканирующим лучом датчика и направлением кровотока в портальной вене.

Кровоток в портальных венах так же, как и в печеночных артериях направлен к печени, гепатопетальный. Кривая кровотока имеет равномерный лентовидный характер, у молодых людей возможны незначительные дыхательные колебания кровотока. При циррозе печени кровоток может приобретать ретроградное, гепатофугальное направление либо двухфазный характер.

Максимальную скорость кровотока в портальной вене в норме составляет 20-24 см/сек [28,30,32,34]. При циррозе печени скорость кровотока может быть снижена менее 16–12 см/сек, однако при функционирующем «пупочном анастомозе» (со сбросом крови из портальных вен через реканализованную пупочную вену в систему полых вен), она может быть повышена. Поэтому оценка скорости кровотока в главной портальной вене при портальной гипертензии не является однозначным и точным признаком, она должна проводиться с учетом наличия и направления порто-кавального коллатерального сброса.

10. Внутривенные и внепеченочные желчные протоки

Внутривенные желчные протоки идут вместе с мелкими портальными венами и артериями в составе так называемых печеночных триад, однако в норме они при ультразвуковом исследовании не видны. Расширение и появление четкого изображения внутривенных протоков говорит о внутривенном холестазе.

Общий желчный проток в норме имеет диаметр 5-6 мм [28,30,31,34], при холестазе его ширина может значительно увеличиваться.

11. Желчный пузырь

Осмотр желчного пузыря при исследовании печени обязателен, его методика будет описана ниже.

12. Область гепатодуоденальной связки на предмет наличия лимфоузлов, коллатеральных вен

В состав печеночно-двенадцатиперстной связки входит главная портальная вена, холедох и печеночная артерия. Визуализацию связки можно достигнуть при использовании срезов в сагиттальной плоскости по ходу главного ствола портальной вены (от ворот печени к головке поджелудочной железы). Кроме описанных трубчатых структур по ходу связки могут визуализироваться мелкие лимфоузлы, это описано при гепатите С и других инфекционных болезнях.

В проекции связки могут визуализироваться варикозно извитые расширенные вены как признак портокавального сброса при портальной гипертензии. При исследовании они визуализируются как извитые анэхогенные трубчатые структуры с плотными стенками. Обычно их диаметр до 8-10 мм. Портокавальные анастомозы, как однозначный признак портальной гипертензии, могут визуализироваться и в других отделах брюшной полости и забрюшинного пространства в соответствии с возможными путями шунтирования портального кровотока.

13. Исследование селезенки

Оценка размеров селезенки при диффузных заболеваниях печени и портальной гипертензии имеет большое клиническое значение, методика проведения исследования будет описана в соответствующем разделе.

Исследование селезенки при проведении исследования печени является обязательным.

Методика ультразвукового исследования желчного пузыря

Желчный пузырь (ЖП) осматривается строго натошак, конвексным датчиком с частотой сканирования 2,5-5 МГц, при положении пациента на спине и на левом боку.

При ультразвуковом исследовании ЖП отмечаются следующие характеристики:

1. Расположение, форма, контуры и анатомическое строение ЖП.
2. Оценка размеров ЖП.
3. Оценка структуры, эхогенности стенок и полости ЖП.
4. Оценка окружающих тканей печени, ложа ЖП.
5. Проведение дифференциальной диагностики выявленных изменений.

ЖП располагается в главной междолевой борозде на вентральной поверхности печени. В желчном пузыре выделяют дно, тело, шейку, в том числе Гартмановский карман – расширение в шеечной части ЖП, обращенное к воротам печени. Стенка ЖП состоит из слизистой, мышечной, субсерозной и серозной оболочек. В норме в полости ЖП содержится жидкая желчь. При ультразвуковом исследовании неизмененный ЖП визуализируется как эхонегативное образование с тонкими до 1,5-3 мм стенками. Толщина стенки ЖП не одинакова в различных отделах: в области шейки стенки имеют большую видимую толщину из-за трудности дифференциации от окружающей жировой ткани. При продольном сечении ЖП в большинстве случаев имеет грушевидную форму, с сужением в области шейки. Длинник ЖП в норме составляет 60-100 мм, поперечник, как правило, менее 30 мм. Внешние и внутренние контуры стенки ЖП в продольных и поперечных срезах – четкие и ровные, полость – эхонегативная, однородная. Кзади от изображения ЖП может формироваться эффект дистального псевдоусиления. Перегибов и перегородок в ЖП в норме не определяется, за исключением шейки, где имеется физиологический перегиб. Проток ЖП в подавляющем большинстве случаев не визуализируется из-за малого диаметра и особенностей расположения – на фоне ворот печени. В случае дифференцировки проток желчного пузыря представляет собой трубчатую структуру с тонкими гиперэхогенными стенками, не дифференцирующимися от окружающей жировой ткани.

Методические аспекты ультразвукового исследования селезенки

Правильная интерпретация патологии селезенки должна быть подкреплена клиническими данными, включая результаты лабораторных и других исследований. Иногда достаточно одного ультразвукового исследования для получения заключения.

Исследование селезенки производится конвексным датчиком с частотой от 2 до 5 МГц, чаще всего 3,5 МГц. Для улучшения качества визуализации в случае изначально низкого качества применяется вторая тканевая гармоника.

Доступ к селезенке осуществляется в положении пациента на спине, либо на правом боку, с расположением левой руки позади головы, для расширения межреберных промежутков. Датчик должен быть размещен на уровне 9-го или 10-го межреберных промежутков. Проводятся продольные сканирования по передней, средней и задней подмышечным линиям. Оптимальным является четкая визуализация полюсов селезенки, а также сосудов селезенки в ее воротах. Изучается диафрагмальный край селезенки. Поперечный скан дополняет продольное сканирование. Осмотр проводится на вдохе и выдохе, когда легочная «занавеска» открывает структуру селезенки.

В продольном сечении селезенка имеет форму полумесяца, но соотношение ее длины к ширине может отличаться. В некоторых случаях селезенка является узкой и длинной, тогда как в других, она широкая и короткая. Кроме того, анатомические варианты также затрагивают его форму. Такие варианты включают добавочные дольки селезенки, эмбриональную дольчатость. Если селезенка не определяется в месте своей типичной локализации, проводится поиск эктопического расположения селезенки, вплоть до таза.

Эхогенность нормальной селезенки обычно выше, чем печени. Однако в некоторых случаях она может быть изоэхогенной и гипоехогенной. Эхоструктура селезенки обычно однородная, мелкозернистая. Диффузные и очаговые изменения с изменением эхогенности могут сопровождать патологию ретикулоэндотелиальной системы. Увеличение эхогенности паренхимы селезенки наблюдается у некоторых пациентов, страдающих болезнями накопления.

Размеры нормальной селезенки не должны превышать 120 мм в длину, 70 мм по ширине и 40 мм по толщине (длина $10,9 \pm 1,4$ см, толщина $4,0 \pm 0,45$ см). Если толщина селезенки составляет более 50 мм, при отсутствии венозного застоя и портальной гипертензии следует думать о патологии и исключать лимфому. В случае существенной спленомегалии, достигающей крыла подвздошной кости, точное измерение размера селезенки часто проблематично. В таких ситуациях селезенка может быть измерена фрагментарно.

Длину селезенки считают основополагающим параметром, полезным при контроле динамики различных заболеваний.

В воротах селезенки можно видеть селезеночную артерию и более широкую селезеночную вену. В норме диаметр селезеночной вены не должен превышать 10 мм: на уровне ворот селезенки диаметр селезеночной вены на вдохе составляет $5,2 \pm 0,2$ мм, на выдохе - $7,1 \pm 0,2$ мм, на уровне верхней брыжеечной артерии на вдохе $4,6 \pm 0,2$ мм, выдохе $9,0 \pm 0,2$ мм. Линейная скорость венозного кровотока в селезеночной вене в норме составляет 10-14 см/с, в среднем $12,0 \pm 1,29$ см/с.

Коллатеральные сосуды при портальной гипертензии могут быть в виде небольших, круглых или извилистых гипоэхогенных структур с анастомозами, которые можно исследовать с применением доплерографии. Ультразвуковое обследование в режиме доплерографии позволяет дифференцировать сопутствующие воротам сосуды и лимфатические узлы. В воротах селезенки могут визуализироваться следующие структуры: опухоль хвоста поджелудочной железы, опухоль селезеночного изгиба ободочной кишки, а также новообразования, исходящие из левой почки и боковой поверхности левого надпочечника.

Методические аспекты ультразвукового исследования поджелудочной железы

Ультразвуковое сканирование поджелудочной железы проводят через кожные покровы эпигастральной области, с использованием конвексных, линейных и реже секторных датчиков с частотой от 2 до 5 МГц, в зависимости от конституции пациента, с использованием всех возможных ультразвуковых томографических срезов, сканированных в разных плоскостях и при полипозиционном исследовании.

При ультразвуковом исследовании должны быть изучены все отделы поджелудочной железы: головка, крючковидный отросток, тело и хвост. Прием воды после выполнения обзорного сканирования может значительно улучшить визуализацию поджелудочной железы.

Должны быть отмечены:

- нарушения структуры паренхимы и эхогенности поджелудочной железы,
- дистальная часть общего желчного протока в области головки поджелудочной железы,
- расширение главного панкреатического протока и другие его нарушения, с обязательным измерением расширенного протока,
- перипанкреатическая зона, наличие здесь лимфатических узлов или жидкости.

- Поперечное сканирование начинают с последовательного получения томографических срезов под различными углами при перемещении датчика от мечевидного отростка до пупка.
- Затем выполняют продольное сканирование справа и слева от средней линии живота, дополняя его произвольными косыми срезами.
- Исследование рациональнее начинать в положении пациента лежа на спине, затем последовательно на левом и правом боку, сидя и стоя. Исследование со стороны спины чаще всего малоинформативно.
- Желательно осмотреть пациента сидя.
- Для получения дополнительной информации необходимо создать водное окно: выпить 500 мл жидкости и спустя 10 минут вновь обследовать. Жидкость из желудка попадает в двенадцатиперстную кишку и создает условия для визуализации головки, а также хвоста железы.
- Эхогенность ткани поджелудочной железы в норме гомогенная, сопоставима с эхогенностью ткани печени / паренхимы почки – изоэхогенная, зависит от возраста (жир / фиброз).
- Размеры: Головка (переднезадний размер) – 19-30 мм.
- Тело (переднезадний размер) – 15-23 мм.
- Хвост (переднезадний размер) -20-30 мм [30,33,36].
- Контур: четкий, ровный или волнистый.
- Ориентация: продольно косая – справа-налево; головка -книзу и справа от позвоночника, хвост - кверху и влево.
- Эхоструктура в норме мелкозернистая с чередованием множественных мелких гипоэхогенных и гиперэхогенных сигналов, равномерно распределенных по всему органу.
- Главный панкреатический проток может не определяться, либо визуализироваться в виде двойной гиперэхогенной полоски. Диаметр панкреатического протока увеличивается по направлению к головке: от 1 мм в хвосте до 2-3 мм в головке.
- В настоящее время проведение ультразвуковой доплерографии в стандартных исследованиях поджелудочной железы не требуется.

Методические аспекты ультразвукового исследования почек

Традиционное исследование почек в 2D-режиме может быть произведено без предварительной подготовки. Исследование почек с применением доплерографии проводится натощак, так как после еды или водной нагрузки нарастает функциональная активность, показатели почечной гемодинамики изменяются, повышаются индексы резистентности и пульсативности.

Исследование почечных артерий с целью поиска причин вазоренальной гипертензии, - трудоемкая методика, выполняется по клиническим показаниям, в рамках отдельного исследования. Для исследования почечных артерий необходима тщательная подготовка, так как самое сложное в методике – визуализация магистрального ствола почечной артерии, который лежит забрюшинно, позади полых органов. После приема пищи включается процесс пищеварения, появляется выраженная перистальтика полых органов, что делает визуализацию основного ствола почечной артерии невозможной. Подготовка к исследованию почечных артерий заключается в применении трехдневной бесшлаковой диеты (исключить черный хлеб, горох, свежие овощи, фрукты, свежее молоко). Накануне вечером должна быть выполнена очистительная клизма, исследование проводится натощак. При метеоризме показана дополнительная подготовка с применением ферментных препаратов, эспумизана.

Для исследования почек у взрослых обычно используют конвексный датчик с частотой 3,5 МГц, у пациентов пониженного питания – датчик с частотой 5 МГц. В случае затруднений доступа могут быть использованы секторные датчики с той же частотой.

В предварительных настройках необходимо выбрать предустановку для абдоминального исследования или для почек. Широко используется вторая тканевая гармоника и метод компаундного изображения. Применение цветовой и импульсноволновой доплерографии значительно расширяет диагностические возможности практически при всех заболеваниях почек.

Исследование почек проводится при положении пациента лежа на спине, а также лежа на левом и правом боку и стоя. Исследование в положении на животе возможно в случае затруднений обычного доступа, однако массив поясничных мышц значительно поглощает ультразвуковой сигнал, снижает качество изображения, затрудняет доплеровское исследование сосудов. При исследовании на боку, под бок желательно положить валик из ткани.

Наиболее полное представление о структуре и патологии почек может быть получено при полипозиционном сканировании в различных плоскостях. Наиболее информативным является срез почки во фронтальной плоскости, так как в нем удастся визуализировать паренхиму почки, синус, чашечки и лоханку. Лоханка может быть визуализирована даже в случае, если она не расширена. В тот же срез попадает также изображение хода и ветвления внутрипочечных артерий и вен.

Срез почки во фронтальной плоскости может быть получен при положении датчика на боковой поверхности тела в косом сечении по линии, соединяющей задне-подмышечную линию у нижнего края реберной дуги и гребень подвздошной кости. Положение датчика, как показано на рисунке 2,

совпадает с линией, по которой принято проводить люмботомию по Федорову, наиболее короткий доступ в забрюшинное пространство.



Рисунок 2. Схема положения датчика для получения эхограммы почки в срезе во фронтальной плоскости. 1 – линия постановки датчика, 2 – гребень подвздошной кости

После получения серии срезов почки во фронтальной плоскости, необходимо получить серию поперечных срезов. Для этого тотчас после окончания сканирования во фронтальной плоскости, разворачивают датчик, не отрывая от кожных покровов, перпендикулярно. Получают изображение поперечного среза почки на уровне ворот. Затем последовательно выводят изображение серии сканов от ворот до верхнего и нижнего полюсов почки.

Для визуализации мочеточников используют срезы во фронтальной плоскости в положении на боку и сагиттальные срезы со стороны передней брюшной стенки в положении на спине. Осмотр верхней и средней трети мочеточника осуществляется путем прослеживания дистального продолжения расширенного лоханочно-мочеточникового сегмента. В норме мочеточник на всем протяжении не визуализируется, однако в случаях обструкции различной локализации, визуализация этих отделов мочеточника становится возможной в связи с их расширением.

Ориентиром для поиска средней трети мочеточника является общая подвздошная артерия и вена в средней трети. Интрамуральный отдел мочеточника исследуется при наполненном мочевом пузыре, визуализация начинается с устья мочеточника, располагающегося по краям треугольника Лъето.

Отдельно необходимо остановиться на исследовании магистральных артерий и вен почки, так как их заболевания могут привести к выраженным отклонениям в функционировании почки. Ультразвуковое исследование артерий и вен почек проводят в режиме дуплексного сканирования. В 2D-режиме осуществляют ориентирование в отношении хода артерий и вен, в режиме ЦДК оценивают ход, количество сосудов почки. Одновременно выявляют участки патологического кровотока. Качественный и количественный анализ кривых доплеровского сдвига частот позволяет оценить нормальные характеристики кровотока, выявить его патологические сдвиги и проанализировать их причины.

Во время исследования почек должны быть изучены:

- положение почек,
- подвижность почек,
- размеры почек,
- строение паранефральной клетчатки,
- структура паренхимы и синуса,
- структура чашечек, лоханки и лоханочно-мочеточникового сегмента (в случае обструктивных уropатий хода мочеточника и его интрамурального отдела),
- структура артериального русла (магистральных и внутрпочечных артерий),
- структура венозного сосудистого русла,
- качественные и количественные характеристики гемодинамики.

Обязательным является изучение положения почки и ее подвижности при дыхании.

Методика изучения положения почки. В рентгенологической практике принято ориентировать положение почек по отношению к телам позвонков, в ультразвуковой диагностике это неудобно. Предпочтительными для ориентирования остаются неподвижные костные структуры, такие как реберная дуга и передняя верхняя ость подвздошной кости, которые легко могут быть пропальпированы на теле пациента во время исследования. Обычно, как показано на рисунке 3, у здорового человека правая реберная дуга проецируется на верхнюю треть правой почки, а левая реберная дуга на область ворот левой почки. Положение почки оценивают по ее отношению к реберной дуге. Для определения отношения реберной дуги к почке ставят датчик на реберную дугу поперек, одновременно визуализируя почку.

Для оценки положения почек может быть использован метод однопальцевой пальпации. Исследователь подводит палец под датчик, легкими толчкообразными движениями надавливает на брюшную стенку, при этом визуализируется легкое прогибание тканей на изображении, затем производится совмещение зоны надавливания с интересующим участком, в данном случае с полюсом почки, точка отмечается маркером на коже. Таким образом может быть локализована почка в случае ее, например, дистопии.

Также при описании топографии почки принято оценивать угол отхождения почечной артерии от аорты [33,34,36,37]. В норме он равен примерно 90°, при нефроптозе этот угол уменьшается.

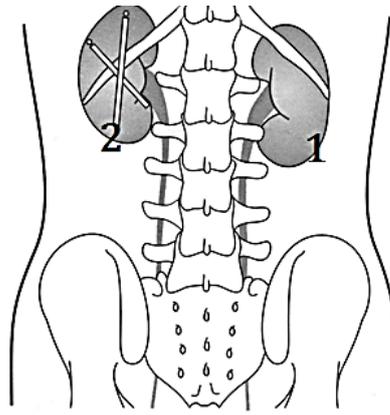


Рисунок 3. Схема положения почек в норме по отношению к костным пальпируемым структурам. 1 – правая почка, 2 – левая почка

Методика определения угла отхождения сосудистой ножки почки от аорты, как показано на рисунке 4, состоит в следующем. На экране выводят изображение устья почечной артерии. Если есть трудности в его визуализации, ориентируются на устье верхней мезентериальной артерии, которое всегда визуализируется в поперечном срезе при выведении изображения поджелудочной железы. Устье почечной артерии находится на 1 см ниже устья верхней мезентериальной артерии, идет в латеральном направлении. Точка выявляется с помощью однопальцевой пальпации, отмечается маркером на передней брюшной стенке. Датчик продвигают в область ворот почки (поперечный срез почки со стороны боковой поверхности тела). С помощью однопальцевой пальпации находят зону ворот и отмечают их положение на передней брюшной стенке. Затем соединяют эти две точки, получают изображение хода сосудистой ножки почки. Отмечают ход аорты. Угол между этими двумя структурами и есть искомый угол.

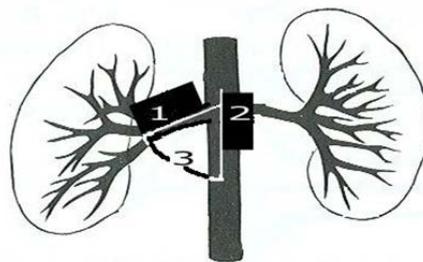


Рисунок 4. Схема проведения измерения угла отхождения сосудистой ножки почки от аорты. 1 – линия, соединяющая зону устья почечной артерии и зону ворот почки, 2 – ход аорты, соответствующий примерно срединной линии тела. В норме угол между этими двумя линиями равен примерно 90°

Изучение подвижности почки. Положение почек может быть изменено врожденно, тогда это состояние относится к аномалиям развития, группе аномалий положения и называется дистопией. Различают гомолатеральную – грудную, поясничную и тазовую дистопии, когда почка находится на своей

стороне, в необычном месте. Также различают гетеролатеральную, перекрестную дистопию, когда почка находится на противоположной стороне, т.е. обе почки расположены, например, справа, но в разных местах.

Приобретенное изменение положения почек называется нефроптоз или блуждающая почка. Для него, в отличие от дистопии, характерна увеличенная подвижность как статическая (при переходе из положения лежа в положение стоя), так и дыхательная. В положении лежа почка может находиться в обычном месте, но при глубоком вдохе и в положении стоя значительно смещается, это приводит к перегибу мочеточника с развитием гидронефроза и травматизации сосудистой ножки почки с развитием ее воспаления, педункулита, и сдавления вен почки. В дальнейшем развивается вторичная вазоренальная гипертензия.

Методика исследования состоит в следующем. Для выявления нефроптоза необходимо изучить дыхательную и статическую экскурсию почки. Под контролем датчика отмечают на коже проекцию участка ворот почки в фазе спокойного выдоха, затем в фазе форсированного вдоха. Расстояние между двумя отметками на коже соответствует дыхательной экскурсии почки. Сначала исследование проводят в положении лежа. В норме дыхательная экскурсия почки не превышает 4 см. Если в положении лежа дыхательная экскурсия превышает 4 см, повторяют исследование в положении стоя.

При нефроптозе почка смещается больше, чем на 4 см, нижний сегмент ее разворачивается медиально. Из-за перегиба мочеточника возможно развитие гидронефроза. В случае нефроптоза описывают смещение почки в сторону таза и отношение ее ворот к передневерхнему гребню подвздошной кости. Если в норме сосудистая ножка отходит от аорты примерно под прямым углом, при нефроптозе этот угол становится острым (рисунок 5).

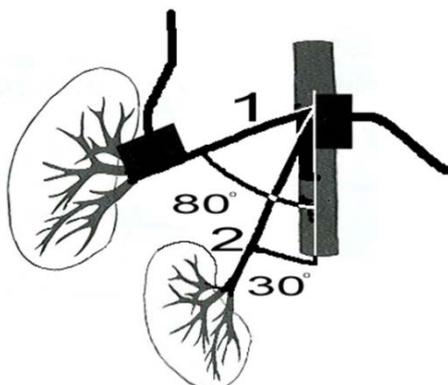


Рисунок 5. Схема изменения угла отхождения сосудистой ножки почки от аорты при нефроптозе. 1 – ход правой почечной артерии в норме, 2 – ход левой почечной артерии при нефроптозе

Обязательным является **измерение размеров почек**: в продольных срезах измеряют максимальную длину почки, в поперечных срезах – ширину и

толщину в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. У взрослого человека средние размеры почек составляют: длина 90-120 мм, ширина 50–60 мм, толщина 35–50 мм. Размеры почек не зависят от пола и возраста человека, но соответствуют объему тела и весу.

Принято рассчитывать **объем почки** и сравнивать его с расчетным объемом по весу тела человека.

Объем почки пациента должен быть рассчитан по следующей формуле:

$$\text{Объем почки} = \text{Длина} \times \text{Ширина} \times \text{Толщина} \times 0,52$$

У здорового взрослого человека должный объем почки рассчитывается как вес тела в килограммах, умноженный на два, с учетом погрешности $\pm 20\%$. У детей объем почки составляет вес тела в килограммах, умноженный на два [37-40].

Многие нефрологические заболевания сопровождаются увеличением или уменьшением размеров почек. Увеличение почек - это процесс чаще всего связанный с воспалительными изменениями, говорит о наличии обострения заболевания, принципиально обратим. Уменьшение размеров – процесс необратимый, в основе его лежит нефросклероз. При нефрологических заболеваниях удобно рассчитывать уменьшение или увеличение объема почки в процентах по отношению к нормативу объема почки, рассчитанному по весу тела [37-40].

Структура паранефральной клетчатки аналогична структуре подкожной жировой основы, изоэхогенна с линейными более плотными включениями. Выраженность паранефральной клетчатки зависит от питания пациента. Оценка состояния паранефральной клетчатки важна при острых воспалительных процессах. В ней возможно развитие очагов гнойного паранефрита, как непосредственно связанных с абсцедированием в почке, так и возникших в результате гематогенного отсева очагов инфекции.

Структура почки прослеживается на ультразвуковом исследовании достаточно полно. Ширина слоя паренхимы почки измеряется в нескольких местах как расстояние от вершины пирамиды до капсулы почки, она составляет 10–20 мм, зависит от возраста. У молодых людей паренхима шире, с возрастом становится тоньше. Важно обратить внимание на эхогенность коры и равномерность ее толщины.

Часто толщина слоя паренхимы бывает неравномерной за счет различной степени склеротических изменений. При диффузном нефросклерозе, как, например, при гипертензивном нефросклерозе, истончение паренхимы равномерное. Хронические воспалительные процессы в почке сопровождаются развитием рубцов. Последние имеют вид втяжений в паренхиме треугольной формы, чаще против нижних чашечек. С возрастом очаговый нефросклероз прогрессирует, становится неотличим от диффузного.

Для исключения объемных образований почек показано полипозиционное исследование, важно проследить контур почки на всем протяжении ее передней, задней поверхности и полюсов.

Визуализация чашечно-лоханочной системы почки зависит от уровня гидратации. При исследовании натощак в условиях обычной гидратации, чашечки не визуализируются, при достаточно хороших условиях визуализации может быть лоцирована нерасширенная лоханка. В процессе ультразвукового исследования ширина лоханки может изменяться на несколько миллиметров, однако изображение больших и малых чашечек отсутствует. Это связано с тем, что лоханка активно участвует в механизме продвижения мочи по мочеточнику. Струи мочи впрыскиваются в мочевой пузырь посредством активной перистальтики мышц стенок лоханки и мочеточника. Лоханка накапливает мочу, а потом выбрасывает ее в мочеточник. Перистальтика регулируется из узловых клеток водителей ритма, находящихся в проксимальном отделе почечной лоханки.

Форма и размеры лоханок в норме изменяются в связи с наличием перистальтики и различной степени функциональной активности на фоне водной нагрузки, однако диаметр лоханки в самом широком месте не должен превышать 15 мм [37-40]. Можно избежать трудностей с дифференцировкой изменений ширины лоханки при гидратации от начальных проявлений гидронефроза, если обследовать пациентов строго натощак.

Ультразвуковое исследование артерий и вен почек проводят в режиме дуплексного сканирования. В 2D-режиме можно выявить положение артерий и вен, в режиме ЦДК оценивают количество, ход сосудов, одновременно выявляют участки патологического кровотока. Качественный и количественный анализ кривых доплеровского сдвига частот позволяет описать нормальные характеристики кровотока, выявить его патологические сдвиги и проанализировать их причины.

Особенно важно отметить в протоколе повышение индексов периферического сопротивления (индексов резистентности) во внутрипочечных артериях. Изменение индексов резистентности происходит при почечной обструкции, хронической и острой почечной недостаточности, диффузных заболеваниях паренхимы почки. Оценка индексов периферического сопротивления общепринята в нефрологической практике как важнейшей критерий при оценке функционирования почки [36-39,42]. Нормативы показателей почечных индексов резистентности различаются в различных возрастных группах [37-39,42].

Доплеровское исследование почек необходимо проводить в разных скоростных диапазонах: при исследовании магистральных артерий – ориентируясь на линейную скорость кровотока около 100 см/сек, в междолевых артериях – на скорость 20–30 см/сек. В протоколе исследования

указывают показатели максимальной систолической скорости кровотока и индексов резистентности в артериях одного из уровней, обычно междолевых артерий верхнего, среднего и нижнего сегментов почки.

Исследование артерий почек с целью поиска **причин вазоренальной гипертензии** должно включать необходимый для анализа набор показателей, используется специальный протокол. Скрининговое исследование почек всех гипертензивных пациентов не проводится. Возраст, типичный для формирования атеросклеротического стеноза – 50 лет и старше, фибромускулярная дисплазия характерна для женщин до 30 лет и детей.

Показания для поиска причин вазоренальной гипертензии: стойкая артериальная гипертензия с уровнем диастолического давления не ниже 110 мм рт ст., не снижающаяся при одновременном приеме двух гипотензивных препаратов.

На первом этапе необходимо проанализировать положение почек, так как нефроптоз может привести к развитию воспалительного перипроцесса вокруг сосудистой ножки почки и вторичному сужению почечной вены, а затем и почечной артерии.

Следующий важный показатель – объем почки. Системно значимый стеноз почечной артерии быстро приводит к гибели клубочков, уменьшению размеров почки и истончению паренхимы.

Необходимо указать сопутствующие заболевания почки.

Важен анализ особенностей хода, наличия удвоенных и добавочных почечных артерий.

Следующий этап исследования – изучение состояния ренального отдела брюшной аорты с анализом изменений просвета, внутрисосудистых образований и скоростных параметров кровотока.

Магистральная почечная артерия должна быть визуализирована на всем протяжении. Осуществляется ее обследование с применением режима ЦДК для анализа распределения скоростей кровотока на всем протяжении.

Измерение качественных и количественных параметров кровотока проводится в парааортальном отделе, среднем отделе, на уровне первых ветвей и в области ворот почки. Цель исследования – выявление локального увеличения скорости кровотока сразу за стенозом и определение процента сужения по гемодинамическим сдвигам. Измерение процента сужения по остаточному просвету невозможно, так как диаметр почечной артерии слишком маленький и в 2D-режиме не визуализируется.

Следующий очень важный этап исследования – расчет индекса RAR, (почечно-аортального соотношения скоростей кровотоков). Его цель – учет индивидуального разброса показателей скорости кровотока в аорте, например, у молодых и пожилых людей. Величина индекса – более важный показатель,

чем абсолютная скорость кровотока в почечной артерии. При системно значимом стенозе почечной артерии индекс RAR становится больше 3-3,5.

Исследование внутрипочечного сосудистого русла с определением максимальной систолической скорости кровотока и индексов резистентности производится в междолевых артериях верхнего, среднего и нижнего сегментов почки. Запись доплерограмм в междолевых артериях осуществляется на уровне границы паренхимы почки с синусом. Цель исследования – выявление демпфированных кривых кровотока во внутрипочечных сосудах, которые являются признаком постстенотического падения перфузионного давления в почке и косвенным признаком наличия стеноза в почечной артерии. Демпфированная кривая кровотока в почке характеризуется низкой максимальной скоростью кровотока, длительным систолическим подъемом кривой, временем акселерации более 70 миллисекунд.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

При ультразвуковом исследовании щитовидной железы пациент находится в положении лежа на спине с валиком под плечами и одновременно разгибает шею. Используют линейный датчик с частотой 5-10 МГц, оптимально 7,5 МГц. В случае внутригрудного зоба или аденомы добавочных паращитовидных желез дополнительно может быть использован конвексный или секторный датчик с частотой сканирования 2,5-5 МГц. Исследование сопровождается минимальным давлением на кожу пациента, необходимо избегать «расплющивания» долей, что приведет к завышению рассчитываемых размеров и объемов щитовидной железы, особенно у детей.

При ультразвуковом исследовании щитовидной железы (ЩЖ) оценивают:

- Расположение ЩЖ.
- Размеры, объемы.
- Контуры.
- Эхоструктуру, эхогенность.
- Кровоснабжение ткани железы.
- Внутриорганные изменения: характер изменений (диффузные, очаговые), расположение (по сегментам), контуры размеры, объемы, эхогенность, наличие микро- или макрокальцинатов, кровотоков.
- Взаимоотношение щитовидной железы с окружающими тканями.
- Состояние регионарных лимфатических узлов.

Каждую долю сканируют в поперечной и продольной плоскостях. Поперечные плоскости формируют перпендикулярно трахее, продольные плоскости - по биссектрисе между кивательной мышцей и трахеей. Возвратные срезы используют для осмотра переднего средостения, где может располагаться внутригрудной зоб. Продольные ретротрахеальные срезы используют для выявления аденомы паращитовидных желез при эктопии за трахею.

Мышцы шеи гипоэхогенны по сравнению с паренхимой железы, имеют исчерченную структуру, покрыты фасцией шеи, которая вплетается в подкожно-жировую клетчатку и кожу. Заднебоковые поверхности щитовидной железы прилежат к сосудисто-нервным пучкам шеи. Паращитовидные железы в норме не визуализируются. Задний угол ЩЖ справа прилежит к длинной мышце шеи, а слева – к пищеводу. Когда пациент глотает слюну, в пищеводе определяется перистальтика. Заднемедиальная поверхность щитовидной железы прилегает к трахее.

Биометрию ЩЖ – измерение толщины (переднезаднего размера), ширины и длины каждой доли – производят в миллиметрах. Переднезадний размер получают из плоскости поперечного сечения ЩЖ, в максимальном по площади сечении, как правило, в средней трети доли. Толщина соответствует расстоянию между крайними точками на перпендикуляре, опущенном из места перехода перешейка в долю к задней поверхности доли. Ширина – это расстояние между латеральной точкой доли и акустической тенью трахеи в максимальном по площади сечении в поперечной плоскости. Длина - это расстояние от крайней краниальной до крайней каудальной точки доли, в максимального по длине срезе, полученном при полипозиционном продольном сканировании.

Большинство современных датчиков имеют сканирующую поверхность около 4 см, в то время как длина доли щитовидной железы у взрослых часто более 4 см. В этом случае измерить длину доли можно в режиме «двойного экрана» (DUAL) при сопоставлении изображений верхней и нижней половин доли бок-о-бок, или в режиме трапециевидного изображения.

В норме ширина доли ЩЖ составляет 13-18 мм, толщина – 16-18 мм, длина – 40-60 мм, толщина (переднезадний размер) перешейка – 4-6 мм [43-45].

Объем щитовидной железы равен сумме объемов правой и левой доли, объем доли считают по формуле [43-45]:

$$\text{Объем} = \text{Длина} \times \text{Ширина} \times \text{Толщина} \times 0,479$$

Переднезадний размер перешейка не учитывается при расчете объема щитовидной железы.

В норме объем ЩЖ у женщин составляет 4,4-18 см², у мужчин 7,7-25 см² [43-45].

Эхогенность тиреоидной ткани следует сравнивать с эхогенностью околоушной слюнной железы, в норме эти органы имеют подобную эхогенность. Эхогенность ткани здоровой ЩЖ выше эхогенности окружающих мышц, принято описывать эхогенность ЩЖ как среднюю – изоэхогенную.

Эхоструктура щитовидной железы в норме является однородной. Ткань эхографически представлена равномерно распределенными эхосигналами, одинаковыми по интенсивности свечения пикселей экрана ультразвукового сканера и по размеру (до 0,5-1 мм в диаметре).

В норме щитовидная железа имеет четкие ровные контуры, что обусловлено наружной и внутренней капсулами щитовидной железы, которые визуализируются как тонкая, ровная, непрерывная, гиперэхогенная линия.

С целью качественной оценки кровотока ЩЖ применяют обзорное сканирование в режиме ЦДК. В норме кровоток представлен единичными цветовыми пикселями, равномерно распределенными по периферии и в толще среза ЩЖ.

Лимфатические узлы (ЛУ) шеи должны быть исследованы при выполнении ультразвукового сканирования ЩЖ. Регионарными зонами лимфооттока из ЩЖ являются ЛУ передней области шеи: щитовидные, предгортанные, предтрахеальные, паратрахеальные ЛУ. Кроме того, должны быть исследованы латеральные шейные глубокие ЛУ, располагающиеся по ходу внутренней яремной вены (также называются внутренними яремными) [46], надключичные, подключичные ЛУ. При обследовании правой половины шеи пациент поворачивает голову в левую сторону, а при обследовании левой половины – в правую. В таком положении грудино-ключично-сосцевидная мышца перемещается более медиально, что позволяет лучше визуализировать сосудистый пучок. Осмотр начинают с оценки передних отделов шеи при перемещении датчика от области подъязычной кости до области яремной вырезки в поперечной плоскости. Затем голову поворачивают набок и производят поперечное и продольное исследование боковых отделов шеи от угла нижней челюсти до надключичной области по ходу грудино-ключично-сосцевидной мышцы. Для оценки состояния ЛУ надключичной области датчик перемещают в проекции переднего надключичного треугольника. Подключичная зона распространяется от нижнего края ключицы до медиальной границы малой грудной мышцы, исследование подключичных ЛУ проводят путем перемещения датчика вдоль ключицы в сагиттальной плоскости. Исследование ЛУ шеи должно быть двусторонним.

При ультразвуковой оценке ЛУ необходимо учитывать следующие параметры:

- форму (округлую или овальную);
- наличие или отсутствие визуализации области ворот ЛУ;

- два взаимно перпендикулярных размера: длину и ширину, измеренную на уровне ворот ЛУ;
- эхоструктуру ЛУ;
- характер васкуляризации в режиме ЦДК;
- наличие или отсутствие экстракапсулярного распространения патологического процесса.

В норме определяются единичные шейные ЛУ. Нормальные лимфатические узлы легко смещаемы, имеют четкие ровные контуры, овальную форму, длину менее 1 см, преобладание длины над поперечным размером, измеренным на уровне ворот лимфатического узла (индекс Солбиати – длина лимфоузла должна не менее чем в 2 раза превышать ширину лимфоузла), в структуре лимфоузла четко заметны ворота. В ткани лимфоузла не должно быть усиленного кровотока, кист, корковое вещество гипоехогенное, медуллярное – гиперэхогенное [47].

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Трансректальный доступ при выполнении ультразвукового исследования предстательной железы (ПЖ) является методом выбора, так как качество изображения превосходит трансабдоминальное или трансперинеальное ультразвуковое исследование. У пациентов, для которых трансректальный доступ невозможен, может быть использовано трансперинеальное ультразвуковое исследование. Трансабдоминальный подход не имеет самостоятельного значения, но может быть применен и полезен для оценки размера предстательной железы и объема остаточной мочи.

Эндоэктальное исследование ПЖ выполняется ректальным датчиком в режиме реального времени, с частотой, как правило, ≥ 6 МГц. Трансректальные датчики должны быть перед введением покрыты одноразовой защитной оболочкой (презерватив для ультразвукового исследования). После обследования и утилизации оболочки, датчик должен быть продезинфицирован. Метод дезинфекции зависит от производителя оборудования и рекомендаций по санитарно-эпидемическому режиму. Одноразовые защитные изделия, используемые в ходе исследования, должны быть подвергнуты утилизации после каждого исследования.

Трансабдоминальное и трансперинеальное исследования выполняются конвексным датчиком с частотой сканирования 2,5-5 МГц. При выполнении трансперинеального исследования также требуется одноразовая защитная оболочка.

ПЖ должна быть сканирована в полном объеме, по крайней мере, в двух ортогональных плоскостях, сагиттальных и осевых или продольных и коронарных, от вершины к основанию железы.

Объем железы определяется на основании измерений в 3-х ортогональных плоскостях:

ОБЪЕМ пж = длина × высота × ширина × 0,52 [48,49].

Объем предстательной железы может коррелировать с уровнем простатспецифического антигена.

Размеры предстательной железы в норме: ширина (поперечный размер) – 27-42 мм; длина (верхне-нижний размер) – 23-45 мм; толщина (переднезадний размер) – 15-25 мм. Для мужчин 40-50 лет нормой считается, если объем железы составляет 25-30 см³ [48,49].

ПЖ должна быть обследована с учетом эхогенности, симметричности, наличия очагового поражения, изменения и разрыва контура, дифференцировки зональной анатомии по McNeal [50,51]. Цветовая и энергетическая доплерография может быть полезной для выявления областей повышенной васкуляризации, или отсутствия васкуляризации в целом и в зоне очагов, которые можно использовать для выбора потенциальных объектов для биопсии, либо дифференцировать с воспалением.

Перипростатическая клетчатка и сосудисто-нервные пучки должны быть обследованы на предмет симметрии и эхогенности. Отмечается асимметрия между левой и правой парауретральными зонами, а также их взаимоотношение с шейкой мочевого пузыря.

Семенные пузырьки, семявыносящие протоки и периректальное пространство. Семенные пузырьки должны быть обследованы с учетом размера, формы, положения, симметрии и эхогенности. Особое внимание должно быть уделено зоне семенных пузырьков, где они соединяются с простатой через эякуляторные каналы. У пациентов с бесплодием должны быть оценены семявыносящие протоки, наличие и размер семенных пузырьков, семявыносящих и семявыбрасывающих протоков, кист Мюллера, признаки препятствия на пути эякуляторного тракта. Особое значение имеет изучение переднего периректального пространства, в частности, область, которая примыкает к простате и периректальной клетчатке.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНОВ МАЛОГО ТАЗА У ЖЕНЩИН

Ультразвуковое исследование органов малого таза (ОМТ) проводится путем трансабдоминального, трансвагинального или последовательного

(трансабдоминального и трансвагинального) сканирований. Применяются конвексный и внутриволокнистый датчики.

Матка изучается в продольной и поперечной плоскостях. Оценивается форма матки, положение, размеры: длина, ширина, переднезадний размеры тела, длина шейки. Чаще всего матка грушевидной формы, расположена в anteflexio. Проводится биометрия матки: размеры тела матки – длина и переднезадний размеры, длина шейки измеряются при выполнении продольного сканирования, ширина - в поперечной плоскости. Длина тела матки измеряется от наиболее удаленной точки дна тела матки до проекции внутреннего зева. Толщина тела матки измеряется в средней части тела между наиболее удаленными точками задней и передней стенок. Ширина тела матки измеряется на уровне трубных углов.

Нормативы размеров шейки и тела матки у женщин репродуктивного возраста с учетом акушерско-гинекологического анамнеза представлены в таблице 5. На размеры матки влияют предшествующие беременности и фаза менструального цикла – матка относительно уменьшена в пролиферативную фазу и относительно увеличена в конце секреторной фазы [52,53].

Таблица 5. Размеры матки в репродуктивном возрасте (M±SD) [52]

Группа	Длина шейки, см	Толщина шейки, см	Ширина шейки, см	Длина тела матки, см	Толщина тела матки, см	Ширина тела матки, см
Беременностей не было	2,9±0,5	2,6±0,4	2,9±0,5	4,4±0,6	3,2±0,5	4,3±0,6
Только аборты	3,1±0,5	2,7±0,4	3,1±0,5	4,9±0,6	3,7±0,5	4,6±0,5
Роды 1	3,4±0,6	2,8±0,4	3,3±0,5	5,1±0,6	3,9±0,5	5,0±0,5
Роды >1	3,7±0,6	3,0 ±0,5	3,4±0,5	5,6±0,9	4,3±0,6	5,5±0,5

Осуществляется оценка структуры миометрия, описывается характер изменений. Миометрий в норме имеет среднюю эхогенность, сопоставимую с эхогенностью паренхимы неизменной печени, поджелудочной железы, коркового слоя почек.

Описываются изменения структуры миометрия (диффузного или очагового характера). При обнаружении узловых образований указывают их локализацию (по отношению к оси матки / шейка, перешеек, тело, стенки, дно / и по отношению к слоям стенки матки / субсерозно, интрамурально, субмукозно (тип 1, 2 или 3), размеры, контуры, эхоструктуру. Также оценивают интенсивность (выраженность) их васкуляризации (скудная, умеренная, выраженная), тип васкуляризации (периферический, центральный, смешанный), скорость артериального кровотока (низкая, средняя, высокая), индексы резистентности (высокие, средние, низкие), скорость венозного кровотока (низкая, высокая). При необходимости проводится трехмерная

реконструкция матки с изучением строения в коронарной плоскости и посрезово в разных плоскостях.

При необходимости проводится изучение кровотока в сосудах матки с измерением количественных доплеровских показателей в маточных, аркуатных, спиральных артериях.

Эндометрий визуализируется при продольном сканировании в сагиттальном сечении с одновременной визуализацией цервикального канала. Толщина эндометрия измеряется по наружным контурам в зоне максимальной толщины срединного маточного эха, перпендикулярно продольной оси матки, при этом в измерение не включается гипоэхогенный ободок, окружающий М-эхо. При наличии жидкости в полости матки измеряется толщина каждого из слоев эндометрия, в протоколе указывается их сумма [54]. Толщина эндометрия варьирует в зависимости от дня цикла или продолжительности постменопаузального периода. Оценивают структуру, четкость границ с миометрием, срединную линию, при обнаружении описывают патологические образования. В случае визуализации описывается полость матки, характер ее содержимого. При необходимости с использованием режимов ЦДК и импульсно-волнового доплера проводится оценка васкуляризации эндометрия, патологических образований с указанием характера, интенсивности кровотока и измерением количественных доплерометрических показателей, а также характера ветвления сосудов.

При необходимости проводится трехмерная реконструкция полости матки и/или трехмерная ангиография.

Длина **шейки матки** измеряется при полном выведении проекции цервикального канала от внутреннего зева до наружного зева.

В норме шейка матки у женщин репродуктивного возраста имеет цилиндрическую или коническую форму, ее длина – около 3,2 см ($2,9-3,7 \pm 0,6$ см), толщина 2,8 см ($2,6-3,0 \pm 0,5$ см), ширина – 3,5 см ($2,9-3,4 \pm 0,5$ см) [55]. Соотношение длина тела матки/длина шейки матки равно 2/1 при нормальном развитии органов, начиная с позднего пубертатного периода. До начала полового созревания это соотношение составляет 1/3. В репродуктивном возрасте соотношение переднезадний размер тела матки/ переднезадний размер шейки матки равно 1,5/1 [56].

Оцениваются цервикальный канал, эндоцервикс, мышечный слой. Эндоцервикс имеет более высокую эхогенность по сравнению с миометрием, его толщина составляет около 3-4 мм [56]. Толщина неизмененного эндоцервикса в репродуктивном возрасте составляет в среднем 2-5 мм (максимально - 6 мм) и практически не меняется по фазам цикла [55]. При необходимости проводится оценка васкуляризации с указанием характера, интенсивности кровотока и измерением количественных

доплерометрических показателей. При необходимости проводится трехмерная реконструкция шейки матки и/или трехмерная ангиография.

Яичники в репродуктивном возрасте обычно определяются латеральнее боковой стенки матки и медиальнее подвздошных сосудов и визуализируются в виде образований средней эхогенности овальной формы с характерными эхонегативными включениями, представляющими изображение фолликулярного аппарата, который является эхографическим маркером яичников.

Измеряют три размера яичника с вычислением объема. В репродуктивном возрасте эхографические размеры яичников колеблются в пределах 25-35 мм в длину, 20-25 мм в ширину и 15-20 мм в толщину [55]. В норме объем яичников не превышает 9-10 см³ [55,57]. В постменопаузе размеры яичников уменьшаются. Объем яичника более 5 см³ у женщин в длительной постменопаузе является признаком патологии [55]. Оценивается фолликулярный аппарат яичников, наличие / размер доминантного фолликула или желтого тела. При необходимости оценивается васкуляризация стромального компонента яичника, фолликулов, желтого тела с указанием характера кровотока, интенсивности и измерением количественных доплерометрических показателей. При обнаружении патологических образований в яичнике указывают их размеры, контуры, эхогенность, эхоструктуру, описывают васкуляризацию и измеряют количественные доплерометрические показатели в сосудах образований. При необходимости проводится трехмерная реконструкция яичников и/или трехмерная ангиография.

При обнаружении дополнительных образований в малом тазу указывают их локализацию, размеры, контуры, эхогенность, эхоструктуру, характер и интенсивность кровотока, измеряют количественные доплерометрические показатели. При необходимости проводится трехмерная реконструкция яичников и/или трехмерная ангиография.

Оцениваются мочевой пузырь, вены параметрия, наличие и количество жидкости в малом тазу.

Протокол дополняется на усмотрение врача, проводившего исследование.

На основании изложенных в протоколе данных оформляется обоснованное и информативное заключение, при необходимости излагаются рекомендации.

МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННЫХ СУСТАВОВ

Ультразвуковое исследование тазобедренного сустава (ТС) проводится преимущественно конвексным датчиком с частотой 3,5–5,0 МГц, линейный датчик с частотой 7,5–10,0 МГц используется в передней проекции.

Исследование ТС проводится в переднем, медиальном, латеральном и заднем доступах. Все изменения оцениваются в двух перпендикулярных срезах, проводится сравнение с контралатеральной стороной.

Исследование начинают в положении пациента лежа на спине с выпрямленной ногой. Конвексный датчик располагают продольно на границе средней и наружной трети паховой связки по оси шейки бедренной кости. Основной ориентир – передняя полуокружность головки бедренной кости и ее шейка, полученные в одной плоскости сканирования. Далее датчик переводят в поперечную проекцию. В этих двух проекциях оценивают состояние полуокружности передней поверхности головки бедренной кости, ее контур, сферичность, состояние гиалинового хряща (толщина в норме около 1,0 мм [58,59]), передний край вертлужной впадины, соответствие головки вертлужной впадине (сигнал от переднего края вертлужной впадины в виде акустической тени экранирует верхнюю часть головки бедренной кости в норме не более 1/3 полуокружности [58]), оценивают состояние хрящевой губы, суставной капсулы, капсулярно-шеечное пространство (в норме не более 4-5 мм [58,59,60]), состояние подвздошно-поясничной мышцы, подвздошно-гребешковой сумки.

Латеральную проекцию получают в положении пациента на спине с несколько ротированной внутрь ногой. Конвексный датчик устанавливают на область большого вертела в продольном и поперечном сканировании. Основные костные ориентиры – это срез большого вертела и крыло подвздошной кости, между которыми в глубине определяется контур головки бедренной кости. Можно проводить осмотр этой проекции в положении пациента на противоположном боку при согнутой и разогнутой конечности. Оценивают контур большого вертела, состояние средней ягодичной мышцы, малой ягодичной мышцы, глубокой и поверхностной сумки большого вертела.

Для получения медиальной проекции просят пациента согнуть ногу в коленном суставе на 90° и максимально отвести наружу. Конвексный датчик размещают за натянутыми сухожилиями приводящих мышц, параллельно их ходу. Основными костными ориентирами служат полуокружность головки и малый вертел, расположенные в одной плоскости сканирования. Обращают внимание на форму головки бедренной кости, наличие краевого остеофита, форму малого вертела, расстояние между вертелом и головкой.

Состояние седалищно-ягодичной сумки и седалищного бугра оценивают в положении пациента на животе или на противоположном боку, конвексный датчик в поперечной плоскости сканирования размещают на область седалищного бугра с захватом большого вертела, затем датчик переводят в продольное сканирование и смещают в медиальном и латеральном направлении, чтобы максимально охватить зону сканирования. Седалищно-ягодичная сумка находится между седалищным бугром и большой ягодичной мышцей и в норме не визуализируется.

МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ

Исследование коленных суставов (КС) проводится мультимодальным линейным датчиком с частотой 7,5–12 МГц, область подколенной ямки при необходимости дополнительно сканируется конвексным датчиком с частотой 3,5–5 МГц.

Стандартное исследование КС проводят по передней, медиальной, латеральной и задней поверхностям. По передней поверхности проводят 2 продольных и 2 поперечных сканирования, по сторонам – 2 продольных сканирования, по задней поверхности – 3 продольных и 2 поперечных сканирования.

Ультразвуковое сканирование КС начинают с оценки передних отделов КС в положении пациента лежа на спине сначала с разогнутой, затем с согнутой ногой. Для исследования датчик располагают сначала в супрапателлярной, затем в инфрапателлярной области, и переходят на боковые поверхности. Оценивают состояние супрапателлярной сумки, синовиальной оболочки, наличие и характер содержимого (в норме может визуализироваться небольшое количество жидкости до 2 мм [58,59]), состояние сухожилия четырехглавой мышцы бедра, наружный контур надколенника, препателлярную сумку (в норме не визуализируется), расположение связки надколенника относительно пателлярного блока. При исследовании боковых поверхностей оценивают мениски, коллатеральные связки, сухожилия поверхностной гусиной лапки, полуперепончатой, подколенной мышцы, контур головки малоберцовой кости. При сгибании ноги в КС оценивают состояние супрапателлярной сумки, синовиальной оболочки, наличие и характер содержимого (в норме может визуализироваться небольшое количество жидкости до 2 мм [58,59]), структуру и целостность сухожилия четырехглавой мышцы бедра, наружный контур надколенника, гиалиновый хрящ передней поверхности мыщелков бедренной кости и пателлярного блока, наличие и выраженность остеофитоза, структуру связки

надколенника, ее толщину (в норме 3-6 мм [58-60]), структуру жирового тела, глубокой и поверхностной инфрапателлярной сумки, контур бугристости большеберцовой кости, дистальные отделы передней крестообразной связки при условии ее визуализации, гиалиновый хрящ нижней нагружаемой поверхности мышечков бедренной кости. При исследовании боковых поверхностей оценивают мениски, структуру и целостность коллатеральных связок, сухожилия поверхностной гусиной лапки, полуперепончатой, подколенной мышцы.

Исследование задних отделов КС проводят в положении пациента лежа на животе с разогнутой в КС ногой, под голень можно положить валик. Оценивают состояние сухожилий полуперепончатой, полусухожильной, подколенной, двуглавой, медиальной и латеральной головок икроножных мышц, задние рога менисков, наличие кисты Бейкера (в норме не визуализируется), заднюю крестообразную связку, сосудистый пучок.

МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА

Исследование голеностопного сустава проводится мультисекторным линейным датчиком с частотой 7,5–12 МГц в переднем, медиальном, латеральном и заднем доступах. Все изменения оцениваются в двух перпендикулярных срезах, кроме того в медиальном и латеральном доступах применяются диагональные срезы. При необходимости проводится сравнение с контралатеральной стороной.

Исследование начинается с оценки переднего отдела голеностопного сустава. Положение пациента – лежа на спине или сидя на кушетке, нога вытянута. Нащупывают латеральную и медиальную лодыжки, датчик ставят вдоль условной линии, соединяющей пальпируемые точки в поперечной плоскости, затем в продольной плоскости. Для максимальной оценки поверхности всех структур датчик смещают в проксимальном и дистальном направлении при поперечном сканировании, и в медиальном и латеральном направлении при продольном сканировании. Оценивают передний отдел верхнего голеностопного сустава (в норме может визуализироваться слой жидкости до 3 мм [59,60]), контур большеберцовой кости, суставную поверхность таранной кости, полость голеностопного сустава дистальный межберцовый синдесмоз, сухожилия передней большеберцовой мышцы, разгибателя большого пальца стопы, длинного разгибателя пальцев.

Дистальный межберцовый синдесмоз исследуют при смещении датчика в проксимальном направлении с получением изображения большеберцовой и малоберцовой костей. Для оценки целостности синдесмоза стопу из

нейтрального положения переводят в положение максимального дорзального сгибания (дорсифлексии) и ротируют кнаружи. Оценивают расстояние между контурами костей. Сравнивают с контралатеральной стороной.

Латеральную проекцию получают в положении пациента на спине или сидя на кушетке с вытянутой ногой и легкой внутренней ротацией стопы. Датчик ставят вдоль малоберцовой кости с захватом верхушки латеральной лодыжки. Оценивают контуры латеральной лодыжки, наличие остеофитов, выпот в подкожной сумке латеральной лодыжки, состояние передней таранно-малоберцовой связки (в норме толщина 2-4 мм [59-61], пяточно-малоберцовой связки (визуализация затруднена, о патологии можно судить при проведении теста латеральной стабильности при супинации стопы).

Для оценки состояния короткой и длинной малоберцовых мышц датчик располагают позади латеральной лодыжки в поперечном, затем в продольном положении, датчик смещают в проксимальном и дистальном направлении для максимальной оценки поверхности всех структур. В норме при поперечном сканировании сухожилия выглядят эхогенными с гипоэхогенным ободком вокруг каждого из них.

Исследование медиальной области голеностопного сустава проводят в положении пациента лежа на спине, нога вытянута, стопа ротирована кнаружи. Датчик ставят на область медиальной лодыжки и пяточной кости в продольном, затем в поперечном положении. Для максимальной оценки всех структур датчиком исследуют все зоны вокруг медиальной лодыжки. Оценивают контуры медиальной лодыжки, наличие остеофитов, выпот в подкожной сумке медиальной лодыжки, состояние дельтовидной связки. При поперечном сканировании оценивают сухожилия сгибателей, которые прослеживают от медиальной лодыжки до ладьевидной кости. В норме при поперечном сканировании сухожилия выглядят эхогенными с гипоэхогенным ободком вокруг каждого из них. При переводе датчика в продольное сканирование и, располагая его диагонально к медиальной лодыжке, оценивают ход сухожилий.

Исследование задней области голеностопного сустава проводят в положении пациента лежа на животе, под суставом валик, или нога свисает. Датчик располагают в поперечном положении над областью пяточного бугра с отклонением на 20° в медиальном направлении (для лучшей визуализации ахиллова сухожилия). Затем переводят в продольное положение с отклонением на 20° в медиальном направлении. Для максимальной оценки сухожилия, как в поперечном, так и в продольном сканировании датчик смещают в проксимальном направлении до перехода в мышечные структуры и в дистальном направлении до места прикрепления к бугру пяточной кости. Оценивают структуру, контуры, включения, выпот в сумке ахиллова сухожилия, в положении поперечного сканирования измеряют толщину (в

норме 4-9 мм) и ширину (в норме 8-16 мм) ахиллова сухожилия [59,60]. Для оценки целостности и изменений сухожилия проводят тест сгибания и разгибания в голеностопном суставе.

МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛЕЧЕВЫХ СУСТАВОВ

Исследование плечевых суставов проводится мультимодальным линейным датчиком с частотой 7,5–12 МГц. Для исследования подмышечной области можно использовать конвексный датчик 3,5–5 МГц. Обследование пациента осуществляется в положении лицом к исследователю, сидя на кушетке или на стуле, с возможностью ротационного изменения положения руки. Обязательно сопоставление ультразвуковой картины исследуемого сустава с контралатеральной стороной.

Исследование начинается с оценки длинной головки двуглавой мышцы плеча. Рука пациента приведена к туловищу, кисть лежит на бедре ладонью вверх (нейтральное положение). Датчик в поперечном сканировании ставится по условной линии, соединяющей большой и малый бугорки плечевой кости, затем переводится в продольную плоскость. Оценивают наличие сухожилия в межбугорковой борозде (может быть смещено или отсутствовать при патологии), его толщину, структуру, эхогенность, фибриллярную дифференцировку, протяженность выпота в синовиальной оболочке при его наличии, наличие дефектов кортикального слоя в области хирургической шейки плеча, изменение контура бугорков. Для максимальной оценки поверхности всех структур датчик смещают в проксимальном и дистальном направлении. При смещении датчика в проксимальном направлении получают изображения сухожилий надостной, подлопаточной, дельтовидной мышц, субакромиальной сумки (в норме не визуализируется [59,62]).

Для оценки состояния мышц вращательной манжеты плеча следует ротировать плечо сначала кнаружи, затем кнутри. Ротирование кнаружи: рука пациента остается приведена к туловищу, согнута в локтевом суставе ладонью вверх, предплечье переводится из сагиттальной плоскости во фронтальную. Датчик устанавливают сначала в продольном, затем в поперечном сканировании. Оценивают структуру, контуры сухожилия подлопаточной мышцы, дельтовидной мышцы, поддельтовидной сумки, контур малого бугорка, объем ротации.

Ротирование кнутри: рука заведена за спину, кисть на пояснице. Датчик в поперечном, затем в продольном сканировании располагается над областью бугорков плечевой кости. В обеих проекциях оценивают состояние надостной

мышцы, дельтовидной мышцы, жидкость в субакромиально-поддельтовидной сумке, контуры большого бугорка, гиалиновый хрящ.

Для исследования подостной мышцы рука пациента в нейтральном положении. Датчик в продольном сканировании смещают в проксимальном и дистальном направлении. Оценивают состояние заднего контура головки и тела плечевой кости, структуру и контуры подостной мышцы. При расположении датчика в поперечном сканировании оценивают состояние заднего контура головки плечевой кости, заднего края суставной губы, суставной капсулы, подостной мышцы, дельтовидной мышцы.

Для оценки ключично-акромиального сустава датчик располагают во фронтальной плоскости вдоль условной линии, соединяющей ключицу и акромион. Рука пациента в нейтральном положении. Оценивают состояние ключично-акромиального сочленения, его ширину (по сравнению с контралатеральной стороной), соотношение суставных поверхностей, наличие остеофитов, состояние ключично-акромиальной связки.

Завершают исследование осмотром подмышечной области. Рука пациента максимально отведена или заведена за голову. Датчик (линейный или конвексный) в продольном сканировании размещают в подмышечную впадину по оси плечевой кости. Оценивают состояние капсулы плечевого сустава, контура головки плечевой кости, наличие жидкости в полости сустава (проводят сравнение с контралатеральной стороной).

МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКТЕВЫХ СУСТАВОВ

Ультразвуковое исследование локтевых суставов проводится мультислотным линейным датчиком с частотой 7,5–12 МГц в передней и задней области.

Исследование передней области локтевого сустава выполняют в положении пациента лежа на спине или сидя с размещением вытянутой руки на валике, предплечье супинируют и слегка сгибают на 10°. Датчик устанавливают сначала в поперечной проекции, затем в продольной плоскости на уровне лучевой и локтевой кости. Для максимальной оценки поверхности всех структур датчик смещают в проксимальном и дистальном направлении. Оценивают дистальную часть плечевой кости с блоком и головкой мыщелка плечевой кости, их контур, состояние гиалинового хряща (в норме до 2 мм [59,61]), наличие остеофитов, состояние плечевой, плечелучевой мышц. При продольном сканировании оценивают состояние плечелоктевого сустава: блок плечевой кости, венечный отросток, гиалиновый хрящ, суставную капсулу, состояние полости локтевого сустава, медиальный надмыщелок плечевой

кости, локтевую коллатеральную связку (о состоянии судят по тесту вальгусного напряжения), проксимальный отдел сухожилий сгибателей запястья, состояние плечелучевого сустава: головку лучевой кости, головку мыщелка плечевой кости, гиалиновый хрящ, лучевую ямку, суставную капсулу, состояние полости локтевого сустава, латеральный надмыщелок плечевой кости, лучевую коллатеральную связку (о состоянии судят по тесту варусного напряжения), проксимальный отдел сухожилий разгибателей запястья.

Исследование задней области локтевого сустава проводят в положении пациента лежа на спине или сидя при сгибании руки в локтевом суставе на 90°, пациент удерживает руку в этом положении или кладет руку со стороны исследуемого сустава на другую руку. Датчик устанавливают сначала в поперечной, затем в продольной плоскости. Для максимальной оценки поверхности всех структур датчик смещают в проксимальном и дистальном направлении. Оценивают состояние медиального и латерального надмыщелков плечевой кости, ямку локтевого отростка, локтевой отросток, подкожную сумку локтевого отростка, дистальную часть сухожилия трехглавой мышцы плеча.

МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ТРАВМЕ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ И ЖИВОТА

Ультразвуковое исследование при травме грудной клетки и живота включают поиск свободной жидкости в брюшной полости, в перикардиальной и плевральных полостях, определение пневмоторакса, диагностику травматического поражения паренхиматозных органов брюшной полости и забрюшинного пространства, брюшной аорты. Исследование производится конвексным датчиком с частотой 2,5-5 МГц.

У гемодинамически стабильных пациентов последовательность зон исследования не имеет большого значения, но имеет огромное значение у гемодинамически нестабильных пациентов с систолическим давлением ≤ 90 мм рт. ст., в критических ситуациях, когда у пациента не определяется пульс при наличии электрической активности сердца на мониторе или имеется электромеханическая диссоциация. В таких ситуациях немедленно приступают к исследованию из сердечных доступов, поскольку данные ультразвуковой картины полости перикарда могут обеспечить быстрое понимание клинической ситуации. Обычно используют субкостальный доступ, но если невозможно быстро получить качественное изображение, то сразу же выполняют сканирование из парастернальной позиции, длинной оси

левого желудочка или четырехкамерной апикальной позиции. Осмотр полости перикарда направлен на поиск жидкости и тампонады сердца.

Нижняя полая вена (НПВ) осматривается из субкостального или латерального доступа. Латеральный доступ использует печень как акустическое окно. Для получения продольного скана нижней полой вены датчик необходимо установить в эпигастральной области продольно по средней линии и немного отклонить его, направляя ультразвуковой луч вправо, до появления продольного изображения нижней полой вены, впадающей в правое предсердие (или сместить датчик немного вправо от средней линии).

Основной целью осмотра НПВ является оказание помощи в оценке внутрисосудистого объема при крайних состояниях: гиповолемии или острой перегрузке объемом.

Размер НПВ обеспечивает быстрой и ценной информацией о давлении в правом предсердии. Измеряется максимальный и минимальный диаметр нижней полой вены, отражающие изменения ее диаметра на выдохе и вдохе. Дилатация НПВ (максимальный диаметр > 2 см) с коллабированием на вдохе менее 50 % является индикатором повышенного давления в правом предсердии, в контексте травмы характерна для тампонады сердца и напряженного пневмоторакса (из-за «обструкции» кровообращения, вызванной внешней компрессией камер сердца) [63-65].

Коллапс НПВ (максимальный переднезадний размер менее 9 мм) коррелирует с гиповолемией (гиповолемическим шоком) у пациентов с травмой и является достоверным индикатором кровопотери.

При поиске свободной жидкости в абдоминальной полости рекомендуют начинать с кармана Морисона, поскольку гепаторенальный карман является самым ранним и наиболее частым местом скопления крови при тупой абдоминальной травме. Датчик устанавливается по среднеподмышечной линии на уровне 11–12 ребер, применяя коронарный скан, затем с помощью наклонов (медиально или латерально) и скольжений датчиком (краниально или каудально) необходимо получить изображение кармана Морисона для поиска крови в нем. Для поиска крови в кармане Морисона, кроме общепринятого коронарного скана по средне-подмышечной линии, при выполнении ультразвукового исследования применяют продольный или косой скан правого верхнего квадранта по переднеподмышечной линии.

При движении датчика краниально осматривается правое поддиафрагмальное пространство для идентификации свободной жидкости.

При движении датчика каудально осматривается правый боковой канал брюшной полости.

Затем выполняется сканирование диафрагмальной поверхности печени, с целью поиска жидкости в правом субдиафрагмальном пространстве. При этом датчик смещается немного вверх от позиции кармана Морисона, а затем наклоняется или смещается медиально (по направлению к левой доле печени).

Для поиска жидкости в подпеченочном пространстве нужно сместить датчик вниз от позиции кармана Морисона, применяя скользящее движение. При этом будет получено изображение нижнего края печени. Затем датчик нужно наклонить или сместить медиально (по направлению к левой доле печени). Все это время внимание должно быть сконцентрировано на поиске жидкости, окружающей края печени.

Для поиска жидкости в правой плевральной полости датчик из позиции кармана Морисона скользящим движением смещается немного вверх. Наличие плевральной жидкости может быть подтверждено при поперечном сканировании. При выполнении исследования количество плевральной жидкости часто оценивается визуально (минимальный, умеренный, массивный гемоторакс). Может быть выполнен расчет объема крови в плевральной полости:

$$\begin{aligned} & \text{Объем жидкости в плевральной полости в мл} \\ & = (\text{расстояние от легкого до диафрагмы} \\ & + \text{латеральная максимальная высота в см}) \times 70 \end{aligned}$$

Далее производится обзорное полипозиционное сканирование печени, желчного пузыря, правой почки, поджелудочной железы для поиска повреждений: разрывов, гематом (интрапаренхиматальных, субкапсулярных), инфаркта, деваскуляризации, зоны тромба, имбибиции ткани. Определяются размеры, контуры, структура, локализация гематом, состояние капсулы паренхиматозных органов.

Левый верхний квадрант исследуется по заднеподмышечной линии между 8 и 11 ребрами и несколько выше. Если левая почка определена первой, то для визуализации селезенки датчик немного отклоняют с краниальным направлением луча (по направлению к голове). Определяются размеры, контуры, структура, локализация гематом, состояние капсулы паренхиматозных органов. Осматривают спленоренальное, периспленальное пространства, левое субдиафрагмальное пространство. Для этого датчик из позиции спленоренального кармана нужно развернуть косо (вдоль межреберного промежутка), слегка наклоняя датчик с направлением ультразвукового луча кверху или кзади (зависит от расположения селезенки), при этом должны хорошо визуализироваться селезенка и диафрагма. Ультразвуковой осмотр может быть затруднен акустическими тенями от ребер, визуализация улучшается на высоте полного вдоха пациента. При смещении датчика краниально визуализируется плевральный синус, при смещении каудально осматривается левый боковой канал.

Для поиска левостороннего гемоторакса датчик из положения косо-сканирования (вдоль межреберного промежутка), при котором хорошо визуализировалась селезенка, наклоняют немного больше, с направлением ультразвукового луча вверх (краниально) или кзади (зависит от расположения селезенки), или смещают датчик немного вверх от спленоренального кармана с направлением луча кпереди или кзади.

Исследование из надлобкового доступа выполняют в поперечной и продольной плоскости. Датчик размещают поперечно по отношению к средней линии живота приблизительно на 2-4 см выше симфиза и ангулируют вниз в область таза. Затем датчик поворачивают на 90° для сканирования в сагиттальной плоскости, обеспечивая осмотр мочевого пузыря, прямой кишки, пространства Дугласа у женщин и ректовезикального кармана у мужчин.

Затем осматривается центральная часть живота для поиска свободной жидкости в межпетлевых пространствах, так как свободная жидкость, обнаруженная в центральной части живота между петлями кишечника, может быть косвенным признаком повреждения кишечника и брыжейки.

Для поиска пневмоперитонеума датчик устанавливается вначале в эпигастральной области для поиска воздуха между левой долей печени и передней абдоминальной стенкой, затем датчик постепенно смещается в правый верхний квадрант, при этом исследуются передние и латеральные отделы правой доли печени (для поиска воздуха между правой долей печени и передней брюшной стенкой).

В сомнительных случаях пациента можно повернуть на левый бок, при этом визуализируется быстрое смещение свободного воздуха в отличие от воздуха, содержащегося в кишечнике.

Сканирование брюшной аорты выполняется в поперечном сечении вдоль срединной линии живота на всем протяжении, включая бифуркацию аорты.

Ультрасонография является очень чувствительным методом в обнаружении пневмоторакса, так как может выявлять даже незначительный пневмоторакс [63-65]. Поиск пневмоторакса выполняется тем же конвексным датчиком с частотой 3,5–5 МГц, но в случае низкого качества отображения париетальной и висцеральной плевры для лучшей визуализации скопления висцеральной плевры можно применить линейный датчик с частотой 7–10 МГц. Устанавливается малая глубина сканирования, примерно 5 см, проводится осмотр в ближнем поле. Поиск пневмоторакса выполняется по передней поверхности грудной стенки. Обычно исследуются два межреберных промежутка (3 и 4-й) справа и слева по среднеключичной линии. В плоскости ультразвукового сканирования необходимо получить поперечное изображение 2-х ребер с межреберным промежутком между ними. Этот скан является классическим при любых исследованиях плевры и легких,

так как ребра являются анатомическим ориентиром для быстрого определения плевральной линии. Если пневмоторакс обнаружен в стандартных точках (при продольном сканировании в 3–4 межреберном промежутке по среднеключичной линии с одной стороны или билатерально), то далее приступают к расширению исследования, определяя объем пневмоторакса.

При определении объема пневмоторакса требуется время, поэтому размер пневмоторакса исследуется у пациентов со стабильной гемодинамикой. Рекомендуется начинать исследование по парастернальной линии, устанавливая датчик в первую позицию, – поперечно межреберным промежуткам для обнаружения пневмоторакса, начиная с 3-го межреберного промежутка. Далее поиск «точки легкого» проводится в 3-х межреберных промежутках: во втором или третьем, в четвертом или пятом, шестом или седьмом, соответственно определяя верхний, средний и нижний секторы.

При детекции признаков пневмоторакса для исследования его размеров устанавливают датчик во вторую позицию – вдоль межреберных промежутков (но также можно применять и поперечное сканирование межреберных промежутков, зависит от качества визуализации), продвигаясь от парастернальной линии к среднеподмышечной линии, разделяющей грудную клетку на равные половины (переднюю и заднюю) для точного определения границы пневмоторакса. Латеральную границу пневмоторакса очерчивают маркером.

Протокол ультразвукового исследования при травме грудной клетки и живота не предполагает диагностическую оценку всех хронических отклонений грудной, брюшной полости, забрюшинного пространства и таза, должен содержать время исследования, сканограммы, отображающие всю диагностированную патологию.

Список литературы:

1. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging: Guidelines and Standards / M.J. Lang Roberto [et al.] // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2015. – Vol. 28. – P. 1-39.
2. Recommendations on the Echocardiographic Assessment of Aortic Valve Stenosis: A Focused Update from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography / H. Baumgartner [et al.] // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2017. – Vol. 30. – P. 372-392.
3. Multimodality Imaging of Diseases of the Thoracic Aorta in Adults: From the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. Endorsed by the Society of Cardiovascular Computed Tomography and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance / St.A. Goldstein [et al.] // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2015. – Vol. 28. – P. 119-182.
4. Body-surface adjusted aortic reference diameters for improved identification of patients with thoracic aortic aneurysms: results from the population-based Heinz Nixdorf Recall study / H. Kalsch [et al.] // Int. J. Cardiol. – 2013. – Vol. 163. – P. 72-78.
5. Assessment of the thoracic aorta by multidetector computed tomography: age- and sex-specific reference values in adults without evident cardiovascular disease / F.Y. Lin [et al.] // J. Cardiovasc. Comput. Tomogr. – 2008. – Vol. 2. – P. 298-308.
6. Recommendations for Noninvasive Evaluation of Native Valvular Regurgitation. A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance / W.A. Zoghbi et al. // Journal of the American Society of Echocardiography. – 2017. – Vol. 30, № 4. – P. 303-371.
7. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography, endorsed by European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography / L.G. Rudski [et al.] // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2010. – Vol. 23, № 7. – P. 685-713.
8. EACVI/EHRA Expert Consensus Document on the role of multi-modality imaging for the evaluation of patients with atrial fibrillation / E. Donal [et al.] // European Heart Journal – Cardiovascular Imaging. - 2016. – Vol. 17. – P. 355–383.
9. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging / S.F. Nagueh [et al.] // Am. Soc. Echocardiogr. – 2016. – Vol. 29. – P. 277-314.
10. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography, endorsed by European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography / L.G. Rudski [et al.] // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2010. – Vol. 23, №7. – P. 685-713.
11. Жерко, О.М. Ультразвуковая диагностика патологии сосудов. Практическое руководство для врачей / О.М. Жерко. – Мн.: ФУАинформ, 2013. – 438 с.
12. Current and Evolving Echocardiographic Techniques for the Quantitative Evaluation of Cardiac Mechanics: ASE/EAE Consensus Statement on Methodology and Indications Endorsed by the Japanese Society of Echocardiography / V. Mor-Avi [et al.] // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2011. – Vol. 24. – P. 277-313.

13. ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC) / M. G. Mancia [et al.]. // *Eur. Heart J.* – 2013. – Vol. 34. – P. 2159-2219.
14. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012). The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts) / J. Perk [et al.] // *Eur. Heart J.* – 2012. – Vol. 33. – P. 1635-1701.
15. Mannheim Carotid Intima-Media Thickness and Plaque Consensus (2004–2006–2011): An Update on Behalf of the Advisory Board of the 3rd and 4th Watching the Risk Symposium 13th and 15th European Stroke Conferences, Mannheim, Germany, 2004, and Brussels, Belgium, 2006 // *Cerebrovasc Dis.* – 2012. – Vol. 34, № 4. – P. 290–296.
16. Куликов, В.П. Ультразвуковая диагностика патологии артерий головы и шеи / В.П. Куликов, Н.Л. Доронина, Н.Г. Федюнина и др. // *Ультразвуковая диагностика сосудистых заболеваний / В.П. Куликов [и др.] ; под ред. В.П. Куликова.* – М.: ООО Фирма «СТРОМ», 2007. – С. 122-338.
17. Лелюк, В.Г. Ультразвуковая ангиология. 2-е изд., доп. и перер. / В.Г. Лелюк, С.Э. Лелюк. – М.: Реальное время, 2003. – 336 с.
18. Nomenclature of the veins of the lower limb: Extensions, refinements, and clinical application / A. Caggiati [et al.] // *Journal of Vascular Surgery.* – 2005. - Vol. 41. - P. 719-724.
19. Nomenclature of the veins of the lower limbs: An international interdisciplinary consensus statement / A. Caggiati [et al.] // *Journal of Vascular Surgery.* – 2002. - Vol. 36. – P. 416-422.
20. Ultrasonographic anatomy of the lower extremity superficial veins / L. Oğuzkurt // *Diagn. Interv. Radiol.* – 2012. – Vol. 18. – P. 423–430.
21. Nomenclature of the veins of the lower limbs – current standards / St. Reich-Schupke, M. Stücker. // *JDDG.* – 2011. – Vol. 9. – P. 189–194
22. Шиллер, Н. Клиническая эхокардиография, второе издание / Н. Шиллер, М.А. Осипов. – М., Практика, 2005. – 344 с.
23. Otto, С.М. Textbook of clinical echocardiography / С.М. Otto. – Philadelphia: W.B. Saunders Elsevier. - 4th ed., 2009. - 519 с.
24. Жерко, О.М. Клиническая трансторакальная эхокардиография. Практическое руководство для врачей / О.М. Жерко. - Мн.: Альфакнига, 2016. – 832 с.
25. Ochs, A. Ultrasonography of the liver. 5th edition / A. Ochs. - 2009. - 126 p.
26. Wermke, W.. Sonographische Differentialdiagnose Leberkrankheiten. Deutscher Arzteverlag / W. Wermke. - Köln. - 2006. – 446 p.
27. Takayasu, K. Imaging in Liver Disease. From Diagnosis to Treatment. Oxford University Press, 1 st edition. / К. Takayasu, К. Okuda // Oxford, New York, Tokyo. – 1997. – 438 p.
28. Камалов, Ю.Р. Руководство по абдоминальной ультразвуковой диагностике при заболеваниях печени / Ю.Р. Камалов, В.А.Сандриков. – М.: Миклош, 2008. – 286 с.
29. Олти, Дж. Ультразвуковое исследование / Перевод под ред В.А.Сандрикова / Дж. Олти, Э. Хоуи – М.: ГЕОТАР – Медиа, 2010. – 589 с.
30. Общая ультразвуковая диагностика/ Практическое руководство по ультразвуковой диагностике / Под ред. В.В.Митькова. – М.: Издательский дом Видар- М, 2006. – 720 с.

31. Хофер, М., Райхс Т. Ультразвуковая диагностика. Базовый курс / М. Хофер, Т. Райхс. – М.: Медицинская литература, 2003. – 463 р.
32. Цветовая дуплексная сонография / Под ред. М.М.Хофера. – М.: Медицинская литература, 2007. – 521 р.
33. Шмидт, Г. Ультразвуковая диагностика / Перевод с англ. под общ. Ред. А.В.Зубарева. – М.: МЕДпресс–инфо, 2009. – 554 с.
34. Нормальная ультразвуковая анатомия внутренних органов и поверхностно расположенных структур / Под ред. В.А. Сандрикова, Е.П. Фисенко. – М.: ООО «Фирма СТРОМ», 2012. – 192 с.
35. Сандриков, В.А. Комплексное ультразвуковое исследование поджелудочной железы / В.А. Сандриков, Е.П. Фисенко, И.П. // М.: «Фирма СТРОМ», 2008. – 233 с.
36. Zwiebel, W.J. Introduction to vascular ultrasonography / Philadelphia Saunders, - 1993. – 423.
37. Дуган, И.В. Цветная доплерография в диагностике заболеваний почек. Принципы и практические рекомендации по применению / И.В. Дуган, В.Е. Медведев. – К.: ВБО «Украинский доплеровский клуб», 2008. – 144 с.
38. Diagnosis and Management of Renovascular Disease / J. Radermacher / Evidence – Based Nephrology // Nephrology. – 2009. – P. 223–230.
39. Radermaher, J. Ultrasonography of the kidney and the renal vessels / J. Radermaher // Der Internist. – 2003. – Vol. 44. – P. 1413–1429.
40. External validation of the kidney failure risk equation and re –calibration with addition of ultrasound parameters / C.S. Lennartz [et al.] // Clinical Journal of the American Society of Nephrology. - 2016. – Vol. 11, № 4. – P. 285–293.
41. Does size matter? Kidney transplant donor size determines function among living donors / M. Narasimhamurthy [et al.] // CKJ: Clinical Kidney Journal. – 2016. – Vol. 10, № 1. – P. 1093–1097.
42. Di Nicole, P. Renal resistive index: not only kidney / P. Di Nicole // Clinical and Experimental Nephrology. – 2016. – Vol. 5. – P. 1007–1016.
43. Ultrasound Diagnostics of Thyroid Diseases / V.I.P. Kharchenko, P.M. Kotlyarov, M.S. Mogutov [et al.] // Spenger. – 2010. – 245 p.
44. WHO, UNICEF & ICCIDD. Assessment of Iodine Deficiency Disorders and Monitoring their Elimination. A guide for programme managers. Second edition / H. Allen [et al.] – 2001. – 107 p.
45. WHO, UNICEF & ICCIDD. Indicators for assessing iodine deficiency disorders and their control through salt iodization. WHO/NUT/94.6. Geneva: WHO. - 1994. – 105 p.
46. Нормальная анатомия человека: учебник для мед. вузов в 2 т. / И.В. Гайворонский. – 5-е изд., испр. и доп. – СПб.: СпецЛит, 2007. – Т. 2. – 423 с.
47. Заболотская, Н.В. Ультразвуковое исследование лимфатической системы. / Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике. Т.2. Под ред. Митькова В.В., Медведева М.В. – М., Видар. – 1996. – С. 303-329.
48. Громов, А.И. Лучевая диагностика и терапия в урологии. Национальное руководство / А.И. Громов. – М.: ГЭОТАР-Медиа.2011. – 544 с.
49. Громов, А.И. Ультразвуковое исследование предстательной железы /А.И. Громов, В. В. Капустин. – М.: Шико. – 2014. - 232 с.
50. Назаренко, Г.И. Ультразвуковая диагностика предстательной железы в современной урологической практике / Г.И. Назаренко, А.Н. Хитрова // Москва: Издательский дом Видар-М. – 2012. – С. 43-89.

51. AIUM Practice Guideline for the Performance of Ultrasound Evaluation of the Prostate (and Surrounding Structures) 2010 by the American Institute of Ultrasound in Medicine / Guideline developed in collaboration with the American College of Radiology and the Society of Radiologists in Ultrasound / J. Ultrasound in Medicine (JUM). – 2012. – Vol.31. – 2015. – 6 p.
52. Merz, E. Sonographic size of uterus and ovaries in pre- and postmenopausal women E. Merz, Miric-Tesanic., F. Bahlmann [et al.] // Ultrasound. Obstet. Gynecol. – 1996. - Vol.7, № 1. - P. 38–42.
53. Нормальная ультразвуковая анатомия и физиология матки и яичников. Буланов М.Н. <http://www.iskra-medical.ru/bulanov1/norma.htm>.
54. Terms, definitions and measurements to describe the sonographic features of the endometrium and intrauterine lesions: a consensus opinion from the International Endometrial Tumor Analysis (IETA) group / F.P. Leone, D. Timmerman, T. Bourne et al. // Ultrasound Obstet. Gynecol. – 2010. - Vol. 35, № 1. – P. 103– 112.
55. Макаров, И.О. 3D-УЗИ в норме и при изменениях шейки матки / И.О. Макаров, Т.В. Овсянникова, Т.В. Шеманаева и др. // Акушерство, гинекология и репродукция. – 2013. – N 2. – С. 23– 26.
56. Медведев, М.В. Основы ультразвукового исследования в гинекологии: практическое пособие для врачей / М.В. Медведев, Н.Г. Михеева. – М.: Реал Тайм, 2010. — 104 с.
57. Гус, А.И. Ультразвуковые критерии синдрома поликистозных яичников: состояние стромы и внутрияичникового кровотока / А.И. Гус, Т.А. Назаренко, А.А. Смирнова // Акушерство и гинекология. – 2005. – № 24 – 32.
58. Сенча, А.Н. Ультразвуковая диагностика. Тазобедренный сустав / А.Н. Сенча, Д.В. Беляев // Москва: Издательский дом Видар-М. – 2016. – 152 с.
59. Ultrasound of the Musculoskeletal System/ S. Bianchi, C. Martinoli // Springer. – 2007. – P. 974.
60. МакНелли, Ю. Ультразвуковое исследование костно-мышечной системы / Ю. МакНелли // Москва: Видар. – 2007. – 400 с.
61. Gaulrapp, H. Grundkurs Sonografie der Bewegungsorgane / H.Gaulrapp, Ch. Binder// München: Urban&Fischer. – 2014. – P. 240.
62. Сенча, А.Н. Ультразвуковая диагностика. Плечевой сустав / А.Н. Сенча, Д.В. Беляев / Москва: Издательский дом Видар-М. – 2014. – 152 с.
63. Ургентная сонография при травме. FAST протокол / Dr.Yuliya, Ukraine, Sonologist, Regional General Hospital, Libya 2009. – 94 с.
64. Жерко, О.М. Ургентная сонография при травме. Учебно-методическое пособие / О.М. Жерко // М-во здравоохранения Республики Беларусь. БелМАПО. К-ра ультразвуковой диагностики. – Мн., 2017. – 22 с.
65. Жерко, О.М. Эхокардиография при острой сердечно-сосудистой патологии. Учебно-методическое пособие // О.М. Жерко - М-во здравоохранения Республики Беларусь. БелМАПО. К-ра ультразвуковой диагностики. – Мн., 2017. - 17 с.

Приложение 1

Таблица 1. Нормальные значения размеров и объемов левого желудочка у мужчин и женщин [1]

Параметры	Мужчины		Женщины	
Парастернальная позиция, длинная ось				
Диастолический диаметр ЛЖ, мм	50,2±4,1	42,0-58,4	45,0±3,6	37,8-52,2
Систолический диаметр ЛЖ, мм	32,4±3,7	25,0-39,8	28,2±3,3	21,6-34,8
Апикальная двухкамерная позиция				
Фракция выброса ЛЖ, %	62±7	48-76	64±6	53-76
Конечно-диастолический объем, мл	117±29	59-175	87±23	41-133
Конечно-систолический объем, мл	45±15	15-75	32±11	10-54
Апикальная четырехкамерная позиция				
Фракция выброса ЛЖ, %	60±7	46-74	62±8	46-78
Конечно-диастолический объем, мл	127±29	69-185	94±23	48-140
Конечно-систолический объем, мл	50±14	22-78	36±12	12-60
Биплановая методика				
Фракция выброса ЛЖ, %	62±5	52-72	64±5	54-74
Конечно-диастолический объем, мл	106±22	62-150	76±15	46-106
Конечно-систолический объем, мл	41±10	21-61	28±7	14-42
Индексы к площади тела				
Апикальная двухкамерная позиция				
Конечно-диастолический объем, мл/м ²	59±14	31-87	50±12	26-74
Конечно-систолический объем, мл/м ²	23±7	9-37	18±6	6-30
Апикальная четырехкамерная позиция				
Конечно-диастолический объем, мл/м ²	65±14	37-93	56±13	30-82
Конечно-систолический объем, мл/м ²	26±7	12-40	21±7	7-35
Биплановая методика				
Конечно-диастолический объем, мл/м ²	54±10	34-74	45±8	29-61
Конечно-систолический объем, мл/м ²	21±5	11-31	16±4	8-24

Таблица 2. Нормальные значения размеров, объемов, функции и массы левого желудочка и различные степени их нарушений [1]

Показатель	Мужчины				Женщины			
	Норма	Незначительное нарушение	Умеренное нарушение	Значительное нарушение	Норма	Незначительное нарушение	Умеренное нарушение	Значительное нарушение
Размеры левого желудочка								
Диастолический диаметр ЛЖ, см	4,2-5,8	5,9-6,3	6,4-6,8	>6,8	3,8-5,2	5,3-5,6	5,7-6,1	>6,1
Диастолический диаметр ЛЖ /площадь тела, см/м ²	2,2-3,0	3,1-3,3	3,4-3,6	>3,6	2,3-3,1	3,2-3,4	3,5-3,7	>3,7
Систолический диаметр ЛЖ, см	2,5-4,0	4,1-4,3	4,4-4,5	>4,5	2,2-3,5	3,6-3,8	3,9-4,1	>4,1
Систолический диаметр ЛЖ/ площадь тела, см/м ²	1,3-2,1	2,2-2,3	2,4-2,5	>2,5	1,3-2,1	2,2-2,3	2,4-2,6	>2,6
Объемы левого желудочка								
Диастолический объем ЛЖ, мл	62-150	151-174	175-200	>200	46-106	107-120	121-130	>130
Диастолический объем ЛЖ/ площадь тела, мл/м ²	34-74	75-89	90-100	>100	29-61	62-70	71-80	>80
Систолический объем ЛЖ, мл	21-61	62-73	74-85	>85	14-42	43-55	56-67	>67
Систолический объем ЛЖ/ площадь тела, мл/м ²	11-31	32-38	39-45	>45	8-24	25-32	33-40	>40
Функция левого желудочка								
Фракция выброса, %	52-72	41-51	30-40	<30	54-74	41-53	30-40	<30
Масса миокарда левого желудочка, рассчитанная линейными методиками								
Толщина межжелудочковой перегородки, см	0,6-1,0	1,1-1,3	1,4-1,6	>1,6	0,6-0,9	1,0-1,2	1,3-1,5	>1,5
Толщина задней стенки ЛЖ, см	0,6-1,0	1,1-1,3	1,4-1,6	>1,6	0,6-0,9	1,0-1,2	1,3-1,5	>1,5
Масса миокарда левого желудочка, г	88-224	225-258	259-292	>292	67-162	163-186	187-210	>210
Масса миокарда ЛЖ/ площадь тела, г/м ²	49-115	116-131	132-148	>148	43-95	96-108	109-121	>121
Масса миокарда левого желудочка, рассчитанная в 2D-режиме								

Масса миокарда левого желудочка, г	96-200	201-227	228-254	>254	66-150	151-171	172-193	>193
Масса миокарда ЛЖ/ площадь тела, г/м ²	50-102	103-116	117-130	>130	44-88	89-100	101-112	>112

Таблица 3. Нормальные значения размеров и объемов левого желудочка у мужчин (м) и женщин (ж) в зависимости от возраста [1]

Параметры	20-29 лет		30-39 лет		40-49 лет		50-59 лет		60 лет	
	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж
Апикальная двухкамерная позиция										
ФВ ЛЖ, %	62±4	62±6	62±5	65±5	62±6	63±6	61±8	64±6	63±6	65±6
КДО, мл	122±18	88±21	111±27	88±14	121±25	90±22	119±30	87±23	88±22	63±12
КСО, мл	46±7	33±10	42±11	31±7	46±14	34±11	46±16	32±11	32±8	22±6
Апикальная четырехкамерная позиция										
ФВ ЛЖ, %	62±6	63±6	61±7	62±8	58±7	60±9	60±7	60±8	59±5	60±6
КДО, мл	136±29	106±23	131±28	99±23	118±28	84±20	115±29	82±18	110±24	74±15
КСО, мл	51±13	39±11	51±14	37±11	50±16	34±12	47±16	33±12	45±12	29±7
Биплановая методика										
ФВ ЛЖ, %	62±5	63±4	61±4	63±4	62±5	64±4	63±5	64±5	63±5	65±6
КДО, мл	118±25	87±18	114±22	82±13	107±20	77±13	101±21	73±14	98±21	68±11
КСО, мл	46±11	32±8	44±10	31±6	41±10	28±6	38±9	26±6	39±9	24±6
Индексы к площади тела										
Апикальная двухкамерная позиция										
КДО, мл/м ²	59±8	50±9	56±14	50±8	61±13	52±12	60±14	51±13	45±11	37±7
КСО, мл/м ²	22±4	19±5	21±6	18±4	23±7	19±6	23±8	19±6	16±4	13±3
Апикальная четырехкамерная позиция										
КДО, мл/м ²	70±14	63±13	67±13	59±13	60±13	50±11	59±13	49±10	56±11	44±8
КСО, мл/м ²	26±6	23±6	26±7	22±6	26±8	20±7	24±14	20±7	22±5	17±4
Биплановая методика										

КДО, мл/м ²	62±10	52±8	57±11	49±6	54±9	45±7	52±9	43±7	50±10	40±7
КСО, мл/м ²	24±5	19±4	22±5	18±4	21±5	16±3	19±4	15±3	18±4	14±3

ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, КДО – конечно-диастолический объем, КСО – конечно-систолический объем

Таблица 4. Нормальные значения фракции выброса левого желудочка, индекса объема левого предсердия в 2D-режиме и различные степени их нарушений [1]

Показатель	Мужчины				Женщины			
	Норма	Незначительное нарушение	Умеренное нарушение	Значительное нарушение	Норма	Незначительное нарушение	Умеренное нарушение	Значительное нарушение
Фракция выброса, %	52-72	41-51	30-40	<30	54-74	41-53	30-40	<30
Максимальный объем левого предсердия/площадь тела, мл/м ²	16-34	35-41	42-48	>48	16-34	35-41	42-48	>48

Таблица 5. Нормальные значения размеров, площадей и объемов правого желудочка (ПЖ) [1]

Параметры	M±m	Нормальные значения
Базальный диаметр ПЖ, мм	33±4	25-41
Диаметр ПЖ на среднем уровне, мм	27±4	19-35
Длинный размер ПЖ, мм	71±6	59-83
Диаметр ПЖ в парастернальной позиции, длинной оси, мм	25±2,5	20-30
Проксимальный диаметр выносящего тракта ПЖ на уровне аортального клапана, мм	28±3,5	21-35
Дистальный диаметр выносящего тракта ПЖ, мм	22±2,5	17-27
Толщина стенки ПЖ, мм	3±1	1-5
Конечно-диастолическая площадь выносящего тракта ПЖ, см ²		
Мужчины	17±3,5	10-24
Женщины	14±3	8-20
Индекс конечно-диастолической площади ПЖ, см ² /м ²		
Мужчины	8,8±1,9	5-12,6
Женщины	8,0±1,75	4,5-11,5
Конечно-систолическая площадь ПЖ, см ²		
Мужчины	9±3	3-15
Женщины	7±2	3-11
Индекс конечно-систолической площади ПЖ, см ² /м ²		
Мужчины	4,7±1,35	2,0-7,4
Женщины	4,0±1,2	1,6-6,4
Индекс конечно-диастолического объема ПЖ, мл/м ²		
Мужчины	61±13	35-87
Женщины	53±10,5	32-74
Индекс конечно-систолического объема ПЖ, мл/м ²		
Мужчины	27±8,5	10-44
Женщины	22±7	8-36

Таблица 6. Нормальные значения показателей, характеризующих систолическую функцию правого желудочка (ПЖ) [1]

Показатели	M±m	Аномальные значения
Скорость систолического движения кольца трикуспидального клапана, мм	24±3,5	<17
s' -волна в режиме импульсволновой ТД, см/сек	14,1±2,3	<9,5
s' _{RV} -волна в режиме цветовой ТД, см/сек	9,7±1,85	<6,0
Фракция изменения площади правого желудочка (ФИП _{ПЖ}), %	49±7	<35
2D Strain свободной стенки правого желудочка, %	-29±4,5	> -20
Фракция выброса ПЖ по данным 3D-эхокардиографии, %	58±6,5	<45
Индекс производительности миокарда		
В режиме импульсволновой доплерографии	0,26±0,085	>0,43
В режиме импульсволновой тканевой доплерографии	0,38±0,08	>0,54

DT_E (время замедления пика E) транстрикуспидального кровотока, мсек	180 ± 31	<119 или >242
E/A	$1,4 \pm 0,3$	<0,8 или >2,0
e' / a'	$1,18 \pm 0,33$	<0,52
E'	$14,0 \pm 3,1$	<7,8
E/e'	$4,0 \pm 1,0$	>6,0

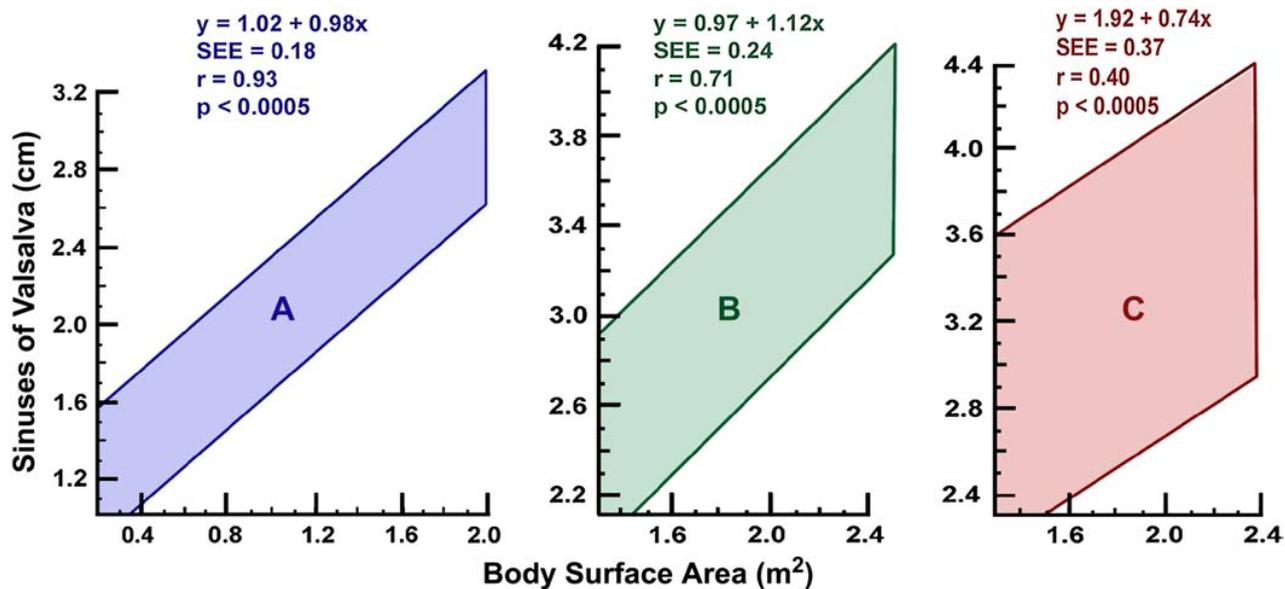


Рисунок 1. Номограмма 95%-доверительного интервала диаметра корня аорты на уровне синусов Вальсальвы в зависимости от площади поверхности тела у детей и подростков (А), взрослых в возрасте 20-39 лет (В), взрослых в возрасте ≥ 40 лет [1]

Учебное издание

Жерко Ольга Михайловна
Ганькова Ирина Владимировна
Ивановская Маргарита Иосифовна
Тихоненко Ирина Владимировна
Башлакова Надежда Анатольевна

Методические аспекты ультразвукового исследования сердца,
органов брюшной полости, забрюшинного пространства, таза,
щитовидной железы, суставов, сосудов у взрослых

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Подписано в печать 25.09 2018. Формат 60x84/16. Бумага «Discovery».

Печать ризография. Гарнитура «Times New Roman».

Печ. л. 5,31. Уч.- изд. л. 4,10 Тираж 100 экз. Заказ 213.

Издатель и полиграфическое исполнение –

Белорусская медицинская академия последипломного образования.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,

распространителя печатных изданий № 1/136 от 08.01.2014.

220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 3.

