ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ

2020, ТОМ 2, № 2 НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ ВРАЧЕЙ

Рецензируемый научно-практический журнал
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ
Visualization in medicine

Основан в 2016 году в Санкт-Петербурге

ISSN 2658-6606

eISSN 2658-6592

Ежеквартальное издание
Журнал реферируется РЖ ВИНИТИ

Учредители:
Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России,

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, свидетельство: ПИ № ФС77-74241 от 02 ноября 2018 г.

Проект-макет: Титова Л. А.

Распространяется по подписке.
Электронная версия —
http://elibrary.ru,
http://ojs3.gpmu.org/index.php/visual-med

Издатель, учредитель:
ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России
Титова Л. А. (выпускающий редактор)
Варламова И. Н. (верстка)

Адрес редакции: Литовская ул., 2,
Санкт-Петербург, 194100;
тел/факс: (812) 295-31-55; e-mail: lt2007@inbox.ru
Статьи просьба направлять по адресу:
lt2007@inbox.ru

Address for correspondence:
2, Litovskaya St., St. Petersburg, 194100, Russia.
Tel/Fax: +7 (812) 295-31-55.
E-mail: **lt2007@inbox.ru**.

Формат 60 × 90/8. Усл.-печ. л. 6.5.
Тираж до 500 экз. Распространяется бесплатно.
Оригинал-макет изготовлен
ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России.
Отпечатано ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава
Литовская ул., 2, Санкт-Петербург, 194100.
Заказ 358.
Подписано в печать 29.06.2020.

Полное или частичное воспроизведение материалов, содержащихся в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения редакции.
Ссылка на журнал «Visualization in medicine / Визуализация в медицине» обязательна.

Редакционная коллегия:	*Editorial Board:*
Главный редактор	**Head Editor**
д. м. н., профессор **А.В. Поздняков**	Professor **A.V. Pozdnyakov**, MD, PhD
Заместитель главного редактора:	**Head Editor-in-Chief :**
д. м. н., профессор **Рязанов В.В.**	Professor **Ryazanov V.V.**, MD, PhD
д. м. н., профессор **Синельникова Е.В.**	Professor **Sinelnikova E.V.**, MD, PhD
д. м. н., профессор **Багатурия Г.О.**	Professor **Bagaturiya G.O.**, MD, PhD
Ответственный секретарь:	**Executive Secretary:**
Ипатов В.В.	**Ipatov V.V.**
Амосов В.И. (Санкт-Петербург)	**Amosov V.I.** (Saint Petersburg)
Багненко С.С. (Санкт-Петербург)	**Bagnenko S.S.** (Saint Petersburg)
Бойков И.В. (Санкт-Петербург)	**Boykov I.V.** (Saint Petersburg)
Борсуков А.В. (Смоленск)	**Borsukov A.V.** (Smolensk)
Васильев А.Ю. (Москва)	**Vasil'ev A.Yu.** (Moscow)
Дмитращенко А.А. (Москва)	**Dmitrashchenko A.A.** (Moscow)
Жаринов Г.М. (Санкт-Петербург)	**Zharinov G.M.** (Saint Petersburg)
Железняк И.С. (Санкт-Петербург)	**Zheleznyak I.S.** (Saint Petersburg)
Ицкович И.Э. (Санкт-Петербург)	**Itskovich I.E.** (Saint Petersburg)
Карлова Н.А. (Санкт-Петербург)	**Karlova N.A.** (Saint Petersburg)
Лишманов Ю.Б. (Томск)	**Lishmanov Yu.B.** (Tomsk)
Мазур В. Г. (Санкт-Петербург)	**Mazur V. G.** (Saint Petersburg)
Малаховский В.Н. (Санкт-Петербург)	**Malakhovskiy V.N.** (Saint Petersburg)
Мищенко А.В. (Санкт-Петербург)	**Mishchenko A.V.** (Saint Petersburg)
Панов В.О. (Москва)	**Panov V.O.** (Saint Petersburg)
Савелло А.В. (Санкт-Петербург)	**Savello A.V.** (Saint Petersburg)
Себелев К.И. (Санкт-Петербург)	**Sebelev K.I.** (Saint Petersburg)
Серебрякова С.В. (Санкт-Петербург)	**Serebryakova S.V.** (Saint Petersburg)
Синицын В.Е. (Москва)	**Sinitsyn V.E.** (Moscow)
Трофимова Т.Н. (Санкт-Петербург)	**Trofimova T.N.** (Saint Petersburg)
Тулупов А.А. (Новосибирск)	**Tulupov A.A.** (Novosibirsk)
Тюрин И.Е. (Москва)	**Tyurin I.E.** (Moscow)
Черемисин В.М. (Санкт-Петербург)	**Cheremisin V.M.** (Saint Petersburg)
Фокин В.А. (Санкт-Петербург)	**Fokin V.A.** (Saint Petersburg)

2020, VOLUME 2, № 2 SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL FOR DOCTORS

VISUALIZATION IN MEDICINE

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

❖ ОБЗОРЫ

А.А. Мязин
К вопросу о безопасности ультразвуковой диагностики легких у новорожденных (обзор литературы).....3

❖ ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

И.И. Акиншин, Е.В. Синельникова, В.Г. Часнык, Т.Л. Корнишина
Исследование взаимосвязи ультразвуковых феноменов легких с показателями газообмена у новорожденных детей.....8

Н.Н. Варламова, Э.Н. Столова, А.И. Имельбаев, Е.В. Синельникова
Возможности ультразвуковых методов исследования в оценке диффузных изменений паренхимы печени.....18

Э.Н. Столова, А.И. Имельбаев
Роль ультразвукового исследования в диагностике обструктивной уропатии у детей.....26

В.И. Цибизова, Т.М. Первунина, Э.В. Комличенко, И.Е. Говоров, И.И. Аверкин
Фетальная эхокардиография. Допплерометрия при ФФТС в монохориальной двойне до и после лазерной коагуляции.....34

❖ КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

И.И. Аверкин, Е.В. Грехов, А.К. Латыпов, Т.М. Первунина, Э.В. Комличенко, Е.С. Васичкина, В.И. Цибизова, В.М. Заверза, В.Г. Никифоров, М.Л. Латыпова, Т.С. Альхова, Ю.В. Волкова, И.А. Козырев, А.Н. Котин, К.А. Чуева, D.C. Di Renzo, A.R.icci, E. Biccari
Клинический случай. 3D-моделирование у новорожденного со сложной формой тетрады Фалло....40

❖ ПЕРСОНАЛИИ

Ушел из жизни Виктор Григорьевич Мазур.....47

❖ ИНФОРМАЦИЯ

Правила для авторов.....48

❖ REVIEWS

A.A. Myazin
To the question of safety of ultrasonic diagnostics of lungs in newborns (literature review).....3

❖ ORIGINAL PAPERS

I.I. Akinshin, E.V. Sinelnikova, V.G. Chasnyk, T.L. Kornishina
Research of the relationship of lung ultrasound phenomenon with gas exchange characteristics in newborn.....8

N.N. Varlamova, E.N. Stolova, A.I. Imelbaev, E.V. Sinelnikova
Possibilities of the ultrasound method for evaluation of diffusive changes in the liver parenchyma.....18

E.N. Stolova, A.I. Imelbaev
The role of ultrasonography in diagnostics of obstructive uropathy in children.....26

V.I. Tsibizova, T.M. Pervunina, E.V. Komlichenko, I.E. Govorov, I.I. Averkin
Fetal echocardiography. Doppler in TTTS twins before / after laser coagulation.....34

❖ CLINICAL CASE

I.I. Averkin, E.V. Grekhov, A.K. Latypov, T.M. Pervunina, E.V. Komlichenko, E.S. Vasichkina, V.I. Tsibizova, V.M. Zaverza, V.G. Nikiforov, M.L. Latypova, T.S. Alkhova, J.V. Volkova, I.A. Kozyrev, A.N. Kotin, K.A. Chueva, D.C. Di Renzo, A. Ricci, E. Biccari
Clinical case. 3D-modeling of a newborn with a complex shape of the Fallot tetrad.....40

❖ PERSONALITIES

Viktor Grigoryevich Mazur Died.....47

❖ INFORMATION

Rules for authors.....48

УДК 616.24-053.3-073.432.1+616.006-07+616-052+331.451(2)+614.253.8

К ВОПРОСУ О БЕЗОПАСНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ЛЕГКИХ У НОВОРОЖДЕННЫХ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

© Александр Александрович Мязин

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Калужской области «Детская городская больница». 248002, г. Калуга, ул. Салтыкова-Щедрина, д. 11

Контактная информация: Александр Александрович Мязин – заведующий отделением ультразвуковой диагностики. E-mail: almyaz@yandex.ru

Резюме. В статье рассматривается возможность физического воздействия диагностического ультразвука на легочную ткань, безопасность использования ультразвуковой диагностики заболеваний легких и плевры у новорожденных. Предлагаются рекомендации по настройке аппаратуры и методике безопасного проведения ультразвукового сканирования легких у новорожденных.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, новорожденные, безопасность пациентов

TO THE QUESTION OF SAFETY OF ULTRASONIC DIAGNOSTICS OF LUNGS IN NEWBORNS (LITERATURE REVIEW)

© Alexander A. Myazin

State Budgetary Healthcare Institution of the Kaluga Region “Children's City Hospital”. 248002, Kaluga, st. Saltykova-Shchedrina, 11

Contact information: Alexander A. Myazin – Head of the Department of Ultrasound Diagnostics. E-mail: almyaz@yandex.ru

Summary. In this paper, we observe the possibility of physical damage of diagnostic ultrasound on lung tissue, the safety of performing ultrasound diagnostic of newborns’ lungs and pleura. We propose recommendations on adjusting equipment as well as methods of safe ultrasound scanning of newborns’ lungs.

Key words: ultrasound, newborn, patient safety.

ВВЕДЕНИЕ

Ультразвуковая диагностика (УЗД) все шире применяется в областях, в которых ранее она не использовалась, дополняя или заменяя традиционные методы лучевой диагностики. Расширяется ее применение и в диагностике заболеваний легких у детей и взрослых. Речь идет не только о пионерских работах, выпускаются международные методические рекомендации по проведению УЗД легких, выполняются исследования возможностей метода в России [4, 5, 6, 13, 16]. Однако до последнего времени широкого распространения в России метод УЗД легких не получил, и одним из первых документов, определяющих проведение ультразвукового исследования легких, является приказ Министерства здравоохранения РФ от 13 октября 2017 г. №804н «Об утверждении номенклатуры медицинских услуг» (с изменениями и дополнениями от 16 апреля 2019 г.) [15] в котором представлены медицинские услуги: ультразвуковое исследование плевральной полости (А04.09.001) и ультразвуковое исследование легких (А04.09.002).

Не являясь полным заменителем рентгеновских методик, особое распространение УЗИ легких получило в отделениях реанимации и интенсивной терапии новорожденных, где оно быстро и многократно может применяться для диагностики критических состояний респираторной системы, таких, как респираторный дистресс-синдром новорожденных, транзиторное тахипноэ новорожден-

ных, пневмония, ателектаз, пневмоторакс, гидроторакс, отек легких при сердечной недостаточности, а также быть полезной при мекониальной аспирации, легочных геморрагиях. В силу простоты применения методики, использовать ее могут не только врачи ультразвуковой диагностики, но и неонатологи, и реаниматологи. Для использования этой методики подходит ультразвуковая аппаратура любых классов, от экспертных сканеров до недорогих портативных. Могут применяться разнообразные датчики: микроконвексные, конвексные, даже секторные, но наиболее удобно и эффективно использовать у новорожденных высокочастотные линейные датчики.

Методика ультразвукового исследования легких несложна — последовательное перемещение датчика по передним, боковым и задним поверхностям грудной клетки от верхушек до нижних отделов легких с визуализацией хорошо видимой в норме тонкой эхогенной «линии плевры» и, по-возможности, визуализация диафрагмальной поверхности легких из субкостального доступа спереди, если не будет мешать метеоризм. Передние и боковые поверхности сканируются в положении лежа на спине, задние в положении лежа на животе или на боку. Предлагаемое рядом авторов деление поверхности сканирования на 6, 12 или более зон с каждой стороны и сканирование по зонам, на наш взгляд, необязательно из-за малой поверхности грудной клетки новорожденных, особенно недоношенных детей. В норме будет видна лишь тонкая горизонтальная «плевральная линия» с единичными вертикальными узкими В-линиями, движущимися в такт дыхания. При использовании высокочастотных линейных датчиков видно скольжение листков плевры в такт дыхания.

Для облегчения и унификации применения ультразвуковой методики был разработан формализованный BLUE протокол (bedside lung ultrasound in emergency), который, несмотря на некоторые его спорные моменты [1, 2], довольно прост и полезен в освоении методики УЗД легких и плевры врачами других специальностей. Для новорожденных международным экспертным сообществом недавно был разработан особый протокол исследования легких [1]. Кроме того, УЗД легких используется и в составе других «прикроватных» POCUS (Point-of-Care Ultrasound) протоколов, таких как FALLS (fluid administration limited by lung sonography) и др. [3].

Одним из основных преимуществ УЗД считается радиационная безопасность для пациента [7]. Представление о полном отсутствии какого-либо значимого физического воздействия диагностического ультразвука на организм ребенка может провоцировать неоправданно частое или долгое по времени его применение. Тем не менее и этот метод может сопровождаться осложнениями.

В плане безопасности проведения ультразвуковых исследований нередко рассматривают инфекционную безопасность, поскольку датчик

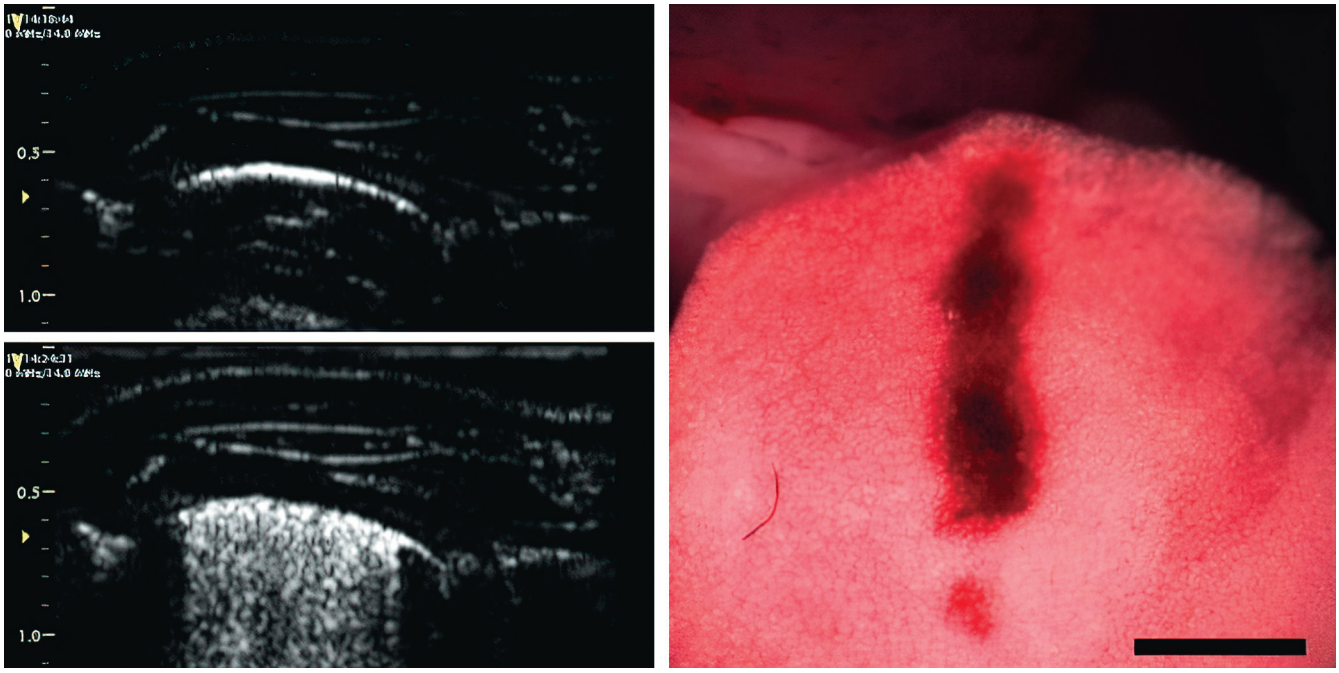


Рис. 1. Поверхность легкого крысы после сканирования при частоте 12 МГц, на левом верхнем рисунке до сканирования, на левом нижнем после, визуализируются сливающиеся В-линии (по Douglas L. Miller)

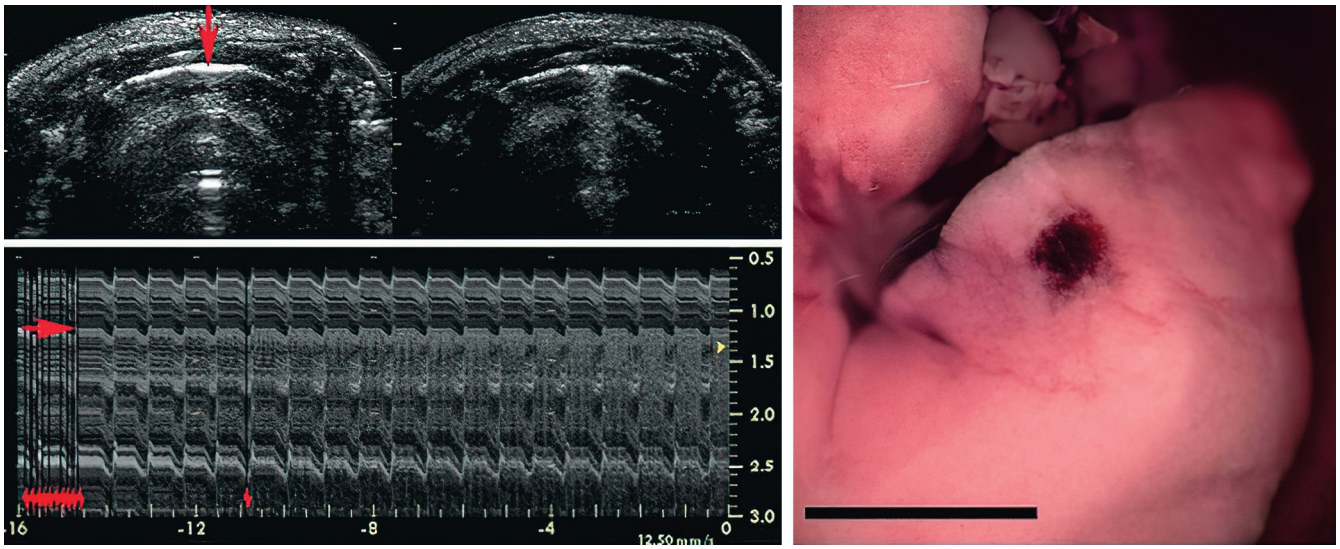


Рис. 2. 15-секундная экспозиция М-режима. Появление через 5 минут после воздействия В-линий в точке приложения (по Douglas L. Miller)

ультразвукового сканера и контактный гель непосредственно соприкасаются с поверхностью кожи во время исследования. Это очень важно для новорожденных и особенно для недоношенных детей в плане профилактики инфекций [8]. Мы же постараемся осветить другой аспект — потенциальную опасность физического воздействия диагностического ультразвука на ткани легких новорожденных.

Еще в исследованиях, выполненных в 1990-е годы, было обнаружено, что диагностический ультразвук может вызывать легочное капиллярное кровоизлияние у крыс и других млекопитающих [9]. Исследования проводились на ультразвуковых сканерах, применяемых в клинике (рис. 1).

Ранее риск возникновения геморрагий не считался высоким, поскольку не было широко распространена УЗД легких и акустическое воздействие на них могло быть лишь случайным при сканировании смежных зон. В настоящее время ультразвуковое сканирование легких в ряде больниц применяется на регулярной основе, нередко ежедневно для наблюдения за динамикой состояния пациента.

Степень повреждения легких зависела от физических факторов, в частности от мощности сигнала, продолжительности воздействия, длительности импульса и частоты повторения импульса, причем частота ультразвукового сканирования лишь незначительно влияла на размеры геморрагических очагов, которые могли достигать 1,0 см. Величина повреждения зависела и от физиологических факторов, например, от размеров млекопитающих, у обезьян она была меньше, чем у крыс. Хотя легочное капиллярное кровообращение приспособлено к колебаниям кровотока путем расширения и сужения капилляров, аккомодация может занять некоторое время и для капилляров, уже находящихся в условиях стресса, дополнительное воздействие ультразвуковой волной может привести к разрыву. Состояния, приводящие к повышенному давлению в системе легочного кровообращения, часты у детей, которым предлагается проводить УЗД легких. Более восприимчивыми к повреждению могут оказаться новорожденные и особенно недоношенные [10]. Кроме того, разные методы анестезии и даже использование седативных средств по-разному снижали порог чувствительности тканей легких к повреждению [11].

Однако физический механизм, ответственный за возникновение геморрагий под действием ультразвука остается до конца не ясным. Экспериментальные исследования показали, что ни нагревание, ни акустическая кавитация — преобладающие механизмы биоэффектов ультразвука, по-видимому, не отвечают за их развитие.

В официальном документе Американской ассоциации ультразвука в медицине (AIUM) от 25.03.2015 [12] «Заявление о биологических эффектах млекопитающих в тканях с естественными газовыми телами» говорится, что биологически значимые неблагоприятные нетермические эффекты были выявлены в тканях, содержащих стабильные газовые тела. Современные диагностические ультразвуковые устройства могут генерировать уровни воздействия, которые вызывают капиллярные кровоизлияния в легкие и кишечник лабораторных животных. Для оценки вероятности механических (нетермических) неблагоприятных биологических эффектов воздействия был раз-

работан в помощь пользователям механический индекс (MI), его значение отображается на экране сканера. Минимальное пороговое значение MI для возникновения легочного капиллярного кровоизлияния у лабораторных млекопитающих составляет примерно 0,4. Кровоизлияний при MI ниже 0,4 в исследованиях отмечено не было. Соответствующий порог для кишечника равен MI 1,4. Значимость этих наблюдений для воздействия на человека во время ультразвукового исследования грудной клетки или брюшной полости еще предстоит определить.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следовательно, ультразвуковое сканирование легких, особенно у новорожденных, надо проводить, соблюдая ряд мер предосторожности. Необходимо придерживаться принципа ALARA (As Low As Reasonably Achievable — как можно меньше в разумных пределах). Для минимизации экспозиции следует использовать самую низкую выходную мощность акустического сигнала, которая обеспечивает хорошее изображение. Надо контролировать величину MI, выводимую на экран сканера. РАСУДМ в консенсусном заявлении об ультразвуковом исследовании легких [13] рекомендует устанавливать начальное значение MI 0,7, затем снижать его еще более до приемлемого для хорошей визуализации уровня. Регулировка MI осуществляется в первую очередь изменением выходной мощности (регулятор POWER на сканерах). Достигнуть приемлемого изображения можно регулятором усиления приемника (GAIN), который не оказывает влияния на амплитуду акустического сигнала. Также для улучшения качества изображения следует правильно установить фокусировку (на уровне плевральной линии), не использовать режим фокусировки по нескольким точкам. Некоторые режимы и настройки косвенно влияют на силу воздействия ультразвука — это доплеровские методики, М-режим, режимы гармоник (рис. 2).

Следует ограничивать или избегать их применения, потому что использование М-режима и импульсного доплеровского режима вызывало большие повреждения легких у лабораторных животных, чем В-режим [14]. Не надо долго проводить сканирование в одном месте, разглядывая что-то, лучше записать кинопетлю и изучить интересующий объект детально при ее воспроизведении и покадровом просмотре, минимизируя время акустического воздействия.

Соблюдая эти правила мы будем действительно уверены в безопасности проведения ультразвукового сканирования легких у новорожденных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lung Ultrasound in the Critically Ill: The BLUE Protocol. Daniel A. Lichtenstein. Springer; 2015.
2. Сафонов Д.В. Доступен по: https://www.usclub.ru/blogs/item/kritika-blue-protokola (дата обращения 23.06.2020).
3. Daniel A. Lichtenstein. BLUE-Protocol and FALLS-Protocol. Two Applications of Lung Ultrasound in the Critically Ill. 2015; 147(6): 1659–70.
4. Liu J., Copetti R., Sorantin E., Lovrenski J., Rodriguez-Fanjul J., Kurepa D., Feng X., Cattaross L., Zhang H., Hwang M., Yeh T.F., Lipener Y., Lodha A., Wang J.Q., Cao H.Y., Hu C.B., Lyu G.R., Qiu X.R., Jia L.Q., Wang X.M., Ren X.L., Guo J.Y., Gao Y.Q., Li J.J., Liu Y., Fu W., Wang Y., Lu Z.L., Wang H.W., Shang L.L. Protocol and Guidelines for Point-of-Care Lung Ultrasound in Diagnosing Neonatal Pulmonary Diseases Based on International Expert Consensus. J. Vis. Exp. (145), e58990, DOI:10.3791/58990 (2019).
5. Kurepa D., Zaghloul N., Watkins L., Liu J. Neonatal lung ultrasound exam guidelines. Journal of Perinatology. 2018; 38: 11–22. DOI:10.1038/jp.2017.140
6. Matthew Hiles, Anne-Marie Culpan, Catriona Watts, Theresa Munyombwe, Stephen Wolstenhulme. Neonatal respiratory distress syndrome: Chest X-ray or lung ultrasound? A systematic review. Ultrasound. 2017; 25(2): 80–91. DOI: 10.1177/1742271X16689374ою
7. Cattarossi L., Copetti R., Poskurica B., et al. Radiation Exposure Early in Life Can Be Reduced by Lung Ultrasound. 2011; 139(3): 730–1.
8. Гренкова Т.А., Оганесян А.С. О безопасности проведения ультразвуковых исследований. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2020; 1: 103–12. DOI: 10.24835/1607-0771-2020-1-103-112.
9. Alice F. Tarantal and don R. Canfield Ultrasound-induced lung hemorrhage in the monkey. Ultrasound in Med.& Biol. 1994; 20(1): 65–72.
10. Fu Z., Heldt G.P., West J.B. Increased fragility of pulmonary capillaries in newborn rabbit. Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol. 2003; 284: L703–9.
11. Douglas L. Miller Mechanisms for Induction of Pulmonary Capillary Hemorrhage by Diagnostic Ultrasound: Review and Consideration of Acoustical Radiation Surface Pressure. Ultrasound Med Biol. 2016; 42(12): 2743–57.
12. Statement on Mammalian Biological Effects in Tissues with Naturally Occurring Gas Bodies 2015. https://www.aium.org/officialStatements/6ю
13. Митьков В.В., Сафонов Д.В., Митькова М.Д., Алехин М.Н., Катрич А.Н., Кабин Ю.В., Ветшева Н.Н., Худорожкова Е.Д., Лахин Р.Е., Кадрев А.В., Дорошенко Д.А., Гренкова Т.А. Консенсусное заявление РАСУДМ об ультразвуковом исследовании легких в условиях пандемии COVID-19 (версия 2). Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2020; 1: 46–77. DOI: 10.24835/1607-0771-2020-1-46-77.
14. Douglas L. Miller, Zhihong Dong, Chunyan Dou, and Krishnan Raghavendran Pulmonary Capillary Hemorrhage Indu-

ced by Different Imaging Modes of Diagnostic Ultrasound Ultrasound Med Biol. 2018; 44(5): 1012–21. DOI:10.1016/j.ultrasmedbio.2017.11.006.

15. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 13 октября 2017 г. №804н “Об утверждении номенклатуры медицинских услуг” (с изменениями и дополнениями от 16 апреля 2019 г.). Режим доступа: // https://base.garant.ru/71805302/, свободный. Загл. с экрана. 31.03.2020.
16. Мохаммад А.А., Акиншин И.И., Синельникова Е.В., Ротарь А.Ю., Часнык В.Г., Солодкова И.В., Барышек Е.В. Интерстициальный синдром и альвеолярная консолидация как сонографические маркеры гемодинамического отека легких у детей раннего возраста. Педиатр. 2017; 8(3): 32–40.

REFERENCES

1. Lung Ultrasound in the Critically Ill: The BLUE Protocol. Daniel A. Lichtenstein. Springer; 2015.
2. Safonov D.V. Dostupen po: https://www.usclub.ru/blogs/item/kritika-blue-protokola (data obrashcheniya 23.06.2020). (in Russian).
3. Daniel A. Lichtenstein. BLUE-Protocol and FALLS-Protocol. Two Applications of Lung Ultrasound in the Critically Ill. 2015; 147(6): 1659–70.
4. Liu J., Copetti R., Sorantin E., Lovrenski J., Rodriguez-Fanjul J., Kurepa D., Feng X., Cattaross L., Zhang H., Hwang M., Yeh T.F., Lipener Y., Lodha A., Wang J.Q., Cao H.Y., HuC.B., Lyu G.R., Qiu X.R., Jia L.Q., Wang X.M., Ren X.L., Guo J.Y., Gao Y.Q., Li J.J., Liu Y., Fu W., Wang Y., Lu Z.L., Wang H.W., Shang L.L. Protocol and Guidelines for Point-of-Care Lung Ultrasound in Diagnosing Neonatal Pulmonary Diseases Based on International Expert Consensus. J. Vis. Exp. (145), e58990, DOI:10.3791/58990 (2019).
5. Kurepa D., Zaghloul N., Watkins L., Liu J. Neonatal lung ultrasound exam guidelines. Journal of Perinatology. 2018; 38: 11–22. DOI:10.1038/jp.2017.140
6. Matthew Hiles, Anne-Marie Culpan, Catriona Watts, Theresa Munyombwe, Stephen Wolstenhulme. Neonatal respiratory distress syndrome: Chest X-ray or lung ultrasound? A systematic review. Ultrasound. 2017; 25(2): 80–91. DOI: 10.1177/1742271X16689374.
7. Cattarossi L., Copetti R., Poskurica B., et al. Radiation Exposure Early in Life Can Be Reduced by Lung Ultrasound. 2011; 139(3): 730–1.
8. Grenkova T.A., Oganesyan A.S. O bezopasnosti provedeniya ul'trazvukovykh issledovaniy. [On the safety of ultrasound]. Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika. 2020; 1: 103–12. DOI: 10.24835/1607-0771-2020-1-103-112 (in Russian).
9. Alice F. Tarantal and don R. Canfield Ultrasound-induced lung hemorrhage in the monkey. Ultrasound in Med.& Biol. 1994; 20(1): 65–72.
10. Fu Z., Heldt G.P., West J.B. Increased fragility of pulmonary capillaries in newborn rabbit. Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol. 2003; 284: L703–9.
11. Douglas L. Miller Mechanisms for Induction of Pulmonary Capillary Hemorrhage by Diagnostic Ultrasound: Review and Consideration of Acoustical Radiation Surface Pressure. Ultrasound Med Biol. 2016; 42(12): 2743–57.
12. Statement on Mammalian Biological Effects in Tissues with Naturally Occurring Gas Bodies 2015. https://www.aium.org/officialStatements/6ю
13. Mit'kov V.V., Safonov D.V., Mit'kova M.D., Alekhin M.N., Katrich A.N., Kabin Yu.V., Vetsheva N.N., Khudorozhkova Ye.D., Lakhin R.Ye., Kadrev A.V., Doroshenko D.A., Grenkova T.A. Konsensusnoye zayavleniye RASUDM ob ul'trazvukovom issledovanii legkikh v usloviyakh pandemii COVID-19 (versiya 2). [RASUDM consensus statement on ultrasound examination of the lungs in a COVID-19 pandemic (version 2)]. Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika. 2020; 1: 46–77. DOI: 10.24835/1607-0771-2020-1-46-77. (in Russian)ю
14. Douglas L. Miller, Zhihong Dong, Chunyan Dou, and Krishnan Raghavendran Pulmonary Capillary Hemorrhage Induced by Different Imaging Modes of Diagnostic Ultrasound Ultrasound Med Biol. 2018; 44(5): 1012–21. DOI:10.1016/j.ultrasmedbio.2017.11.006.
15. Prikaz Ministerstva zdravookhraneniya RF ot 13 oktyabrya 2017 g. №804n «Ob utverzhdenii nomenklatury meditsinskikh uslug» (s izmeneniyami i dopolneniyami ot 16 aprelya 2019 g.). Rezhim dostupa: // https://base.garant.ru/71805302/, svobodnyy. Zagl. s ekrana. 31.03.2020. (in Russian)ю
16. Mokhammad A.A., Akinshin I.I., Sinel'nikova Ye.V., Rotar' A.Yu., Chasnyk V.G., Solodkova I.V., Baryshek Ye.V. Interstitsial'nyy sindrom i al'veolyarnaya konsolidatsiya kak sonograficheskiye markery gemodinamicheskogo oteka legkikh u detey rannego vozrasta. [Interstitial syndrome and alveolar consolidation as sonographic markers of hemodynamic pulmonary edema in young children]. Pediatr. 2017; 8(3): 32–40 (in Russian).

УДК 616.24-002.17+616-053.3+616-085-039.35+616-079

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ФЕНОМЕНОВ ЛЕГКИХ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ГАЗООБМЕНА У НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ

© Иван Иванович Акиншин, Елена Владимировна Синельникова, Вячеслав Григорьевич Часнык, Татьяна Леонидовна Корнишина

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.
194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., 2

Контактная информация: Елена Владимировна Синельникова — д.м.н., заведующая кафедрой лучевой диагностики и биомедицинской визуализации ФП и ДПО. E-mail: sinelnikovae@gmail.com

Резюме. В работе представлены результаты анализа характеристик ультразвукового исследования легких, наиболее информативных для оценки состояния легких у детей раннего возраста. Выявленная корреляция описаний легких у новорожденных и детей раннего возраста в терминах ультразвукового и рентгенографического исследований, а также оценка значимости ультразвуковых феноменов легких для взаимоотношения выраженности интерстициального синдрома с напряжением углекислого газа в крови и альвеолярно-артериальной разницей по кислороду, позволяет рассматривать ультразвуковое исследование легких возможным для использования в комплексной диагностике патологических состояний респираторной системы новорожденных детей.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование легких, интерстициальный синдром, интенсивная терапия новорожденных, диагностика патологии респираторной системы

RESEARCH OF THE RELATIONSHIP OF LUNG ULTRASOUND PHENOMENON WITH GAS EXCHANGE CHARACTERISTICS IN NEWBORN

© Ivan I. Akinshin, Elena V. Sinelnikova, Vyacheslav G. Chasnyk, Tatyana L. Kornishina

Saint-Petersburg State Pediatric Medical Universit. 194100, Saint-Petersburg, Litovskaya str., 2

Contact information: Elena V. Sinelnikova — Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Radiology and Biomedical Imaging. E-mail: sinelnikovae@gmail.com

Summary. This paper presents the results of an analysis of indicators of ultrasound examination of the lungs, the most informative for determining lung function in infants. The revealed correlation of the severity of the interstitial syndrome with the voltage of carbon dioxide in the blood and the stress gradients of alveolar arterial oxygen in newborns allows us to consider ultrasound of the lungs as possible for use in the complex diagnosis of pathological conditions of the respiratory system of newborns.

Keywords: ultrasound of the lungs, interstitial syndrome, intensive care of newborns, diagnosis of pathology of the respiratory system.

ВВЕДЕНИЕ

Патология респираторного тракта является наиболее часто встречающейся в неонатальном периоде и имеет множество различных причин [1, 2]. Смертность от патологии органов дыхания в этот период и их последствий может достигать 50% от всех неонатальных смертей [2]. Поэтому так важна своевременная диагностика патологических состояний легких у новорожденных и детей раннего возраста. Известные затруднения использования современных методов диагностики у новорожденных и, особенно, у недоношенных детей диктуют необходимость поиска новых методов диагностики состояния респираторной системы. Одним из них стал ультразвуковой метод сканирования легких. Последнее десятилетие ознаменовалось успехами в области диагностики заболеваний легких с использованием ультразвуковой

визуализации. Начало особенно интенсивной разработки этого направления было положено работами французского реаниматолога Daniel Lichtenstein [3]. Новая интерпретация ультразвуковых феноменов легких, в том числе и квалифицированных ранее как артефакты, позволила пересмотреть ограничения и перспективы использования данного метода [4]. В последние годы увеличивается и количество исследований, направленных на оценку эффективности ультразвуковой диагностики патологии легких у детей [5, 6, 7], однако до сих пор эти исследования остаются на уровне пилотных проектов [8]. Ультразвуковая визуализация способствует своевременному выявлению патологии легких в отделениях интенсивной терапии, позволяет контролировать состояние пациента, эффективность проводимого лечения [9], условий искусственной вентиляции легких [10], адекватность проводимой инфузионной терапии и гемодинамического состояния [11]. По современным представлениям, ультразвуковой метод исследования легких призван не заменить рентгенографию и компьютерную томографию органов грудной клетки, но дополнить их [12]. Эта комбинация методов визуализации, по мнению абсолютного большинства специалистов лучевой диагностики, обеспечит раннюю диагностику патологических состояний, своевременное проведение адекватных терапевтических программ и мониторинг состояния пациента при значительном снижении уровня лучевой нагрузки [13].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе отделения патологии новорожденных и недоношенных детей, отделения анестезиологии-реанимации для детей с кардиохирургической патологией, отделения реанимации и интенсивной терапии новорожденных Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета. Период сбора клинических данных происходил в течение трех лет — с 2015 по 2017 годы. Всего проведено 287 исследований у 213 детей в возрасте от 1 до 298-го дня после рождения. Некоторые характеристики обследованных представлены в таблицах 1–3.

Обследование пациентов включало в себя необходимые для верификации диагноза методы физикальной, лабораторной и инструментальной (ультразвуковое, рентгеновское и КТ исследования) диагностики. Все исследования были выполнены в полном соответствии с действующими стандартами и клиническими рекомендациями, а также с соблюдением регламентов и требований, предъявляемых к научно-исследовательским работам. На основе полученной информации для каждого исследуемого ребенка был обозначен ведущий клинический синдром, а также сформирован развернутый клинический диагноз.

Распределение численности детей с патологией легких (включая сопутствующие диагнозы) представлено на рисунке 1.

Таблица 1

Общие сведения об обследованных детях

Данные	Единицы измерения	Среднее значение	Среднее отклонение	Мин. знач.	Макс. знач.
Гестационный возраст при рождении	нед.	33,4	0,3	24	42
Длина тела при рождении	см.	44,1	0,5	28	59
Масса тела при рождении	гр.	2154	64	580	4650
Апгар на 1-й минуте	балл.	6 (медиана)	–	1	9
Апгар на 5-й минуте	балл.	7 (медиана)	–	1	9
Масса тела на момент обследования	гр.	2701	40	650	8300

Таблица 2

Виды патологии легких у обследованных детей (основной диагноз)

Основной диагноз	Количество детей	Возраст на момент исследования (дни)	Количество проведенных исследований
Респираторный дистресс-синдром новорожденных	28	1–73	41
Бронхолегочная дисплазия	4	70–260	5
Врожденная пневмония	6	4–82	9
Аспирационная пневмония	2	15–71	6
Всего с патологией легких,	45	1–260	71
включая врожденный порок сердца	9	8–73	18

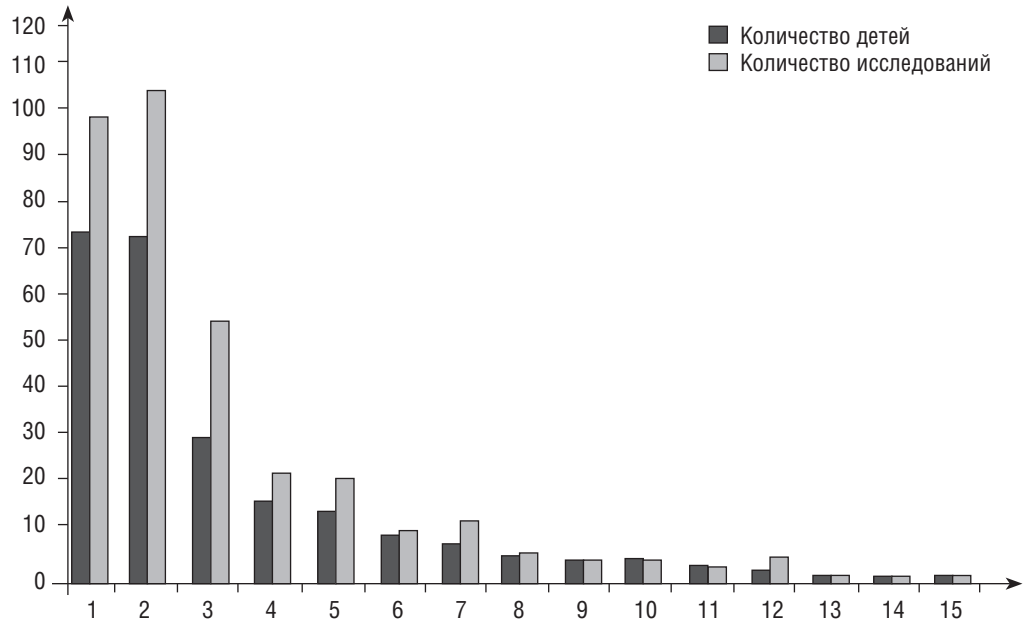


Рис. 1. Обобщенная по диагнозам численность детей и проведенных исследований. Обозначения: 1 — респираторный дистресс-синдром, 2 — сердечная недостаточность вследствие врожденного порока сердца, 3 — пневмония, 4 — нервно-мышечная патология, 5 — легочная гипертензия новорожденных, 6 — врожденная мальформация дыхательных путей, 7 — аспирация, 8 — метаболический ацидоз, 9 — транзиторное тахипноэ новорожденных, 10 — врожденная диафрагмальная грыжа, 11 — пневмоторакс, 12 — лобарная эмфизема, 13 — гидроторакс, 14 — хроническое заболевание легких, 15 — легочное кровотечение

Для исследования легких и сердца применялись ультразвуковые сканеры LOGIQ E фирмы General Electric и HD11 фирмы Philips с использованием линейного, конвексного и секторного датчиков с диапазонами частот 7–12, 3–5 и 1,7–4,0 МГц соответственно. Пациент во время исследования находился в положении лежа на спине, затем на животе, в некоторых случаях — на боку. Стандартные диагностические программы были расширены в части углубленного описания состояния легких в терминах ультразвуковой диагностики. Ультразвуковое исследование легких выполнялось по следующей схеме:

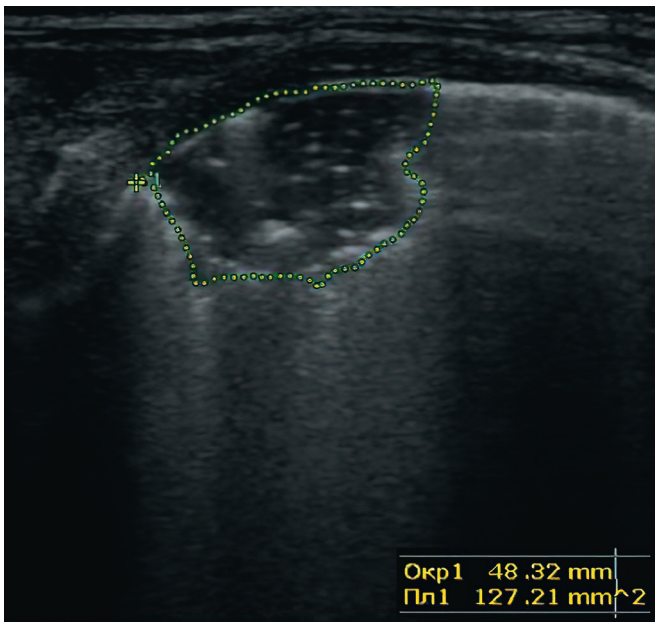


Рис. 2. Измерение участка консолидированной легочной ткани

Исследование в В-режиме.

Проводилось сканирование грудной клетки от верхушки до основания по передней, боковой и задней ее поверхностям. В случае обнаружения участка консолидированной легочной ткани (рисунок 2) выбиралось изображение с максимальными размерами очага, скан помечался номером сегмента легкого, в котором располагался очаг и стороной исследования. Номер сегмента определялся путем приблизительной его проекции на поверхность грудной клетки. Помеченные изображения сохранялись в память устройства.

Кроме того, каждое легкое было поделено на 5 зон. I зона соответствовала проекции сегментов S1-S3, II зона — сегментов S4-S5, III зона — сегментов S2-S6, IV зона — сегментов S9-S10 и V зона соответствовала проекции сегмента S8. В каждой зоне выбирался скан с максимально выраженными признаками интерстициального синдрома. Скан помечался номером зоны и стороной исследования и также сохранялся на устройство.

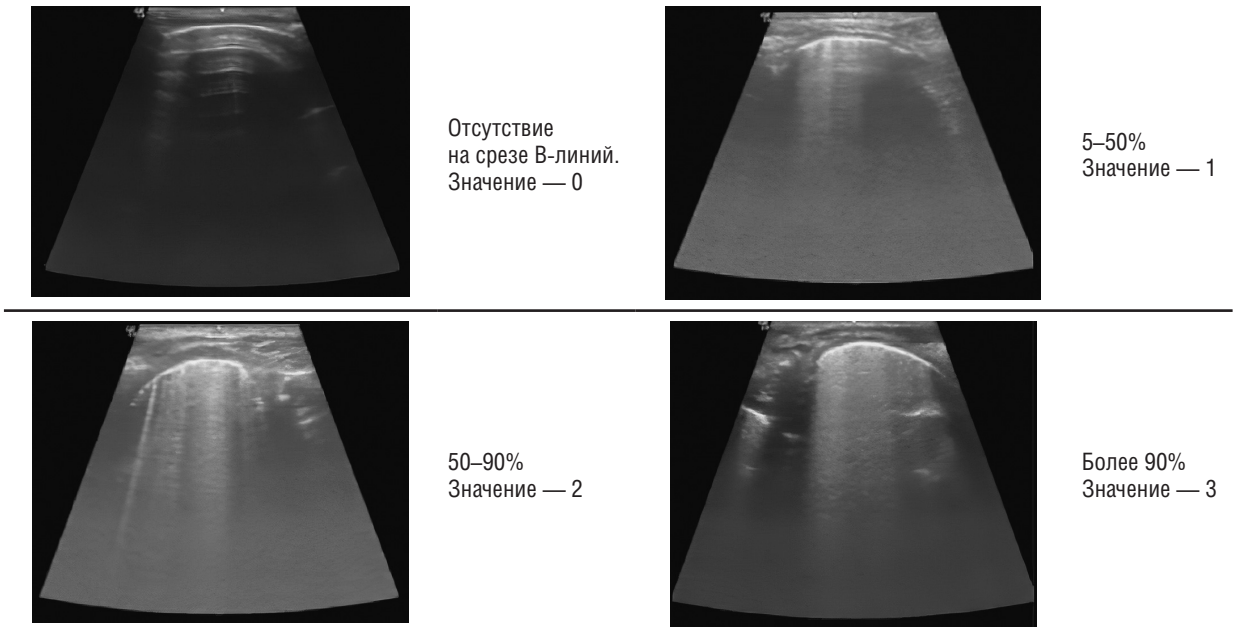


Рис. 3. Степени выраженности интерстициального синдрома

Последующая работа с полученными изображениями состояла в определении площади консолидации легочной ткани, в случае ее наличия, и вычислении в каждой отдельной зоне исследования процентного отношения площади легочного поля к суммарной площади В-линий. Наглядное представление описанных соотношений показано на рисунке 3.

В качестве классификаторов использованы диагнозы в терминах МКБ-10, определяемые в соответствии с действующими клиническими рекомендациями. Все верифицирующие клинические, лабораторные и аппаратные исследования проведены с использованием лицензированных методов в сертифицированных подразделениях клинической больницы ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» МЗ РФ.

В связи с многосвязностью исследуемых процессов при статистической обработке полученного материала использованы многофакторные математические методы анализа моделей, описываемых комплексом качественных и количественных признаков (независимые выборки). Ведение баз данных и статистическая обработка материала проведены с использованием штатных программных средств коммерческих пакетов Microsoft Excel 2010, Statistica for Windows, ver. 10. В связи с многофакторностью исследуемых явлений и с учетом наличия в выборке большого количества сложных пороков, наряду с рутинными параметрическими методами оценивания применяли множественное регрессионное моделирование с предварительным выбором факторов на уровне взаимосвязанности не выше 0.4, а также построение классификационных деревьев. Выполнялся ROC - анализ (MedCalc Statistical Software version 19.0.7 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium; https://www.medcalc.org; 2019).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С целью сопоставления результатов ультразвукового и рентгенографического описаний легких у детей раннего возраста были проанализированы 292 описания легких у детей в возрасте от 1 до 298 дня жизни. В качестве характеристик использованы стандартные описания рентгенограмм органов грудной клетки в общепринятых терминах и ультразвуковые описания легких в терминах, представленных в информационной карте (приложение А диссертации). Использовано построение классификационных деревьев, непараметрическая корреляция Spearman нормализованных значений визуальных характеристик, оценка достоверности различий коэффициентов корреляции.

Некоторые результаты посегментного сопоставления результатов рентгенографического и ультразвукового исследований легких представлены в таблице 1.

Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что выявляемое при рентгенографии грудной клетки снижение пневматизации легочной ткани коррелирует с аналогичным описанием в терминах ультразвукового

Таблица 1

Коэффициент корреляции Spearman для характеристик рентгенографического и ультразвукового описания сегментов легких детей в возрасте 1–298 дней: снижение пневматизации (PneuLess) и альвеолярная консолидация (AirLess)

Снижение пневматизации	Альвеолярная консолидация	r=	P=
PneuLessS1D	AirLessS1D	0.376559	<0.05
PneuLessS2D	AirLessS2D	0.273540	<0.05
PneuLessS3D	AirLessS3D	0.327464	<0.05
PneuLessS4D	AirLessS4D	-0.013447	>0.05
PneuLessS5D	AirLessS5D	-0.013889	>0.05
PneuLessS6D	AirLessS6D	0.234826	<0.05
PneuLessS8D	AirLessS8D	0.299902	<0.05
PneuLessS9D	AirLessS9D	0.279705	<0.05
PneuLessS10D	AirLessS10D	0.337571	<0.05
PneuLessS1+2S	AirLessS1+2S	0.239994	<0.05
PneuLessS3S	AirLessS3S	0.150594	<0.05
PneuLessS4S	AirLessS4S	–0.015966	>0.05
PneuLessS5S	AirLessS5S	–0.010380	>0.05
PneuLessS6S	AirLessS6S	0.182353	<0.05
PneuLessS8S	AirLessS8S	–0.030701	>0.05
PneuLessS9S	AirLessS9S	0.346416	<0.05
PneuLessS10S	AirLessS10S	0.182953	<0.05

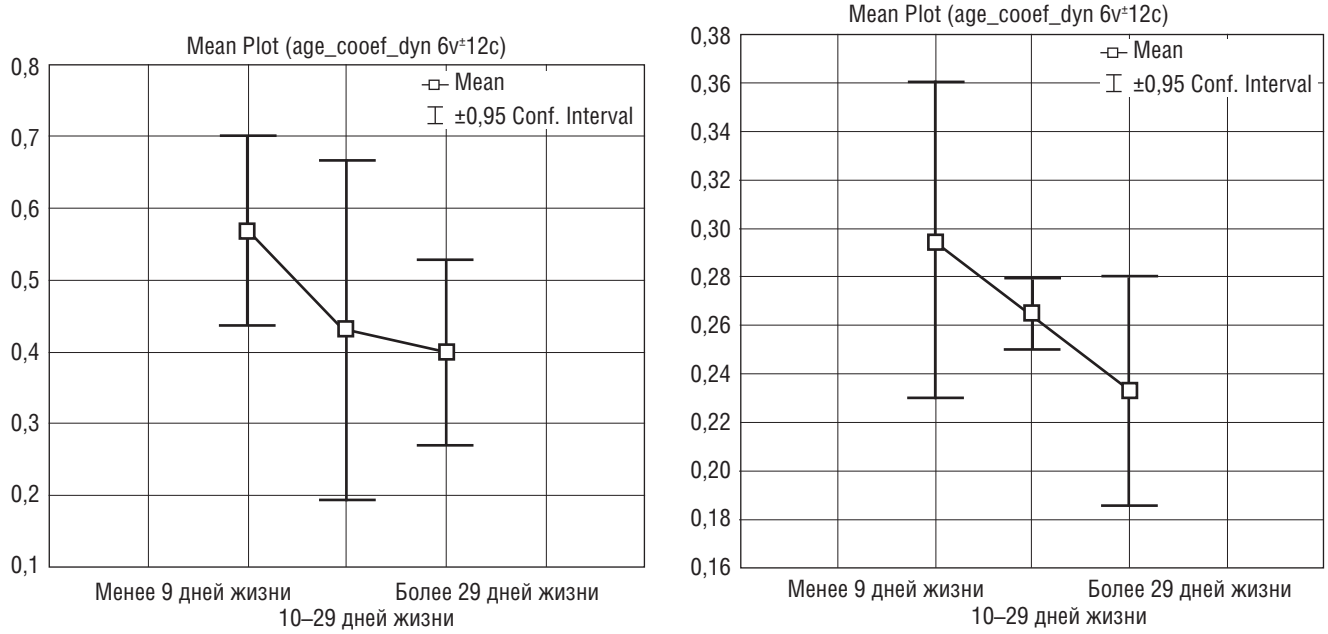


Рис. 4. Возрастная динамика модуля коэффициента корреляции рентгенологического и ультразвукового описаний легких. А) альвеолярная консолидация Б) интерстициальный синдром

исследования легких для 12 из 17 сравниваемых позиций. Надежной связи установить не удалось только для 4-го и 5-го сегментов билатерально и для 8-го сегмента левого легкого. Учитывая априорную ненадежность идентификации номера сегмента, обусловливающую высокую вероятность несовпадений, полученные результаты расценены как вполне удовлетворительные.

Корреляция снижения пневматизации сегментов легких, описываемых в терминах рентгенографии грудной клетки и в ультразвуковых терминах интерстициального синдрома, была выявлена в 16 позициях из 17.

Кроме того были проанализированы 5 случаев описания легких в терминах компьютерной томографии и ультразвуковой диагностики. Полу-

Таблица 2

Корреляция значений характеристик SD_total* и AirLess_total со сроком гестации, массой и длиной тела при рождении**

Характеристики	m	L	Gest	AirLess total	SD-total
m	1.00, p>0.05	0.92, p<0.05	0.86, p<0.05	–0.13, p>0.05	–0.35, p<0.05
L	0.92, p<0.05	1.00, p>0.05	0.86, p<0.05	0.09, p>0.05	–0.30, p<0.05
Gest	0.86, p<0.05	0.86, p<0.05	1.00, p>0.05	–0.11,p>0.05	–0.43, p<0.05
AirLess_total	–0.13, p>0.05	–0.09, p>0.05	–0.11, p>0.05	1.00, p>0.05	0.45, p<0.05
SD_total	–0.35, p<0.05	–0.30, p<0.05	–0.43, p<0.05	0.45, p<0.05	1.00, p>0.05

* суммарное значение SD_total по всем сегментам легких, ** суммарное значение AirLess по всем сегментам легких.

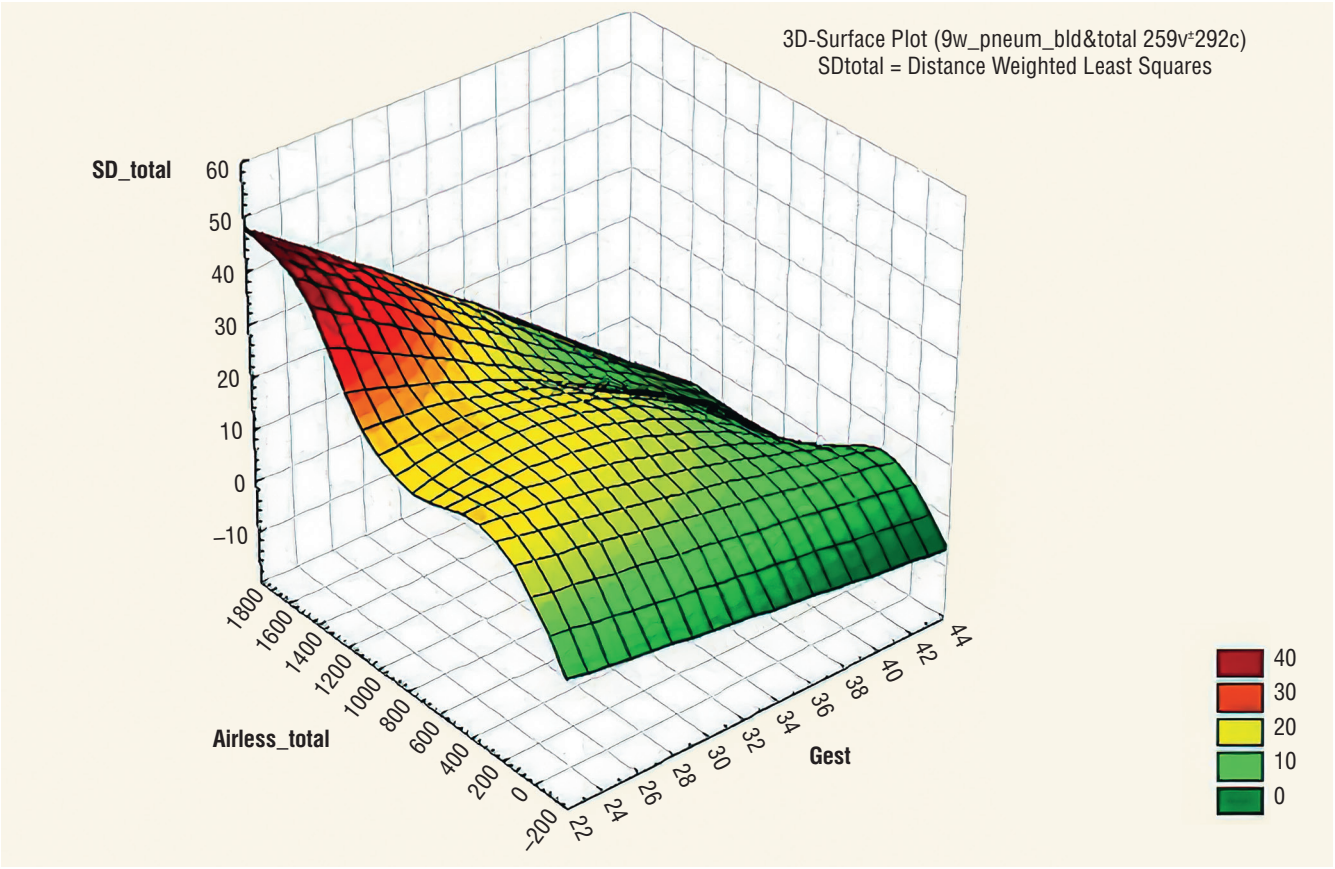


Рис. 5. Поверхность отклика в координатах «SD_total», «Airless_total», «Gest» у детей с легкими, не имеющими патологии по данным физикального, лабораторного и рентгенографического исследования

ченные данные свидетельствуют о практически полном соответствии локализации и вариантов патологии, описанных в терминах компьютерной томографии и ультразвукового исследования.

Анализ возрастной динамики надежности посегментного описания легких в терминах ультразвуковой диагностики выявил ее сохранение на приемлемом уровне при тенденции к уменьшению в исследованном возрастном диапазоне (рис. 4).

С целью оценки связи ультразвукового описания «здоровых» легких и срока гестации, массы и длины тела при рождении у детей, не имеющих патологии легких по физикальным, лабораторным данным и данным рентгенографии, проведен корреляционный анализ данных 116 наблюдений и построены поверхности отклика в координатах этих характеристик. Результаты представлены в таблице 2 и на рисунках 5 и 6.

Данные, представленные в таблице 2, свидетельствуют о наличии достоверных связей ультразвуковой характеристики «интерстициальный синдром» со сроком гестации, массой тела и длиной тела при рождении.

Как видно на рисунке 5, в области малых значений сроков гестации при рождении отмечает-

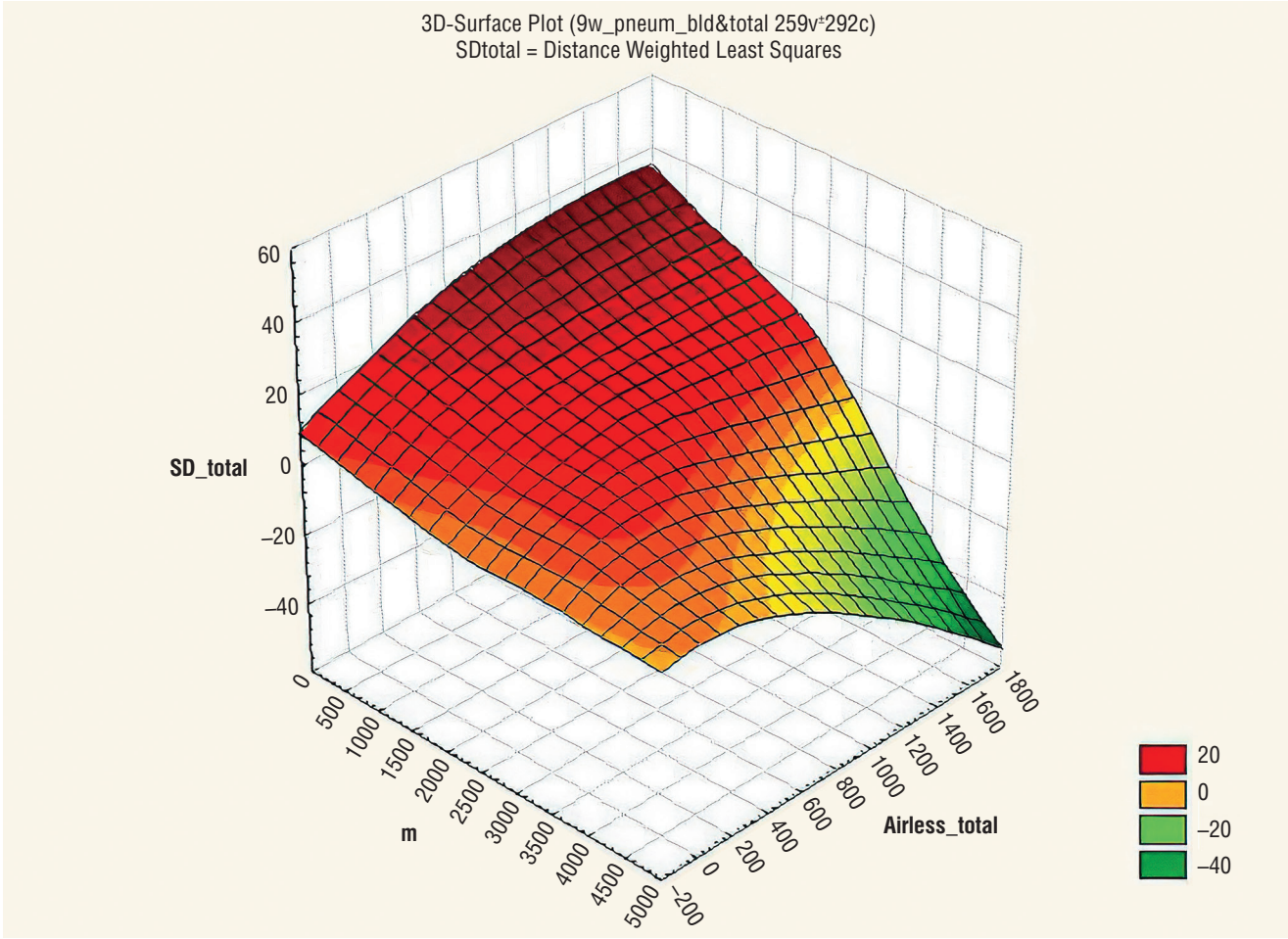


Рис. 6. Поверхность отклика в координатах «SD_total», «Airless_total», «m» у детей с легкими, не имеющими патологии по данным физикального, лабораторного и рентгенографического исследования

ся близкая к линейной зависимость SD_total от Airless_total: при увеличении значения Airless_total увеличивается и значение SD-total. В области больших значений срока гестации при рождении, начиная со срока гестации 36–38 недель, характеристики Airless_total и SD_total практически не связаны друг с другом: при увеличении значения Airless_total значение SD_total колеблется около 0. Необходимо отметить уменьшение значения SD_total с 50 до 0 при увеличении срока гестации с 22 до 44 недель, наиболее значимое для больших значений Airless_total. Выявленные закономерности фактически свидетельствуют в пользу наличия более тесной связи интерстициального синдрома и альвеолярной консолидации у недоношенных детей и большей вероятности выявления этих синдромов раздельно у доношенных детей.

Как видно на рис. 6, в области малых значений массы тела при рождении отмечается близкая к линейной положительная зависимость SD_total от Airless_total: при увеличении значения Airless_total увеличивается и значение SD-total. В области больших значений массы тела при рождении значение характеристики SD_total имеет тенденцию к уменьшению по мере увеличения значения характеристики Airless_total. Наиболее выражена динамика увеличения значения характеристики SD_total (диапазон: ~0–35) по мере уменьшения массы тела при рождении (диапазон: ~3500–500) в области больших значений характеристики Airless_total (диапазон: 1400–1800). Выявленная закономерность подтверждает выводы, сделанные при анализе поверхности отклика в координатах «SD_total», «Airless_total», «Gest».

В ходе исследования выявлены показатели, подтверждающие возможность связи ультразвуковых феноменов легких со стандартными лабораторными показателями газообмена в легких. Попарный корреляционный анализ значений ультразвуковых характеристик интерстициального синдрома и альвеолярной консолидации с параметрами, характеризующими обмен кислородом и углекислым газом в легких (178 наблюдений) выявил наличие достоверной связи, подтвердив-

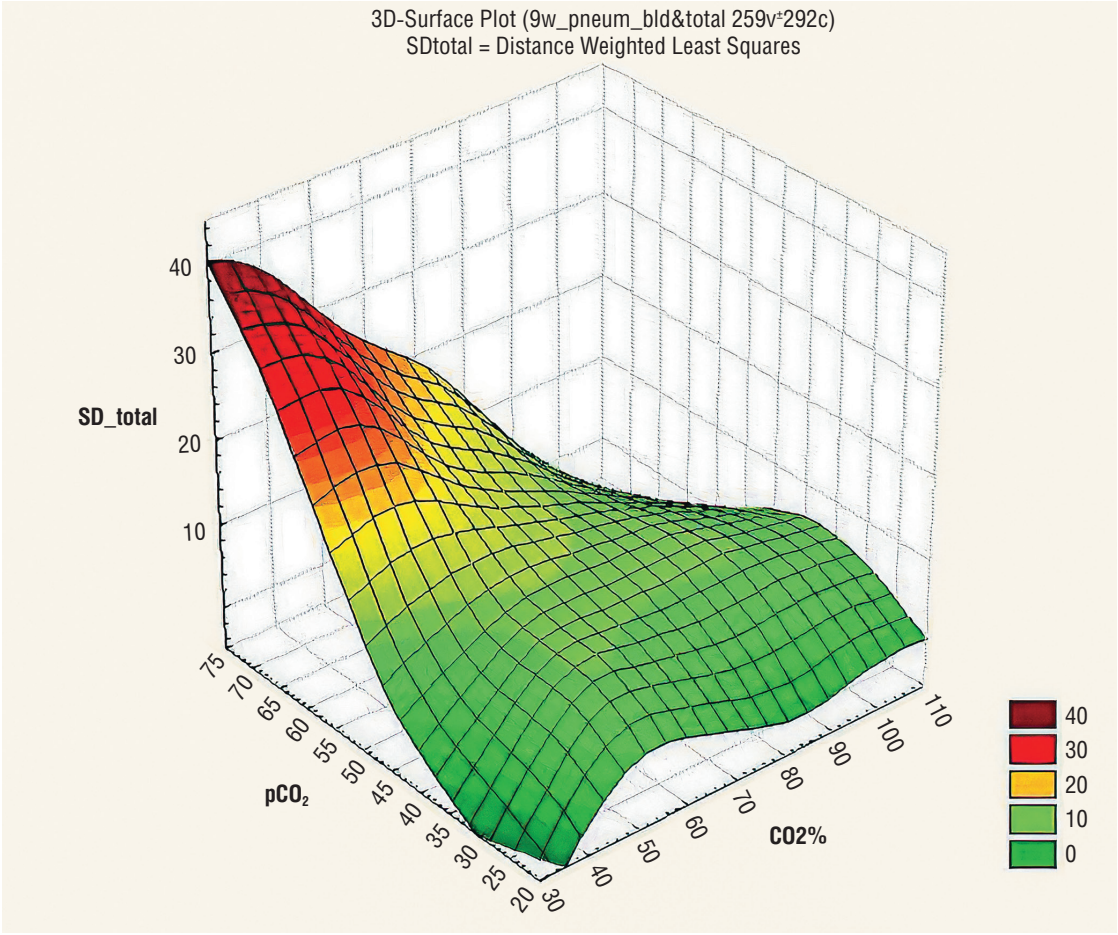


Рис. 7. Поверхность отклика в осях «выраженность интерстициального синдрома», «насыщение крови кислородом» и «напряжение углекислого газа в крови»

шей высокую информативность ультразвуковых описаний легких.

Множественная корреляция, включающая в себя одновременно показатели обмена кислородом и углекислым газом, оказалась значительно более информативной (см. рис. 7, 8) в части глубины описания характеристиками ультразвукового исследования обмена газами в легких.

Представленная на рисунке 7 поверхность отклика иллюстрирует взаимоотношения выраженности интерстициального синдрома, описываемого в терминах ультразвуковой диагностики, с напряжением углекислого газа в крови и насыщенностью крови кислородом.

Как видно на представленном рисунке, для малых значений напряжения углекислого газа в крови (до ~ 35 мм рт. ст.) выраженность интерстициального синдрома практически не связана с насыщением крови кислородом. При значениях pCO_2 выше ~35 мм рт. ст. и значениях SO_2% ниже 80% выявлена положительная корреляция значения SD_total с pCO_2 и отрицательная корреляция — с SO_2%.

Полученная поверхность отклика удивительно точно отражает существующие фундаментальные представления о диффузии кислорода и углекислого газа между альвеолой и капилляром при ухудшении свойств интерстициальной ткани:

1. большие значения насыщенности крови кислородом могут быть достигнуты лишь при малой выраженности интерстициального синдрома, описываемого в терминах ультразвуковой диагностики,
2. малые значения напряжения углекислого газа в крови ассоциируются как с большими, так и с малыми значениями насыщенности крови кислородом; наличие общей зоны малых значений напряженности углекислого газа в крови и малых значений насыщенности крови кислородом свидетельствует о бóльшей диффузионной способности углекислого газа,
3. бóльшая выраженность интерстициального синдрома ассоциируется с бóльшим напряжением углекислого газа в крови и меньшей насыщенностью крови кислородом.

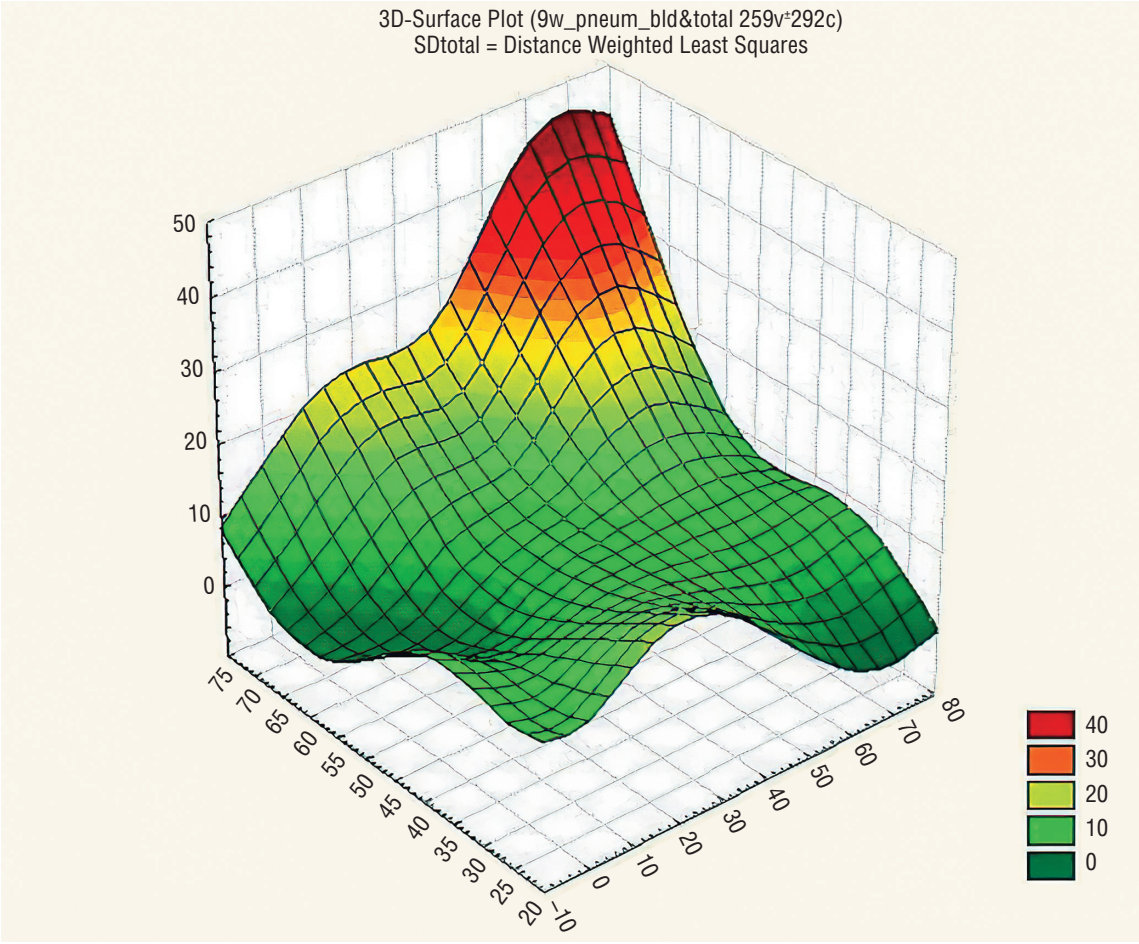


Рис. 8. Поверхность отклика в осях «интерстициальный синдром», «альвеолярно-артериальная разница по кислороду» и «напряжение углекислого газа в крови»

Представленная на рисунке 8 поверхность отклика иллюстрирует взаимоотношения выраженности интерстициального синдрома, описываемого в терминах ультразвуковой диагностики, с напряжением углекислого газа в крови и альвеолярно-артериальной разницей по кислороду.

Как видно на рисунке 8, бóльшие значения альвеолярно-артериальной разницы по кислороду и бóльшие значения напряжения углекислого газа в крови ассоциируются с бóльшей выраженностью интерстициального синдрома. Необходимо подчеркнуть, что наличие общей зоны больших значений альвеолярно-артериальной разницы по кислороду и малых значений напряжения углекислого газа в крови подтверждает вывод, фактически, сделанный при анализе поверхности отклика, представленной на рисунке 8: выраженность ультразвукового феномена «интерстициальный синдром» достаточно детально отражает состояния интерстициальной ткани легкого, поскольку позволяет подтвердить даже бóльшую диффузионную способность углекислого газа.

ВЫВОДЫ

1. Ультразвуковые характеристики легких у детей в возрасте от рождения до 9 месяцев, статистически достоверно коррелируют на уровне, достаточном для использования ультразвукового исследования с диагностическими целями для всех сегментов, за исключением сегментов 4,5 билатерально.

2. С целью оптимизации динамического отслеживания изменений объема и локализации очаговых изменений легких целесообразно использовать в качестве координат общепринятую анатомическую проекцию сегментов легких на поверхность грудной клетки, а для оценки выраженности интерстициального синдрома — зонирование легких.

3. У недоношенных детей, не имеющих патологии легких, в первые 14–16 часов жизни регистрируется «интерстициальный синдром». Выраженность его линейно уменьшается по мере увеличения гестационного возраста с 50 баллов (максимальная расчетная величина, соответствует УЗ-признаку «белое легкое») в возрасте 22 недели до 0 в возрасте 36–38 недель.

4. Выраженность интерстициального синдрома выше 20 баллов и суммарной по сегментам площади альвеолярной консолидации больше 100 мм^2 ассоциируются с увеличением альвеолярно-артериального градиента по кислороду более 20–30 мм рт. ст., что позволяет рассматривать метод ультразвукового исследования легких при оценке необходимости детального исследования альвеолярно-артериального градиента по кислороду в качестве скрининг-метода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вельтищев Ю.М., Дементьева Г.М. Синдром дыхательных расстройств (респираторный дистресс-синдром) у новорожденных. Вестник АМН СССР. 1990; 7: 51–5.
2. Шабалов Н. П. Неонатология. Учебное пособие: в 2 т. 3-е, испр. и доп. М.: МЕД пресс-информ. 2004; 1.
3. Lichtenstein D., Mauriat P. Lung ultrasound in the critically ill neonate. Current pediatric reviews. 2012; 8(3): 217–23.
4. Volpicelli G. Lung sonography. Journal of Ultrasound in Medicine. 2013; 32(1): 165–171.
5. Ianniello S., et al. First-line diagnosis of pediatric pneumonia in emergency: lung ultrasound (LUS) in addition to chest-X-ray (CXR) and its role in follow-up. The British journal of radiology. 2016; 89(1061): 1–19.
6. Guerra M., et al. Ultrasound detection of pneumonia in febrile children with respiratory distress: a prospective study. European journal of pediatrics. 2016; 175(2): 163–170.
7. Ho M.-C., et al. Usefulness of lung ultrasound in the diagnosis of community-acquired pneumonia in children. Pediatrics & Neonatology. 2015; 56(1): 40–5.
8. Raimondi F., et al. Lung ultrasound for diagnosing pneumothorax in the critically ill neonate. The Journal of pediatrics. 2016; 175: 74–8.
9. Lobo V., et al. Thoracic ultrasonography. Critical care clinics. 2014; 30(1): 93–117.
10. Via G., et al. Lung ultrasound in th eICU: from diagnostic instrument to respiratory monitoring tool. Minerva Anestesiologica. 2012; 78(11): 1282–96.
11. Mongodi S., et al. Use fullness of combined bedside lung ultrasound and echocardiography to assess weaning failure from mechanical ventilation: a suggestive case. Critical care medicine. 2013; 41(8): e182–5.
12. Lichtenstein D., Karakitsos D. Integrating lung ultrasound in the hemodynamic evaluation of acute circulatory failure (the fluid administration limited by lung sonography protocol). Journal of critical care. 2012; 27(5): 533.e11–533.e19.
13. Акиншин И.И., Ахлам А.А., Синельникова Е.В., Часнык В.Г. и др. Сравнительный анализ информативности ультразвукового и рентгенологического методов исследования в диагностике патологии легких у детей раннего возраста. Педиатр. 2016; 7(4): 37–44.
14. Cattarossi L., Copetti R., Poskurica B. Radiation exposure early in life can be reduced by lung ultrasound. CHEST Journal. 2011; 139(3): 730–1.

REFERENCE

1. Vel'tishchev Yu.M., Dement'yeva G.M. Sindrom dykhatel'nykh rasstroystv (re-spiratornyy distress-sindrom) u novorozhdonnykh. [Respiratory distress syndrome (re-spiral distress syndrome) in newborns]. Vestnik AMN SSSR. 1990; 7: 51–5. (in Russian).
2. Shabalov N. P. Neonatologiya. [Neonatology]. Uchebnoye posobiye: v 2 t. 3-ye, ispr. i dop. M.: MED press-inform. 2004; 1. (in Russian)
3. Lichtenstein D., Mauriat P. Lung ultrasound in the critically ill neonate. Current pediatric reviews. 2012; 8(3): 217–23.
4. Volpicelli G. Lung sonography. Journal of Ultrasound in Medicine. 2013; 32(1): 165–171.
5. Ianniello S., et al. First-line diagnosis of pediatric pneumonia in emergency: lung ultrasound (LUS) in addition to chest-X-ray (CXR) and its role in follow-up. The British journal of radiology. 2016; 89(1061): 1–19.
6. Guerra M., et al. Ultrasound detection of pneumonia in febrile children with respiratory distress: a prospective study. European journal of pediatrics. 2016; 175(2): 163–170.
7. Ho M.-C., et al. Usefulness of lung ultrasound in the diagnosis of community-acquired pneumonia in children. Pediatrics & Neonatology. 2015; 56(1): 40–5.
8. Raimondi F., et al. Lung ultrasound for diagnosing pneumothorax in the critically ill neonate. The Journal of pediatrics. 2016; 175: 74–8.
9. Lobo V., et al. Thoracic ultrasonography. Critical care clinics. 2014; 30(1): 93–117.
10. Via G., et al. Lung ultrasound in th eICU: from diagnostic instrument to respiratory monitoring tool. Minerva Anestesiologica. 2012; 78(11): 1282–96.
11. Mongodi S., et al. Use fullness of combined bedside lung ultrasound and echocardiography to assess weaning failure from mechanical ventilation: a suggestive case. Critical care medicine. 2013; 41(8): e182–5.
12. Lichtenstein D., Karakitsos D. Integrating lung ultrasound in the hemodynamic evaluation of acute circulatory failure (the fluid administration limited by lung sonography protocol). Journal of critical care. 2012; 27(5): 533.e11–533.e19.
13. Akinshin I.I., Akhlam A.A., Sinel'nikova Ye.V., Chasnyk V.G. i dr. Sravnitel'nyy analiz informativnosti ul'trazvukovogo i rentgenologicheskogo metodov issledovaniya v diagnostike patologii legkikh u detey rannego vozrasta. [A comparative analysis of the informative value of ultrasound and radiological research methods in the diagnosis of lung pathology in young children]. Pediatr. 2016; 7(4): 37–44. (in Russian).
14. Cattarossi L., Copetti R., Poskurica B. Radiation exposure early in life can be reduced by lung ultrasound. CHEST Journal. 2011; 139(3): 730–1.

УДК 612.35+534.6.08]-053.2+616.36-003.826-073.75(43)-004-085

ВОЗМОЖНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ ДИФФУЗНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПАРЕНХИМЫ ПЕЧЕНИ

© Наталья Николаевна Варламова[1,2], Эмилия Наумовна Столова[1], Артур Ильгизович Имельбаев[1], Елена Владимировна Синельникова[1]

[1] Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.
194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская ул., 2
[2] Гепатологический медицинский центр «ПолиКлиника ЭКСПЕРТ»
197110, Санкт-Петербург, Пионерская ул., д. 63, лит. А, пом.1Н

Контактная информация: Наталья Николаевна Варламова — врач ультразвуковой диагностики терапевтического отделения ПолиКлиники ЭКСПЕРТ, аспирант кафедры лучевой диагностики и биомедицинской визуализации ФП и ДПО. E-mail: topsi2005@mail.ru

Резюме. В работе представлены результаты анализа диагностических возможностей ультразвуковых методов в оценке диффузных изменений паренхимы печени. Было проведено исследование взаимодействий между ультразвуковым исследованием (В-режим), ультразвуковой эластографией печени и допплерографическим исследованием (D-режим) портального кровотока. Сделан вывод о целесообразности использования эластографии сдвиговой волны при рутинном ультразвуковом исследовании, даже при отсутствии изменений эхоструктуры и эхогенности паренхимы печени в В-режиме. Допплерографическое исследование портального кровотока является дополнительным методом, позволяющим косвенно заподозрить диффузные изменения печени на основании изменения параметров кровотока, но не является методом выбора для диагностики портальной гипертензии.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, сдвиговая волна, транзиентная эластография, портальный кровоток, диффузные изменения паренхимы печени.

POSSIBILITIES OF THE ULTRASOUND METHOD FOR EVALUATION OF DIFFUSIVE CHANGES IN THE LIVER PARENCHYMA

© Natalia N. Varlamova[1,2], Emilia N. Stolova[1], Arthur I. Imelbaev[1], Elena V. Sinelnikova[1]

[1] Saint-Petersburg State Pediatric Medical University. 194100, Saint-Petersburg, Litovskaya str., 2
[2] PolyClinic EXPERT", 197110, Saint-Petersburg, Pionerskaya, 63, lit. A, offic 1H

Contact information: Natalia N. Varlamova — doctor of ultrasound diagnostics, "PolyClinic EXPERT", postgraduate at the Department of Radiology and Biomedical Imaging Postgraduate Education Saint-Petersburg State Pediatric Medical University. E-mail: topsi2005@mail.ru

Summary. The aim of this study was to analyze the diagnostic capabilities of ultrasonography in assessing diffuse changes in the liver. A study was conducted of the interactions between conventional B-mode ultrasonography, ultrasound elastography of the liver and doppler ultrasound of hepatic. It is concluded that it is advisable to use elastography in routine ultrasound, even in the absence of changes in the conventional B-mode ultrasonography. Dopplerographic examination of portal blood flow is an additional method that allows you to suspect diffuse changes in the liver, but is not the method of choice for the diagnosis of portal hypertension

Keywords: ultrasonography, two-dimensional shear-wave elastography (2D-SWE), transient elastography (TE), portal blood flow, diffuse changes in the liver.

ВВЕДЕНИЕ

Ультразвуковое исследование — это краеугольный камень в современной диагностике диффузных изменений ткани печени. В основном это связано с широким диапазоном изменений паренхимы, в итоге приводящее к формированию цирроза печени. Именно поэтому совершенствование диагностического алгоритма в раннем выявлении диффузных изменений структуры паренхимы печени и начальных стадий фиброза сегодня является наиболее актуальным [1]. Необходимо отметить проблемы, касающиеся рутинных ультразвуковых технологий (В-режим) и скоростных показателей портального кровотока. Так же, крайне важно учитывать особенности, касающихся современных технологий ультразвуковой визуализации — соноэластографии. На каждом этапе диагностического пути один и тот же метод ультразвуковой диагно-

стики (B-режим, D-режим, эластография) может занимать разное положение: метод выбора, дополнительный метод или метод дифференциальной диагностики. Комплексное использование ультразвуковых инструментов позволит избежать неправильного использования полученной информации для принятия клинических решений [2]. Диффузные изменения печени выявляются при хронических гепатитах различной этиологии, метаболических и аутоиммунных болезнях печени и не имеют специфических клинических проявлений [3, 4].

В последние годы были предприняты попытки стандартизации диагностического алгоритма различных визуальных методов. Использование ультразвуковых методов не «от простого к сложному», а в их сочетании поможет избежать неоднозначности интерпретации данных. Ультразвуковые диагностические методы включают в себя УЗИ печени (B-режим) для оценки расположения, размеров, контуров, структуры, наличия очаговых эхоконтрастных образований печени; допплерографию (D-режим) для оценки портального кровотока, и ультразвуковую эластографию для оценки жесткости печени [5–7].

Изменения, выявленные на каждом этапе, дают более четкую и детальную картину диффузных изменений печени. Американская ассоциация по изучению печени до настоящего времени признает единственно достоверным критерием пункционную биопсию печени. Однако известно, что некротическо-воспалительные процессы и формирование фиброзной ткани в печени протекают неоднородно, таким образом имеет место «ошибка попадания» [8].

Недооценка цирроза печени при гистологическом исследовании варьирует от 10 до 25% случаев. Несоответствие фиброза между долями до 33% [9]. Графическое изображение «ошибки попадания» представлено на рисунке 1.

Также интерпретация результатов зависит от опыта врача-морфолога, что придает определенную долю субъективности. Проведение биопсии требует «развертывания» малой операционной, привлечения врачей нескольких специальностей, госпитализации пациента минимум на 1 сутки, что приводит к высокой стоимости процедуры. Длительное ожидание результата, не менее 10 дней. Все эти факторы ограничивают использование биопсии в первичной диагностике и динамической оценке терапии фиброза печени. Биопсию печени можно назвать несовершенным золотым стандартом.

Задача ультразвуковых методик сегодня направлена на выявление групп, нуждающихся в биопсии. Это позволит снизить количество необоснованных инвазивных вмешательств [10].

УЗИ печени выполняется двумя датчиками: конвексным (2,5–5,0 МГц), и линейным (5–13 МГц) для оценки подкапсульных отделов печени (рис. 2).

Исследование проводится полипозиционно в продольном, поперечном и косых срезах, в по-

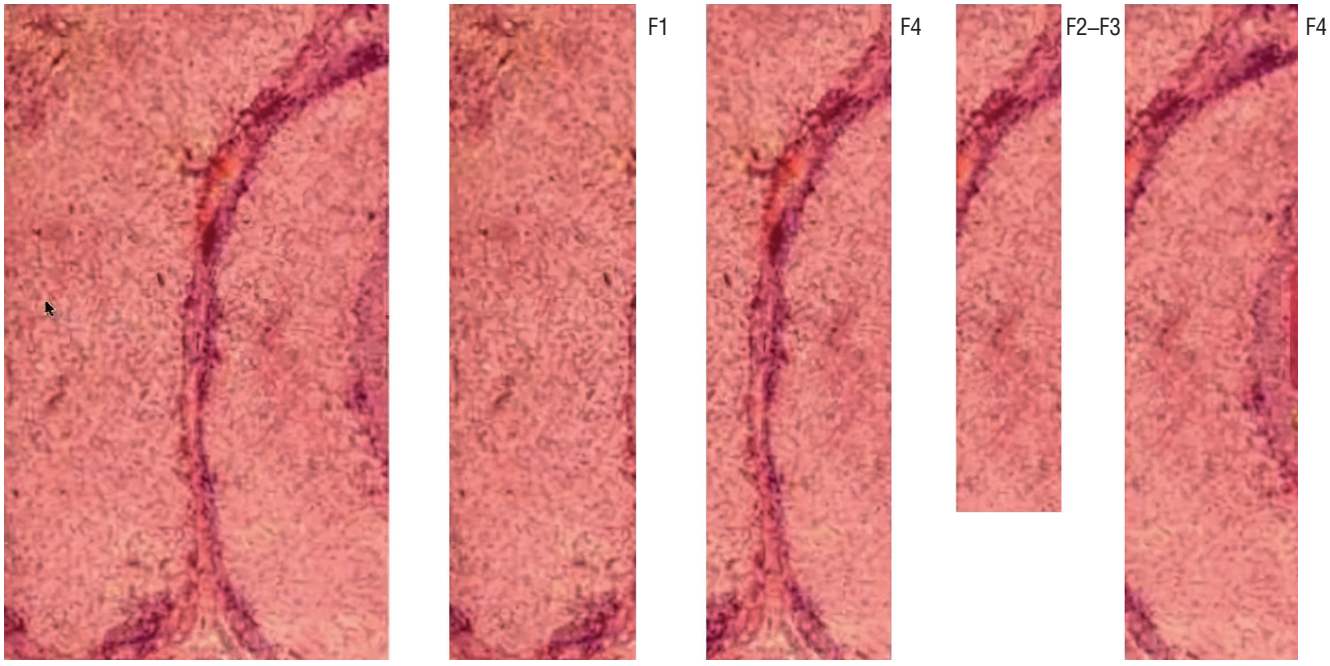


Рис. 1. Ошибка попадания иглы при биопсии печени (A. Regev et al. Am. J. Gastroenterol. 2002)

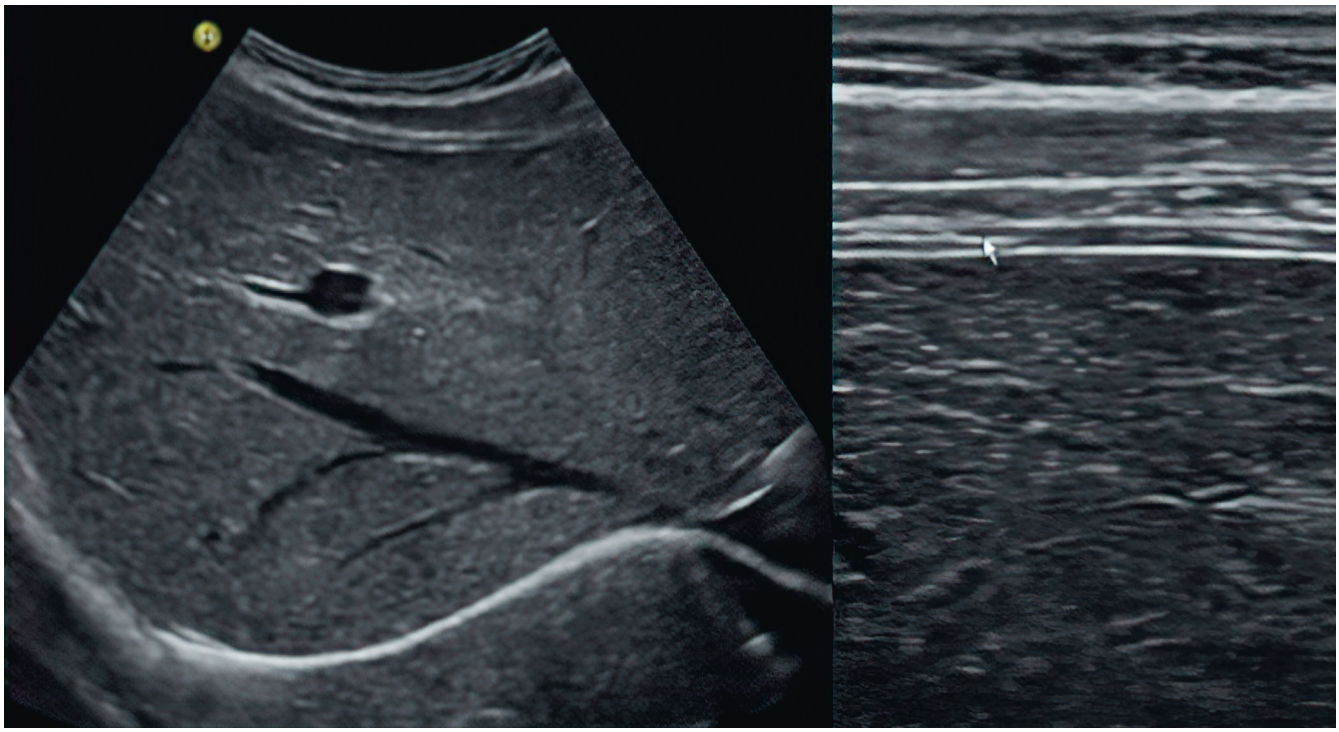


Рис. 2. Эхограммы печени при использовании конвексного и линейного датчика

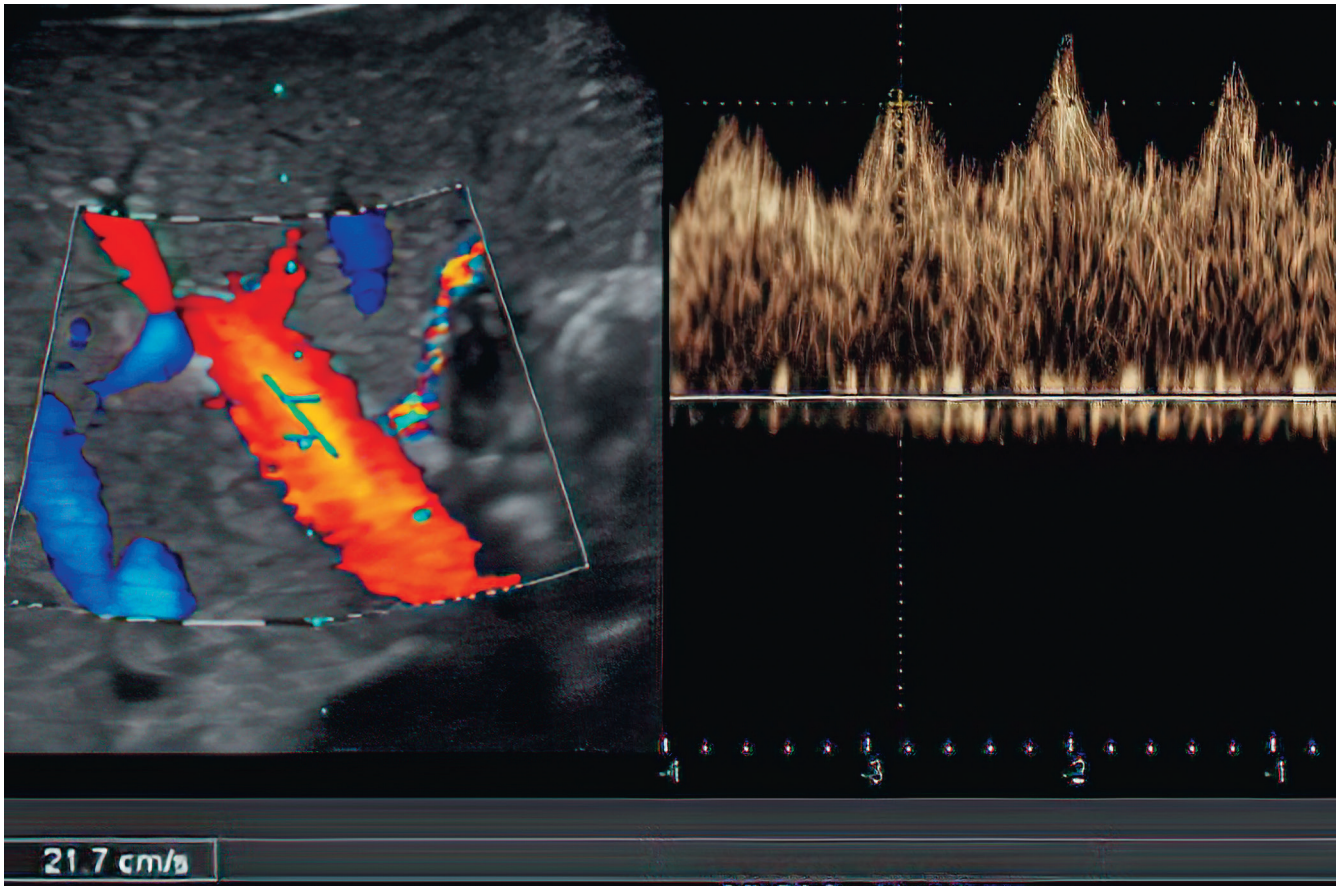


Рис. 3. Кровоток в воротной вене в норме

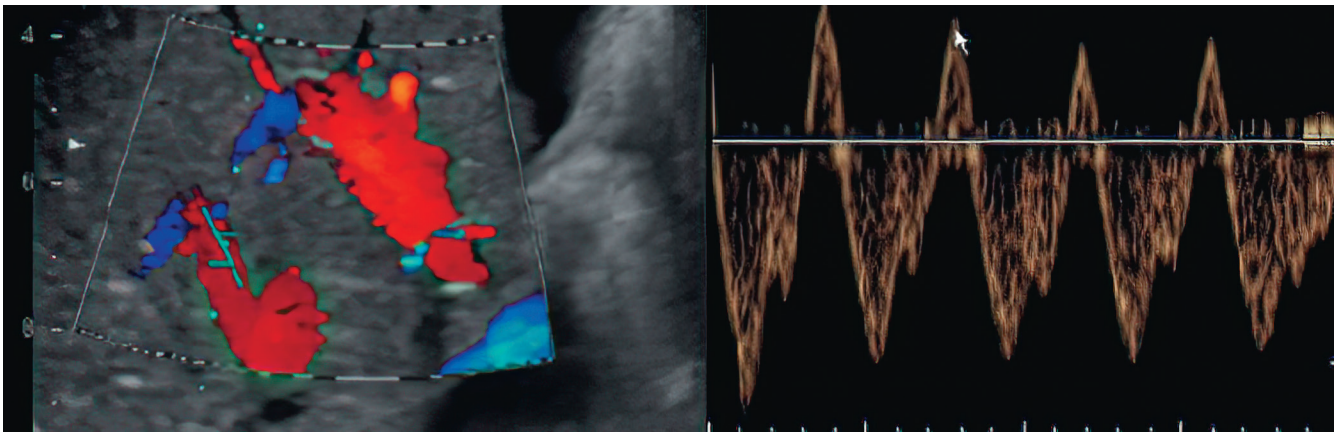


Рис. 4. Нормальный 3-фазный кровоток в печеночных венах

ложении пациента лежа на спине, на левом боку. Гепатомегалия при УЗИ устанавливается при увеличении нескольких размеров, а не одного. Для избежания гипердиагностики гепатомегалии также важно учитывать конституциональные особенности пациента при оценке линейных размеров печени [6, 11]. Эхоструктура неизмененной печени гомогенная, мелкозернистая или среднезернистая. Дистальное затухание в норме отсутствует. Эхогенность печени сопоставима или несколько выше эхогенности паренхимы почки и всегда ниже эхогенности селезенки [12, 13].

Возможности В-режима расширились при дополнении его допплеровскими методами исследования. Комбинация цветового допплеровского картирования (ЦДК) и энергетического допплера (ЭД) позволил судить об изменениях портального кровотока при патологии. Оценивается кровоток по печеночной артерии, воротной вене и печеночным венам.

В норме у воротного кровотока гепатопетальное направление, кровоток синхронизирован с дыханием, имеет венозный монофазный или волнообразный спектр. В норме максимальная скорость потока крови в фазе неглубокого выдоха составляет 0,15–0,20 м/с (рис. 3). После приема пищи скорость возрастает до 40–50 см/с. При ДЗП кровоток снижается менее 12 см/с, теряется фазность. Однако при продвинутом фиброзе может и повышаться более 30 см/с [14].

Диаметр печеночных вен измеряется на расстоянии 2 см от места впадения в нижнюю полую вену. Печеночные вены характеризуются отсутствием четкой визуализации стенок. При цветовом допплеровском картировании печеночные вены имеют спектр синего цвета, что соответствует нормальному гепатофугальному кровотоку. При импульсной допплерографии в норме кровоток трехфазный (рис. 4) и зависит от фаз сердечного цикла — HV0-тип спектра печеночных вен [5, 13]. Как маркер наличия синдрома портальной гипертензии используется печеночный сосудистый индекс (ПСИ). Пороговое значение ПСИ для цирроза печени менее 12, чувствительность 97% и специфичность 93% [14, 15].

Эластография — метод улучшения визуализации неоднородностей мягких тканей по их сдвиговым упругим характеристикам. Информативность эластографии обусловлена тем, что большинство диффузных изменений печени, как правило, имеет более жесткую структуру, чем в норме. В то же время на обычном ультразвуковом изображении они часто практически неразличимы [15]. Интерес к возможностям всех видов эластографии (транзиентная, компрессионная, эластография сдвиговой волной) для диагностики фиброзного процесса печени нашел свое отражение во «Всемирных рекомендациях по клиническому применению ультразвуковой эластографии — 2017», в которых оценены возможности эластографии печени в зависимости от этиологии, подчеркнута ее роль в определении степени фиброза, которая имеет большое значение для планирования терапии и оценки прогноза ДЗП [17]. На основании данных регистрационного исследования в России принято считать, что показатели ≤5,8 кПа соответствуют отсутствию фиброза, а>12,5 кПа — указывают на цирроз печени [18]. На сегодняшний день все виды эластографии хорошо освещены в литературе (рис. 5.)

В ходе большого количества клинических исследований выявлены достоинства и недостатки методов. Поэтому специалисты EASL-ALEH настаивают на том, что окончательное заключение результатов всех диагностических методов исследования должны проводить врачи-гепатологи [19, 20].

Целью настоящего исследования является анализ диффузных изменений печени с помощью уль-

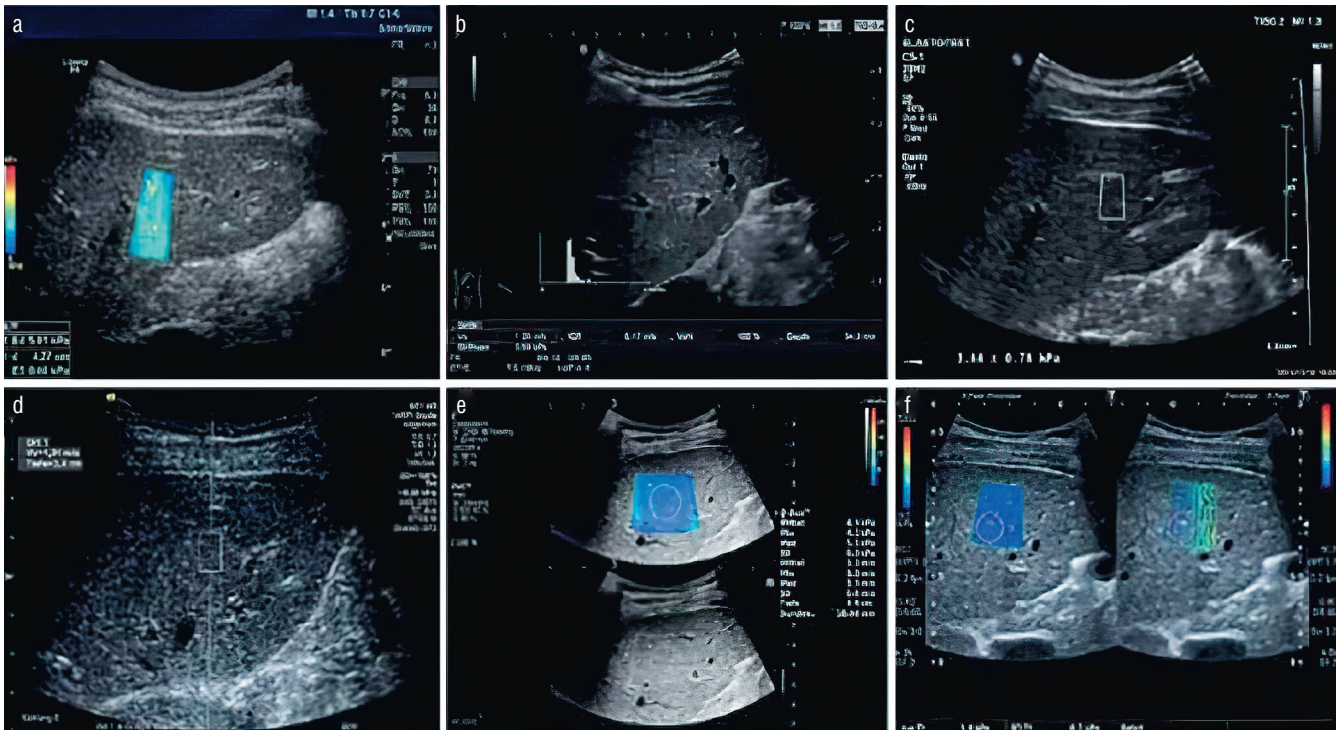


Рис. 5. Изображения эластографий сдвиговой волны (EFSUMB Past President 2013–2015)

тразвукового, допплерометрического и эластографического исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовано 46 пациентов в возрасте от 10 до 65 лет с диффузными изменениями печени. ИМТ в среднем составил 21,5. Биохимический анализ крови без признаков выраженного цитолиза (не более 3-х норм) Было проведено стандартное ультразвуковое, допплеровское и эластографическое исследования печени на ультразвуковом аппарате (УЗИ) General Electric Logiq E9 и аппарате FibroScan® 502 TOUCH на базе Клинико-диагностического центра педиатрического университета и медицинского гепатологического центра Эксперт. Использовалась транзиентная (ТЭ), компрессионная (КЭГ) и двухмерная эластография сдвиговой волной (2D-SWE). Полученные цифровые данные обрабатывали статистически с помощью коэффициента корреляции Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным УЗИ размеры печени в пределах нормы у 73% пациентов, у 17% — увеличена умеренно, у 10% — увеличена значительно. Наиболее часто отмечалось увеличение за счет толщины левой доли, косого-вертикального размера правой доли и реже отмечалось увеличение толщины правой доли. Контур печени в 98% случаев ровный, у 2% пациентов невыраженно волнистый. Эхогенность у половины пациентов (50%) нормальная, у 6% — смешанная (диффузно-очаговая), у 44% — повышена, снижение эхогенности не определялось ни у одного пациента. Эхоструктура: у 72% пациентов однородная (среднезернистая), у 27% — диффузно-неоднородная (мелкозернистая, крупнозернистая). Дистальное затухание эхосигнала отмечалось у 3% пациентов. Ослабление визуализации стенок тубулярных структур и диафрагмы выявлено у 7%. Диаметр воротной вены в среднем составляет 11,5±0,21 мм. Скорость движения крови по воротной вене 17,5±3,5 см/с. Печеночный сосудистый индекс в среднем составил 19,5±4,5 см/с, пороговое значение менее 12 см/с не встречалось ни у одного пациента. У одной пациентки отмечалась реканализация пупочной вены и «следы» свободной жидкости межпетельно в малом тазу, гепатоспленомегалии выявлено не было, эхогенность печени чуть выше коркового слоя почки, эхоструктура однородная, среднезернистая.

При проведении компрессионной эластографии индекс фиброза печени (LFI) в среднем составил 2,6 у.е. По результатам ТЭ средний показатель жесткости составил 9,5 кПа. По результатам сдвиговолновой эластографии (2D-SWE): средний показатель давления сдвиговой волны (модуль Юнга) – 8,5±1,0 кПа.

Данные, полученные при проведении КЭГ, ТЭ и ЭСВ — между собой значимых противоречий не выявлено.

В результате анализа показателей эластографии пациенты были отнесены к следующим стадиям фиброза по Metavir: F0 — 48%, F1 — 25%, F2 — 24%, F3 — 3%, F4 — не выявлено ни у одного пациента.

При проведении корреляционного анализа данных В-режима, допплерографии с эластографией, выявлены преимущественно следующие связи. Данные, полученные при проведении компрессионной эластографии (индекс фиброза), сдвиговолновой эластографии SWM и ТЭ имеют статистически значимые сильные корреляционные связи (Rs=0,864, p=0.00001). Эластичность печени прямо коррелирует с количеством эхографических признаков диффузных изменений. Выявлено, что у пациентов с количеством эхографических изменений от 1 до 5, чаще всего выявлялся F0, F 0-I (Rs=0.879, p<0,05). У пациентов, имевших от 5 до 10 эхографических признаков, наблюдался более выраженный фиброз F I, F I-II, F II (Rs=0.871, p<0,05). Также были выявлены пациенты (n=5,11%) с минимальным количеством эхографических изменений, но более выраженным фиброзом (F II-III). Диаметр воротной вены увеличивается при прогрессировании фиброза печени (Rs=0.267 при p<0,05). Фазность кровотока снижается при увеличении жесткости печени. Скорость движения крови по воротной вене, печеночный сосудистый индекс достоверно отрицательно коррелируют с модулем Юнга (r = –0,936, p <0,05).

У одной пациентки, несмотря на отсутствие выраженных эхострктурных изменений печени в В-режиме при проведении нескольких видов эластографии, были получены противоречивые результаты. При КЭГ получен ложноотрицательный результат LFI 1,19 у.е. (F 0); при ТЭ 7,5 кПа (F I), а при ЭСВ 12 кПа (F III). При детальном исследовании обратило внимание наличие реканализации пупочной вены и минимальный асцит. У пациентки был диагностирован ХВГ «С», продвинутый фиброз. На фоне ПВТ через 6 месяцев на контрольном исследовании КЭГ — 2,65 у.е., СЭГ — 8,2 кПа, ТЭ — 7,5 кПа, т.е. количественные и качественные значения эластичности соответствовали F II.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ультразвуковое исследование печени по-прежнему занимает первое место в диагностическом ряду в качестве скрининг-диагностики. Несмотря на выявленную прямую корреляцию диффузных изменений печени в В-режиме, изменений показателей портального кровотока со стадиями фиброза при эластографии, отсутствие структурных изменений при УЗИ подтвердило низкую информативность на различных стадиях фиброза печени. Это значит, что предполагать стадию патологического процесса исключительно по УЗИ затруднительно.

В сложных случаях комбинация эластографических методов у одного пациента приводит к более точной оценке, чем один метод. Эластография, ультразвуковое исследование и допплерография дополняют друг друга и повышают диагностическую эффективность ультразвукового исследования печени. Выбор необходимых диагностических ультразвуковых инструментов, информативных для данного пациента, для динамического диагностического наблюдения при своевременном начатом лечении позволяют предупредить тяжелые осложнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанов Ю.М., Коненко И.С., Бойко Т.И., Сорочан Е.В., Мосалова Н.М. Состояние печени у больных воспалительными заболеваниями кишечника по данным ультразвукового исследования. Доктор. Ру. 2015; 2-2(103): 27.
2. Данзанова Т.Ю., Синюкова Г.Т., Вишленкова Е.А., Ротобельская Л.Е. Использование эластографии сдвиговой волной в оценке паренхимы печени у онкологических больных. Врач-аспирант. 2014; 66(52): 236–44.
3. Шолохов В.Н., Бухаркина Д.Б., Патютко Ю.И. Интраоперационное ультразвуковое исследование при операциях по поводу опухолей печени. Анналы хирургической гепатологии. 2004; 2: 7–10.
4. Шептулина А.Ф., Широкова Е.Н., Ивашкин В.Т. Неинвазивные методы диагностики фиброза печени у больных первичным билиарным циррозом и первичным склерозирующим холангитом: роль непрямых сывороточных маркеров. Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2016; 26(3): 52–63.
5. Оскенбаева К.К. Ультразвуковое исследование сосудов гепатобилиарной системы. Журнал Клинической Медицины Казахстана. 2012; 4(26): 94.
6. Изранов В. А., Казанцева Н. В., Белецкая М. А. Проблемы методических подходов к измерению и оценке размеров печени при УЗИ. Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2017; 1: 73–91.
7. Степанян И. А., Кобинец Ю. В., Изранов В. А., Овчинников О. И. Диффузные изменения печени: оценка эффективности диагностики методом стандартизованной ARFI-эластометрии. Лучевая диагностика и терапия. 2018; 1(9).
8. Vermehren J., Polta A., Zimmermann O., Herrmann E., Poynard T., Hofmann W.P. et al. Comparison of acoustic

radiation force impulse imaging with transient elastography for the detection of complications in patients with cirrhosis. Liver Int. 2012; 32: 852–8.
9. Regev A., et al. Sampling error and intraobserver variation in liver biopsy in patients with chronic HCV infection. Am. J. Gastroenterol. 2002; 97: 2614–18.
10. EASL Clinical Practice Guideline: Occupational liver diseases. J Hepatol. 2019; 71(5): 1022–37. DOI: 10.1016/j.jhep.2019.08.008. Epub 2019 Sep 17.
11. Изранов В. А., Казанцева Н. В., Белецкая М. А. Измерение объема печени с помощью визуализационных методов различной модальности. 2017 Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2017; 2: 52–64.
12. Маркина Н.Ю., Кислякова М.В. Ультразвуковая диагностика. Серия «Карманные атласы по лучевой диагностике». 2-е издание. М., издательская группа «ГЭОТАР-Медиа». 2015: 240.
13. Опарин А.А., Опарин А.Г., Федченко Ю.Г., Благовещенская А.В. Ультразвуковое исследование в норме и патологии. Восточноевропейский журнал внутренней и семейной медицины. 2016; 2: 43–54.
14. Раевнева Т. Г. Нарушения внутрипеченочной гемодинамики при острых и хронических гепатитах, выявляемые с помощью ультразвуковой допплерометрии. Новости лучевой диагностики. 2000; 2: 29–31.
15. Ivao T., Toyonago A., Oho K. at al. Am. J. Gastroenterol. 1997; 92(6): 1012–7.
16. Акопян Н.Э., Хачатрян Г.Г. Количественная оценка комплексной диагностики диффузных заболеваний печени. Радиология – практика. 2009; 3: 18–20.
17. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of liver ultrasound elastography, Update 2017 (Long Version) Ultrashall in Med. 2017. DOI http: // dx.doi.org/10.1055/s-0043-1030952)
18. Морозов С.В., Труфанова Ю.М., Павлова Т.В., Исаков В.А., Каганов Б.С. Применение эластографии для определения выраженности фиброза печени: результаты регистрационного исследования в России. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2008; 2: 40–8.
19. Постнова Н.А., Васильев А.Ю., Зыкин Б.И., Павлинова Е.С. Выклюк М.В Эластография сдвиговой волны: возможности дифференциальной диагностики очаговых и диффузных изменений различных органов и тканей. Вестник рентгенологии и радиологии. 2011; 2: 29–34.
20. EASL-ALEH Clinical Practice Guidelines: Non-invasive tests for evaluation of liver disease severity and prognosis. J Hepatol. 2015; 63(1): 237–64. DOI: 10.1016/j.jhep.2015.04.006. Epub 2015 Apr 21.

REFERENCE

1. Stepanov YU.M., Konenko I.S., Boyko T.I., Sorochan Ye.V., Mosalova N.M. Sostoyaniye pecheni u bol'nykh vospalitel'nymi zabolevaniyami kishechnika po dannym ul'trazvukovogo issledovaniya. [The liver condition in patients with inflammatory bowel disease according to an ultrasound scan]. Doktor. Ru. 2015; 2-2(103): 27. (in Russian)
2. Danzanova T.Yu., Sinyukova G.T., Vishlenkova Ye.A., Rotobel'skaya L.Ye. Ispol'zovaniye elastografii sdvigovoy volnoy v otsenke parenkhimy pecheni u onkologicheskikh bol'nykh. [The use of shear wave elastography in the assessment of liver parenchyma in cancer patients]. Vrach-aspirant. 2014; 66(52): 236–44. (in Russian)
3. Sholokhov V.N., Bukharkina D.B., Patyutko YU.I. Intraoperatsionnoye ul'trazvukovoye issledovaniye pri operatsiyakh po povodu opukholey pecheni. [Intraoperative ultrasound for operations related to liver tumors]. Annaly khirurgicheskoy gepatologii. 2004; 2: 7–10. (in Russian)
4. Sheptulina A.F., Shirokova Ye.N., Ivashkin V.T. Neinvazivnyye metody diagnostiki fibroza pecheni u bol'nykh pervichnym biliarnym tsirrozom i pervichnym skleroziruyushchim kholangitom: rol' nepryamykh syvorotochnykh markorov. [Non-invasive methods for the diagnosis of liver fibrosis in patients with primary biliary cirrhosis and primary sclerosing cholangitis: the role of indirect serum markers]. Rossiyskiy zhurnal gastroenterologii, gepatologii, koloproktologii. 2016; 26(3): 52–63. (in Russian)
5. Oskenbayeva K.K. Ul'trazvukovoye issledovaniye sosudov gepatobiliarnoy sistemy. [Ultrasound examination of the vessels of the hepatobiliary system]. Zhurnal Klinicheskoy Meditsiny Kazakhstana. 2012; 4(26): 94. (in Russian)
6. Izranov V. A., Kazantseva N. V., Beletskaya M. A. Problemy metodicheskikh podkhodov k izmereniyu i otsenke razmerov pecheni pri UZI. [Problems of methodological approaches to measuring and evaluating the size of the liver with ultrasound]. Vestnik Baltiyskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Ser.: Yestestvennyye i meditsinskiye nauki. 2017; 1: 73–91. (in Russian)
7. Stepanyan I. A., Kobinets YU. V., Izranov V. A., Ovchinnikov O. I. Diffuznyye izmeneniya pecheni: otsenka effektivnosti diagnostiki metodom standartizovannoy ARFI-elastometrii. [Diffuse changes in the liver: assessment of the effectiveness of diagnostics using standardized ARFI elastometry]. Luchevaya diagnostika i terapiya. 2018; 1(9) (in Russian)/
8. Vermehren J., Polta A., Zimmermann O., Herrmann E., Poynard T., Hofmann W.P. et al. Comparison of acoustic radiation force impulse imaging with transient elastography for the detection of complications in patients with cirrhosis. Liver Int. 2012; 32: 852–8.
9. Regev A., et al. Sampling error and intraobserver variation in liver biopsy in patients with chronic HCV infection. Am. J. Gastroenterol. 2002; 97: 2614–18.
10. EASL Clinical Practice Guideline: Occupational liver diseases. J Hepatol. 2019; 71(5): 1022–37. DOI: 10.1016/j.jhep.2019.08.008. Epub 2019 Sep 17.
11. Izranov V. A., Kazantseva N. V., Beletskaya M. A. Izmereniye ob»yema pecheni s pomoshch'yu vizualizatsionnykh

metodov razlichnoy modal'nosti. [Measurement of liver volume using visualization methods of various modality]. 2017 Vestnik Baltiyskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Ser.: Yestestvennyye i meditsinskiye nauki. 2017; 2: 52–64. (in Russian)/

12. Markina N.YU., Kislyakova M.V. Ul'trazvukovaya diagnostika. [Ultrasound Diagnostics]. Seriya «Karmannyye atlasy po luchevoy diagnostike». 2-ye izdaniye. M., izdatel'skaya gruppa «GEOTAR-Media». 2015: 240 (in Russian)/
13. Oparin A.A., Oparin A.G., Fedchenko Yu.G., Blagoveshchenskaya A.V. Ul'trazvukovoye issledovaniye v norme i patologii. [Ultrasound examination is normal and pathological]. Vostochnoyevropeyskiy zhurnal vnutrenney i semeynoy meditsiny. 2016; 2: 43–54 (in Russian)/
14. Rayevneva T. G. Narusheniya vnutripechenochnoy gemodinamiki pri ostrykh i khronicheskikh gepatitakh, vyyavlyayemyye s pomoshch'yu ul'trazvukovoy dopplerometrii. [Violations of intrahepatic hemodynamics in acute and chronic hepatitis, detected using ultrasound dopplerometry]. Novosti luchevoy diagnostiki. 2000; 2: 29–31. (in Russian)
15. Ivao T., Toyonago A., Oho K. at al. Am. J. Gastroenterol. 1997; 92(6): 1012–7.
16. Akopyan N.E., Khachatryan G.G. Kolichestvennaya otsenka kompleksnoy diagnostiki diffuznykh zabolevaniy pecheni. [Quantitative assessment of the comprehensive diagnosis of diffuse liver diseases]. Radiologiya – praktika. 2009; 3: 18–20 (in Russian)/
17. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of liver ultrasound elastography, Update 2017 (Long Version) Ultrashall in Med. 2017. DOI http: // dx.doi.org/10.1055/s-0043-1030952)/
18. Morozov S.V., Trufanova Yu.M., Pavlova T.V., Isakov V.A., Kaganov B.S. Primeneniye elastografii dlya opredeleniya vyrazhennosti fibroza pecheni: rezul'taty registratsionnogo issledovaniya v Rossii. [The use of elastography to determine the severity of liver fibrosis: the results of a registration study in Russia]. Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya. 2008; 2: 40–8 (in Russian)/
19. Postnova N.A., Vasil'yev A.Yu., Zykin B.I., Pavlinova Ye.S. Vyklyuk M.V Elastografiya sdvigovoy volny: vozmozhnosti differentsial'noy diagnostiki ochagovykh i diffuznykh izmeneniy razlichnykh organov i tkaney. [Shear wave elastography: possibilities for differential diagnosis of focal and diffuse changes in various organs and tissues]. Vestnik rentgenologii i radiologii. 2011; 2: 29–34 (in Russian).
20. EASL-ALEH Clinical Practice Guidelines: Non-invasive tests for evaluation of liver disease severity and prognosis. J Hepatol. 2015; 63(1): 237–64. DOI: 10.1016/j.jhep.2015.04.006. Epub 2015 Apr 21.

УДК 616.61/.64-002-007.271-073.75-053.2+611.61-085+616.62-008.22-003.7

РОЛЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ОБСТРУКТИВНОЙ УРОПАТИИ У ДЕТЕЙ

© Эмилия Наумовна Столова, Артур Ильгизович Имельбаев

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.
194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., 2

Контактная информация: Эмилия Наумовна Столова — доцент кафедры лучевой диагностики и биомедицинской визуализации ФП и ДПО, врач ультразвуковой диагностики отделения ультразуковой диагностики. E-mail: emilinast@mail.ru

Резюме. Проведено ультразвуковое исследование с полным урологическим обследованием 191 ребенка в возрасте от 1,5 месяцев до 15 лет с обструкцией мочевыводящих путей с целью анализа диагностических возможностей метода ультразвуковой диагностики в выявлении основных причин обструкции мочевыводящих путей и причин ошибок при оценке тяжести обструктивных поражений.

Ключевые слова: обструктивная уропатия, ультразвуковая диагностика, дети.

THE ROLE OF ULTRASONOGRAPHY IN DIAGNOSTICS OF OBSTRUCTIVE UROPATHY IN CHILDREN

© Emilia N. Stolova, Arthur I. Imelbaev

Saint-Petersburg State Pediatric Medical Universit. 194100, Saint-Petersburg, Litovskaya str., 2

Contact information: Emilia N. Stolova — Associate Professor of the Department of Radiation Diagnostics and Biomedical Imaging of AF and DPO, Doctor of Ultrasound Diagnostics, Department of Ultrasound Diagnostics. E-mail: emilinast@mail.ru

Summary. The article presents the results of an ultrasound examination with a complete urological examination of 191 children aged 1.5 months to 15 years with urinary tract obstruction. The analysis of the diagnostic facilities of the ultrasonography in identifying the main causes of urinary tract obstruction and the causes of errors in assessing the severity of obstructive lesions is carried out.

Keywords: obstructive uropathy, ultrasonography, children.

ВВЕДЕНИЕ

Обструкция почек и мочевыводящих путей может быть обусловлена разнообразными анатомическими или функциональными изменениями (аномалиями развития) [1]. Одной из самых частых причин органических обструктивных нарушений мочевыводящей системы являются обструкция пиелоуретерального сегмента и обструкция по ходу мочеточника [2]. По данным авторов национального руководства по детской хирургии наиболее частыми причинами обструкции пиелоуретерального сегмента явились: стриктура в 60% случаев, добавочный сосуд у 30% пациентов, высокое отхождение мочеточника встретилось в 10% случаев, фиксированный перегиб и перетяжка в 2%, клапан в 1% случаев. Из проведенного обследования видно, что наиболее частой причиной гидронефроза явилась стриктура мочеточника, причем короткая стриктура наблюдалась в 19%, длинная стриктура — в 81% наблюдений. Идентификация характера обструкции дает возможность определить группу больных для применения малоинвазивных методов хирургического лечения гидронефроза [3]. Одним из методов диагностики обструктивных нарушений мочевыводящей системы является ультразвуковое исследование. Однако ложноположительная диагностика обструкции мочевых путей по результатам ультразвуковой диагностики может достигать по данным авторов 22% [2]. Сложности интерпретации пиелоэктазии, как следствия возможных обструктивных нарушений, могут быть связаны с расширением лоханки при иных проблемах («функциональное расширение»), например: при повышенной водной нагрузке, повышенном диурезе, воспалительных процессах внепочечной локализации, приеме гормональных препаратов, перерастяжении мочевого пузыря, высоком внутрипузырном давлении, нарушении сократительной способности гладкомышечных элементов чашечно-лоханочной системы, рахите, гипотрофии, гиповитаминозах, гипомикроэлементозах [4], синдроме дисплазии соединительной ткани [5].

В настоящее время нет единой описательной системы для характеристики расширения мочевых путей при ультразвуковом исследовании. В практической деятельности используется классификация SFU (табл. 1)

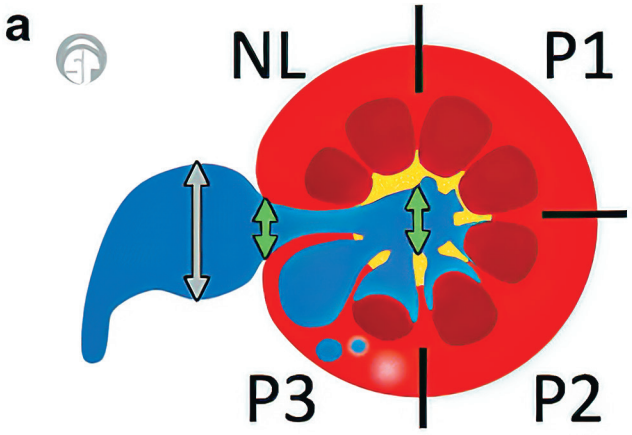


Рис. 1. Ультразвуковой принцип измерения лоханки почки при обструктивных нарушениях

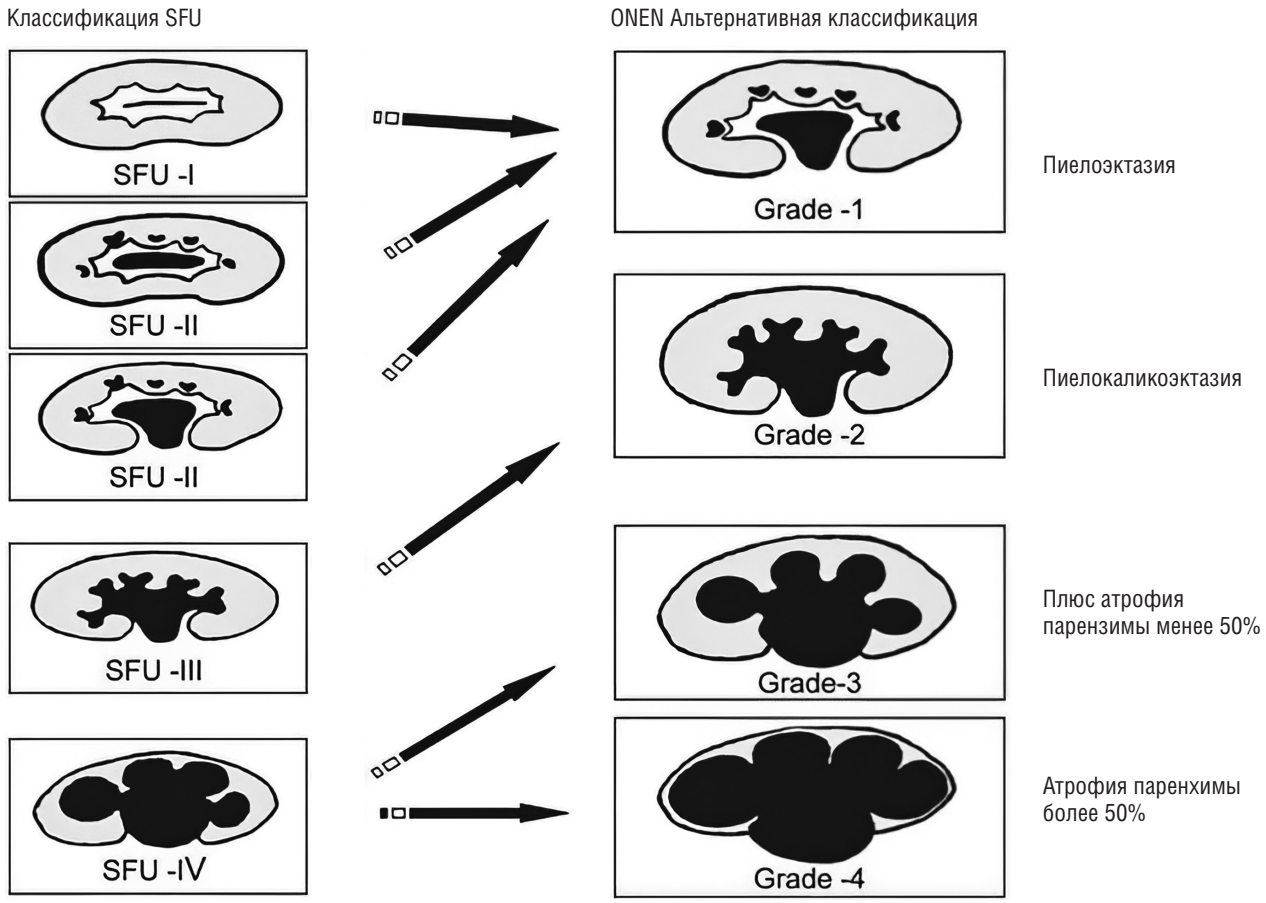
Таблица 1

Классификация SFU

SFU 0	ЧЛС не расширена
SFU 1	Расширена только лоханка
SFU 2	Расширена только **внутрипочечная** лоханка
SFU 2	Расширение лоханки и больших чашечек
SFU 3	Расширение лоханки и больших и малых чашечек, паренхима сохранена
SFU 4	Расширение лоханки, больших и малых чашечек, паренхима истончена.

Таблица 2

Классификация SFU



и критерии, основанные на величине передне-заднего размера лоханки (рис. 1) [6]. По поводу последнего не достигнуто консенсуса [7]. При оценке степени выраженности обструктивных нарушений мочевыводящей системы при ультразвуковой диагностике существует мнение о технике изменения переднезаднего-размера лоханки, находящегося в пределах почечной паренхимы [9]. Размер лоханки, измененный вне границ паренхимы, не является корректным по мнению авторов (рис. 1, а — зеленые стрелки — правильно, серая стрелка — неправильно). Однако игнорирование максимального размера растяжимости внепочечной

части лоханки обедняет возможности динамического наблюдения и прогноза ситуации у пациента.

Альтернативная классификация (табл. 2) [8] включает градацию атрофии паренхимы, что несколько облегчает наблюдение за динамикой патологического процесса.

К настоящему времени накоплен большой опыт в обнаружении обструкции мочевой системы, проводятся попытки создания стратегий ведения, с одной стороны, минимально инвазивных, с другой — обладающих высокой информационной значимостью [9, 10, 13].

Авторы указывают на важность корректного морфометрического анализа, что может давать прогностическую ценность [11, 12].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Под нашим наблюдением находился 191 пациент в возрасте от 1,5 месяцев до 15 лет с обструкцией мочевыводящих путей. Основными ультразвуковыми проявлениями обструкции мочевыводящих путей являлись гидронефроз (174 пациента — 91,9%) и уретерогидронефроз (17 пациентов — 8,91%). Пациентам проводилось ультразвуковое исследование почек, мочевого пузыря, функциональные пробы, клинико-лабораторное комплексное исследование, внутривенная урография.

При ультразвуковой оценке степени гидронефротической трансформации чашечно-лоханочной системы проводилось измерение передне-заднего размера лоханки и максимального расширения диаметра чашечек, методика измерения представлена на рисунке 2.

Также оценивалось состояние паренхимы, согласно классификации, предложенной Susan J. с соавт. [9].

Статистическая обработка полученных данных проводилась на IPM-PC в среде MS WINDOWS с помощью стандартной программы Microsoft Excel. Обработка результатов проводилась с использованием классических методов математической статистики, процедур проверки значимости статистических гипотез по критерию Пирсона (Хи-квадрат).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Гидронефроз и уретерогидронефроз левой почки встретились в 46,07%, правой — в 27,23%, двустороннее поражение почек выявилось в 26,70% случаев.

Среди 191 обследованного нами ребенка обструктивный процесс был выявлен в 242 почках. Выявлено преобладание обструктивного процесса в левой почке (57,44%). У мальчиков левосторонняя обструкция отмечается почти вдвое чаще, чем справа (35,13 и 18,18% соответственно). Приведенные данные отражены в таблице 3.

Была проанализирована частота встречаемости различных степеней гидронефроза и уретерогидронефроза у обследованных больных. Так, I степень выявлена в 49 почках — 20,25%; II степень — в 63 почках — 26,03%; III степень определялась в 55 почках — 22,73%; IV степень — в 75 почках — 30,99%.

Частота различных степеней тяжести гидронефроза у девочек и мальчиков показана в таблице 4. Представленные данные демонстрируют преобладание тяжелого (III–IV степеней) гидронефроза у мальчиков (59,69%) по сравнению с девочками (46,91%) ($p<0,05$)

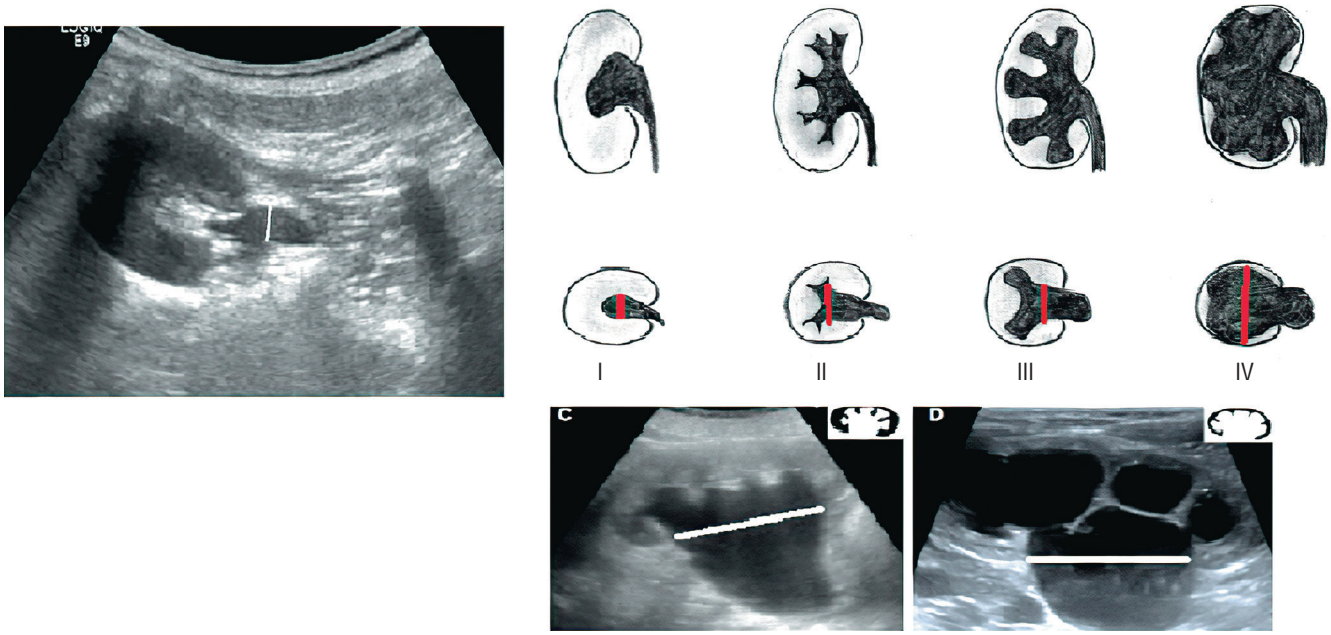


Рис. 2. Ультразвуковое измерение лоханки почки при обструктивных нарушениях мочевыводящей системы

Таблица 3

Частота обструкции в правой и в левой почке у мальчиков и девочек

	Девочки		Мальчики		Всего	
	n	%	n	%	n	%
RS	54	23,31	85	35,13	139	57,44
RD	59	24,38	44	18,18	103	42,56
RS:RD	0.92		1.93			
Всего	113	46,69	129	53,31	242	100

Таблица 4

Частота различных степеней тяжести гидронефроза у мальчиков и девочек

Степень гидронефроза	Девочки n=113		Мальчики n=129	
	n	%	n	%
I	26	23.00	23	17.83
II	34	30.09	29	22.48
III	26	23.00	29	22.48
IV	27	23.01	48	37.21
I–II	60	53.09	52	40.31
III–IV	53	46.91	77	59.69
III–IV: I–II	0.88		1.48	

Таблица 5

Частота различных степеней тяжести гидронефроза в правой и левой почках

Степень гидронефроза	Правая почка n=103		Левая почка n=139	
	n	%	n	%
I	28	27.18	21	15,11
II	28	27.18	35	25,18
III	20	19.42	35	25,18
IV	27	26.23	48	34,53
I–II	56	54,37	56	40,29
III–IV	47	45,63	83	59,71
III–IV: I–II	0.84		1.48	

Изучалось распределение степеней тяжести гидронефроза в правой и левой почках (таблица 5). Представленные данные демонстрируют преобладание тяжелого гидронефроза (III–IV степеней) в левой почке (59,71%) по сравнению с правой (45,63%) ($p<0,05$).

Были проанализированы причины обструкции мочевыводящих путей у обследованных больных. Органическая обструкция определялась в 198 почках. Из них обструкция пиелоуретерального сегмента наблюдалась в 91 почке (45,96%). Обструкция по ходу мочеточника включала такие аномалии развития почек и мочеточников, как повышенная подвижность почки, добавочных сосудов, ротация почки, дистопия почки, подковообразная почка, удвоение почки, перегиб, перетяжка и клапан мочеточника, дисплазия мочеточника. Указанные причины встретились в 89 почках (44,95%). Аномалии в пузырно-мочеточниковом соединении встретились в 13 почках (6,57%). Инфравезикальная обструкция была определена в 5 почках (2,53%) (см. рис. 3).

У наших больных на фоне органической обструкции в 20,21% случаев отмечено сочетание с функциональной обструкцией, представленной пузырно-мочеточниковым рефлюксом (17,07%) и нейрогенной дисфункцией мочевого пузыря (82,93%). Частота изолированной функциональной обструкции как причины нарушенного оттока мочи составляла 18,56%. Однако мы не можем исключить в этой группе пациентов существование органических причин обструкции, не выявленных при обследовании.

Препятствие в пиелоуретеральном отделе.

При ультразвуковом исследовании характеризуется каликопиелоэктазией (преимущественно), односторонней или двусторонней. Мочеточник не



Рис. 3. Причины органической обструкции мочевыводящих путей

визуализируется, изменения со стороны мочевого пузыря не характерны.

Стеноз пиелоуретерального сегмента встретился у 86 больных в 90 почках, у 48 мальчиков (55,81%) в 50 почках и 38 девочек (44,19%) в 40 почках.

Сужение пиелоуретерального сегмента проявилось гидронефрозом у 84 больных. У 69 человек (82,14%) выявлен односторонний гидронефроз, у 15 — двусторонний гидронефроз. Однако двустороннее сужение пиелоуретерального сегмента выявлено лишь у 4 человек с двусторонним гидронефрозом, а у оставшихся 9 больных имелись иные причины для развития гидронефроза.

Стеноз пиелоуретерального сегмента чаще выявлялся слева. Среди наших больных левосторонний стеноз выявлен в 66 почках (73,33%), а правосторонний — в 24 почках (26,77%).

Препятствие в зоне пиелоуретерального сегмента способствует развитию тяжелых степеней гидронефроза. Среди наших больных I степень гидронефроза выявлена в 4 почках (4,44%), II степень гидронефроза выявлена в 15 почках (16,66%), III степень гидронефроза отмечена в 30 почках (33,33%), гидронефроз IY степени — в 41 почке (45,55%). Отмечено, что чем тяжелее степень гидронефроза, тем больше выявлялось сочетанных аномалий.

Нами отмечено сочетание пиелоуретерального стеноза с другими аномалиями развития почек и мочевыводящих путей как на стороне поражения, так и на контрлатеральной стороне. На стороне поражения выявлено сочетание пиелоуретерального стеноза с повышенной подвижностью почки — в 4 случаях, с добавочным сосудом — в 7 случаях, с удвоением — в 2 случаях, с пузырно-мочеточниковым рефлюксом — в 6 случаях, с дистопией почки — в 2 случаях. Среди аномалий мочеточника на стороне поражения выявлены дисплазия мочеточника, перетяжка и перегиб мочеточника — по 1 выявленному случаю. Среди аномалий контрлатеральной почки выявлены ротация (в 9 почках), добавочный сосуд (в 8 почках), дистопия (в 7 почках), патологическая подвижность (в 3 почках), пузырно-мочеточниковый рефлюкс (в 1 почке).

Гидронефроз на фоне повышенной подвижности почки.

Патологическая подвижность — разница в положении почки пациента при вертикальном и горизонтальном положении. При ультразвуковом исследовании патологической считается подвижность почки, превышающая 1,8% длины тела пациента, рисунок 4.

Данная аномалия послужила причиной развития обструкции у 10 детей — у 7 девочек и 3 мальчиков. У всех детей обструкция на фоне аномалии подвижности проявилась гидронефрозом. Повышенная подвижность левой и правой почек выяв-

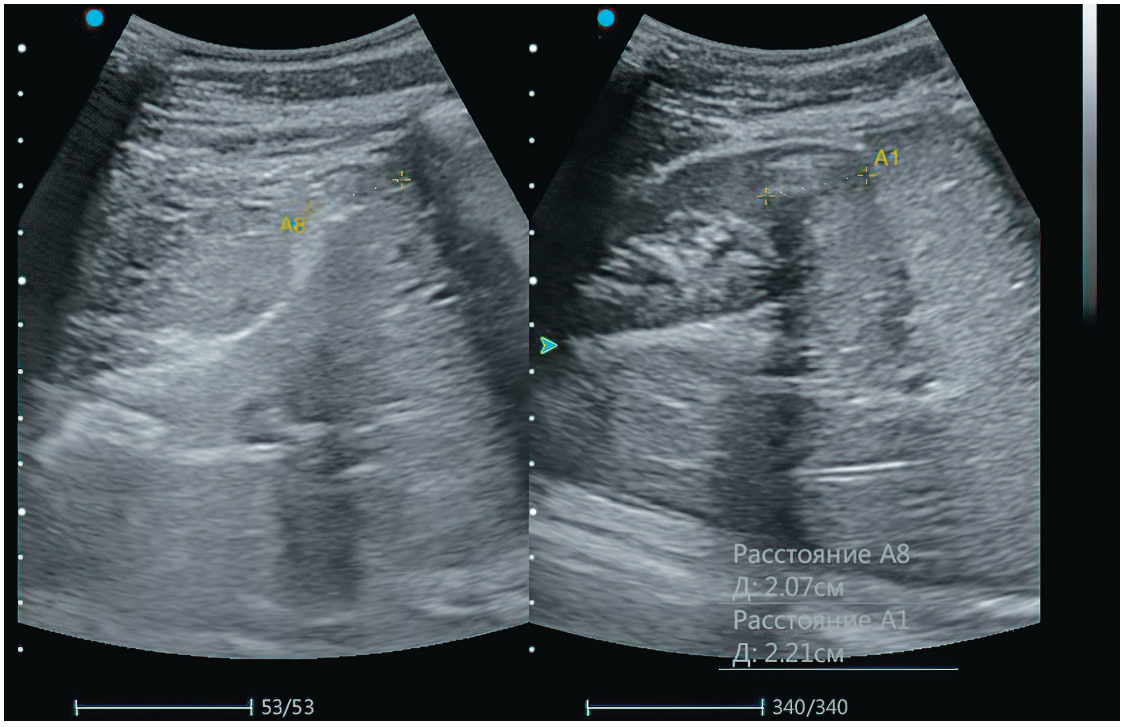


Рис. 4. Ультразвуковое измерение подвижности почек. Расстояние между нижним полюсом правой почки и верхним краем тени 12-го ребра, подвижность — 4, 28 см

лялась с одинаковой частотой — по 5 случаев с каждой стороны.

У больных с повышенной подвижностью почки I степень гидронефроза отмечена в 3 почках, II — также в 3 почках, III — в 2 почках, IY — в 2 почках. Однако тяжесть гидронефроза у данных пациентов обуславливалась сочетанием с такими аномалиями развития, как стеноз пиелоуретерального сегмента — у 4 больных, пузырно-мочеточниковый рефлюкс — у 1 больного, нейрогенная дисфункция мочевого пузыря — у 1 больного. Изолированная повышенная подвижность являлась причиной гидронефроза в 4 случаях, формируя I–II степени тяжести гидронефроза, и лишь в одном случае — III степень.

Гидронефроз осложнился пиелонефритом у 7 детей из этой группы, у 3 пациентов не отмечено признаков микробно-воспалительного процесса. Это были больные, у которых повышенная подвижность выступала единственной причиной обструкции. Гидронефроз, развившийся на фоне изолированной повышенной подвижности, осложнился пиелонефритом только в 1 случае.

Таким образом, повышенная подвижность почки как изолированная причина обструкции, чаще приводит к гидронефрозу I–II степеней тяжести, не осложненному инфекцией. Проявляется аномалия жалобами на боли в животе и выявляется в более поздние сроки (после 4 лет) по сравнению со стенозом пиелоуретерального сегмента.

Гидронефроз на фоне добавочного сосуда

Добавочный сосуд послужил причиной обструкции у 15 детей, явился изолированной причиной обструкции у 6 больных, сочетался с обструкцией в пиелоуретеральном сегменте у 7 пациентов, с ротацией — у 3 детей, с нейрогенной дисфункцией мочевого пузыря по гипорефлекторному типу — у 1 больного. При этом добавочный сосуд в качестве изолированный причины приводил только к развитию гидронефроза I–II степеней, а III–IV степени гидронефроза были обусловлены сочетанием добавочного сосуда со стенозом пиелоуретерального сегмента.

Гидронефроз на фоне аномалии поворота

Гидронефроз на фоне аномалии поворота выявлен у 8 пациентов в 9 почках.

Гидронефроз, развившийся на фоне аномалии поворота, в основном имел I–II степени тяжести (в 5 и в 3 почках соответственно), в одной почке отмечен гидронефроз III степени (на фоне изолированной этиологической причины).

Гидронефроз, связанный с аномалией поворота, обнаруживался у обследованных нами больных в любом возрасте. У ребенка с двусторонней и изолированной аномалией ротации, гидронефроз был выявлен антенатально. Скорее всего у этого ребенка имелось сочетание с дополнительной внутриутробной этиологической причиной обструкции, способствующей развитию более тяжелого транзиторного гидронефроза. В частности, внутриутробный стеноз пиелоуретерального сегмента может проявляться транзиторным гидронефрозом, разрешающимся после рождения.

Гидронефроз на фоне дистопии почек

Обструкция, связанная с дистопией, выявлена у 8 детей в 9 почках. Необходимо сразу отметить, что дистопия ни в одном случае не выступала в качестве изолированной причины обструкции, сочетаясь со стенозом пиелоуретерального сегмента, ротацией, повышенной подвижностью почки, добавочным сосудом и с нейрогенной дисфункцией мочевого пузыря.

Аномалия выявлена у 6 девочек в 7 почках и у 2 мальчиков в двух почках. У 7 детей дистопия диагностирована с одной стороны, у одного ребенка — с двух сторон. Гидронефроз на фоне дистопии чаще выявлялся слева (в 6 почках), чем справа (в 3 почках).

При анализе степени тяжести гидронефроза отмечено, что I степень выявлена в 5 почках, II — в 2 почках, III — в 1 почке, IV — также в 1 почке. III и IV степени тяжести гидронефроза были обусловлены сочетанием таких этиологических причин, как дистопия и стеноз пиелоуретерального сегмента.

Гидронефроз в подковообразной почке

Обструкция мочевыводящих путей, развившаяся в подковообразной почке, явилась причиной двустороннего гидронефроза у двух детей, мальчика и девочки. Заболевания у них выявлены в 6,5 и 7 лет в связи с обследованием по поводу болей в животе и энуреза (у мальчика).

Необходимо отметить, что у девочки в левой почке отмечено сочетание подковообразной почки с обструкцией в зоне пиелоуретерального сегмента.

Гидронефроз в удвоенной почке

Среди обследованных нами больных удвоение встретилось у 3 пациентов, одной девочки и двух мальчиков. Все случаи удвоения отмечены в левой почке. Удвоение сочеталось со стенозом пиелоуретерального сегмента у двух пациентов, у одного из них был выявлен пузырно-мочеточниковый рефлюкс в удвоенную почку. У одного пациента отмечено изолированное удвоение левой почки. Вышеперечисленные аномалии явились причи-

ной гидронефроза верхнего сегмента III степени у двух пациентов и гидронефроза верхнего сегмента IV степени у одного пациента (при сочетании удвоения с препятствием в зоне пиелоуретерального сегмента и пузырно-мочеточниковым рефлюксом).

Гидронефроз на фоне перегиба мочеточника

Обструкция на фоне перегиба мочеточника выявлена у 7 детей в 8 почках, у трех мальчиков и четырех девочек. У одного ребенка обнаружен двусторонний перегиб мочеточника с развитием двустороннего гидронефроза. Перегиб левого мочеточника отмечался в трех случаях, перегиб правого мочеточника отмечен в 5 случаях. Почти во всех случаях перегиба мочеточника в почках выявлен гидронефроз I–II степени. Исключение составляет один ребенок с сочетанием перегиба мочеточника и стеноза пиелоуретерального сегмента, в почке которого выявлен гидронефроз IV степени.

Гидронефроз на фоне перетяжки мочеточника

Этот порок отмечен нами у 5 больных, двух девочек и трех мальчиков. У 4 пациентов он стал причиной гидронефроза (в т.ч. двустороннего у двух детей) и уретерогидронефроза у одного пациента.

У одного пациента отмечается сочетание перетяжки мочеточника с его дисплазией и стенозом в пиелоуретеральном сегменте. У двух пациентов двусторонний гидронефроз I степени, развившихся на фоне перетяжки мочеточника, протекает без присоединения вторичного пиелонефрита. Он был диагностирован в связи с болями в животе в 5-летнем возрасте, сочетался с НДМП по гиперрефлекторному типу. У трех детей выявлены гидронефроз II, III, IV степени на первом году жизни в связи с присоединением вторичного пиелонефрита. У двоих детей заболевание носит латентный и рецидивирующий характер.

Нарушение функции почек и артериальная гипертензия у данных больных не выявлены.

Гидронефроз на фоне уретероцеле

Обструкция на фоне этой аномалии обнаружена у 5 больных в 6 почках, у одной девочки и четырех мальчиков. Обструкция клинически проявилась односторонним уретерогидронефрозом у 4 детей и двусторонним уретерогидронефрозом у одного ребенка. Уретерогидронефроз I степени диагностирован в 1 почке и мочеточнике при сочетании с пузырно-мочеточниковым рефлюксом, II степени — в одной почке и мочеточнике, IV степени — в 4 почках и мочеточниках.

Гидронефроз на фоне стеноза пузырно-мочеточникового соединения

Обструкция на фоне стеноза пузырно-мочеточникового соединения диагностирована нами у 8 мальчиков. У 5 человек обструкция проявилась уретерогидронефрозом, а у 3 — гидронефрозом. Стеноз пузырно-мочеточникового соединения слева был отмечен в 6 случаях, справа — в 2 случаях.

При анализе степени гидронефроза и уретерогидронефроза III степень выявлена у 3 пациентов, IV — у 5 пациентов.

У 6 человек уретерогидронефроз осложнился присоединением вторичного пиелонефрита, у двух из них отмечен латентный характер течения пиелонефрита, у двух детей не выявлены признаки инфекции.

Нарушения функции почек у данных больных отмечено не было.

Инфравезикальная обструкция

Инфравезикальная обструкция, связанная с клапаном уретры, выявлена у четырех мальчиков, у одного из них отмечалось сочетание клапана уретры с послеоперационным стенозом уретры. Обструкция клинически проявлялась развитием двустороннего уретерогидронефроза IV степени во всех случаях.

У всех пациентов отмечено присоединение вторичного пиелонефрита, у 3 детей пиелонефрит имел рецидивирующее течение. В развитии и рецидивировании пиелонефрита у пациентов играли роль E.Coli, Staph.aureus, Staph.epidermidis, citobacter, энтерококк.

У двух детей диагностировано нарушение функции почек.

ВЫВОДЫ

Ультразвуковое исследование патологии мочевыводящей системы является высокоинформативным методом диагностики обструктивных нарушений. Среди причин органической обструкции почек и мочевыводящих путей ведущая роль принадлежит обструкции пиелоуретерального сегмента (45,96%). Среди причин функциональной обструкции ведущее место принадлежит нейрогенной дисфункции мочевого пузыря (82,93%). У обследованных больных отмечались изолированные и сочетанные причины возникновения обструкции мочевыводящих путей. Изолированные причины возникновения обструкции мочевыводящих путей отмечались в 54,32% почек. Сочетание двух и более причин отмечено в 27,57% почек. Получены достоверные данные, указывающие на формирование более тяжелых степеней гидро-

нефроза преимущественно с левой стороны и у мальчиков. При анализе уровня органической обструкции доминирует нарушение уродинамики на фоне пиелоуретерального соединения, далее — совокупность различных причин, реализующих свое патогенное действие по ходу мочеточника. Необходимо отметить, что значительное количество пациентов имеют сочетание органической и функциональной обструкции, что определяет необходимость их подтверждения или исключения у каждого пациента. Отмечены особенности клинического течения гидронефроза при различных уровнях обструкции, что позволяет прогнозировать клиническое течение заболевания и выбрать стратегию обследования и лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Папаян А.В., Эрман М.В., Столова Э.Н. и др. Инфекция органов мочевой системы у детей. Пособие для врачей. СПб.; 2001.
2. Круглов Б.А. Ультрасонография в диагностике обструктивных уропатий. Урол. и нефр. 1998; 4: 48–513.
3. Осипов И.Б., Хабалов В.К., Трубникова О.В. Детская хирургия. Национальное руководство. Под ред. Ю.Ф.Исакова. М.: ГЕОТАР-Медиа; 2009.
4. Лопаткин Н.А. Урология. Национальное руководство; 2003.
5. Полиорганные нарушения при дисплазиях соединительной ткани у детей. Алгоритмы диагностики и стандарты ведения. Проект российских рекомендаций. М.; 2015.
6. Fernbach S.K., Maizels M., Conway J.J. Ultrasound grading of hydronephrosis: introduction to the system used by the Society for Fetal Urology. Pediatr. Radiol. 1993; 23(6): 478–80.
7. Radulović M., Hell J., Beatović S., Janković M et al. Diuresis renography and ultrasonography in children with antenatally detected hydronephrosiscan support diagnoses and suggest related surgery treatment. Nucl Med. 2017; 20: 25–36.
8. Onen A. An alternative grading system to refine the criteria for severity of hydronephrosis and optimal treatment guidelines in neonates with primary UPJ-type hydronephrosis. J. Pediatr. Urol. 2007; 3(3): 200–5.
9. Jeanne S., Jeffrey L., Susan J. et al Classification of pediatric urinary tract dilation: the new language. Pediatr Radiol. 2017; 47: 1109–15. DOI 10.1007/s00247-017-3883-0
10. Nguyen H.T., Benson C.B, Bromley B., et al. Multidisciplinary consensus on the classification of prenatal and postnatal urinary tract dilation (utd classification system). J. Pediatr. Urol. 2014; 10(6): 982–8.
11. Scalabre A., Demède D., Gaillard S. Prognostic Value Of Ultrasound Grading Systems In Prenatally Diagnosed Unilateral Urinary Tract Dilatation. J Urol. 2017; 197(4): 1144–9.
12. Dos Santos J., Parekh R.S., Piscione T.D. A New Grading System For The Management Of Antenatal Hydronephrosis. Clin J Am Soc Nephrol. 2015; 10(10): 1783–90.
13. Swenson D.W., Darge K., Ziniel S.I., Chow J.S. Characterizing Upper Urinary Tract Dilation On Ultrasound: A Survey Of North American Pediatric Radiologists' Practices. Pediatr Radiol. 2015; 45(5): 686–94.

REFERENCE

1. Papayan A.V., Erman M.V., Stolova E.N. i dr. Infektsiya organov mochevoy sistemy u detey. [Infection of the urinary system in children]. Posobiye dlya vrachey. SPb.; 2001. (in Russian)
2. Kruglov B.A. Ul'trasonografiya v diagnostike obstruktivnykh uropatiy. [Ultrasonography in the diagnosis of obstructive uropathy]. Urol. i nefr. 1998; 4: 48–513. (in Russian)
3. Osipov I.B., Khabalov V.K., Trubnikova O.V. Detskaya khirurgiya. [Children's surgery]. Natsional'noye rukovodstvo. Pod red. Yu.F. Isakova. M.: GEOTAR-Media; 2009 (in Russian).
4. Lopatkin N.A. Urologiya. [Urology]. Natsional’noye rukovodstvo; 2003. (in Russian)
5. Poliorgannyye narusheniya pri displaziyakh soyedinitel'noy tkani u detey. [Multiple organ disorders in connective tissue dysplasia in children]. Algoritmy diagnostiki i standarty vedeniya. Proyekt rossiyskikh rekomendatsiy. M.; 2015 (in Russian).
6. Fernbach S.K., Maizels M., Conway J.J. Ultrasound grading of hydronephrosis: introduction to the system used by the Society for Fetal Urology. Pediatr. Radiol. 1993; 23(6): 478–80.
7. Radulović M., Hell J., Beatović S., Janković M et al. Diuresis renography and ultrasonography in children with antenatally detected hydronephrosiscan support diagnoses and suggest related surgery treatment. Nucl Med. 2017; 20: 25–36.
8. Onen A. An alternative grading system to refine the criteria for severity of hydronephrosis and optimal treatment guidelines in neonates with primary UPJ-type hydronephrosis. J. Pediatr. Urol. 2007; 3(3): 200–5.
9. Jeanne S., Jeffrey L., Susan J. et al Classification of pediatric urinary tract dilation: the new language. Pediatr Radiol. 2017; 47: 1109–15. DOI 10.1007/s00247-017-3883-0
10. Nguyen H.T., Benson C.B, Bromley B., et al. Multidisciplinary consensus on the classification of prenatal and postnatal urinary tract dilation (utd classification system). J. Pediatr. Urol. 2014; 10(6): 982–8.
11. Scalabre A., Demède D., Gaillard S. Prognostic Value Of Ultrasound Grading Systems In Prenatally Diagnosed Unilateral Urinary Tract Dilatation. J Urol. 2017; 197(4): 1144–9.
12. Dos Santos J., Parekh R.S., Piscione T.D. A New Grading System For The Management Of Antenatal Hydronephrosis. Clin J Am Soc Nephrol. 2015; 10(10): 1783–90.
13. Swenson D.W., Darge K., Ziniel S.I., Chow J.S. Characterizing Upper Urinary Tract Dilation On Ultrasound: A Survey Of North American Pediatric Radiologists' Practices. Pediatr Radiol. 2015; 45(5): 686–94.

УДК 618.25-06+616-092.11+612.13+618.3-06

ФЕТАЛЬНАЯ ЭХОКАРДИОГРАФИЯ. ДОППЛЕРОМЕТРИЯ ПРИ ФФТС В МОНОХОРИАЛЬНОЙ ДВОЙНЕ ДО И ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОЙ КОАГУЛЯЦИИ

© Валентина Ивановна Цибизова, Татьяна Михайловна Первунина,
Эдуард Владимирович Комличенко, Игорь Евгеньевич Говоров, Игорь Игоревич Аверкин

Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова.
197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2

Контактная информация: Валентина Ивановна Цибизова — врач отделения функциональной и ультразвуковой диагностики. ORCID ID: 0000-0001-5888-0774. E-mail: tsibizova.v@gmail.com

Резюме. Сердечная функция у монохориальных близнецов, с синдромом фето-фетальной трансфузии (ФФТС), является важным вопросом в понимании изменений, ожидаемых после проведения лазерной коагуляции. Одни исследования указывают, что в долгосрочной перспективе после проведения лазерной коагуляции сердечная функция восстанавливается у большинства. Другие сообщают, что, несмотря на успешную лазерную коагуляцию, легочный стеноз у реципиента не регрессировал и требовал постнатального кардиологического наблюдения и лечения. По данным литературы в 20% случаев ФФТС у реципиента определяется врожденно-приобретенный порок сердца (обструкция выходного тракта правого желудочка, атрезия, стеноз пульмонального и трикуспидального клапанов). Лазерная коагуляция при тяжелых стадиях ФФТС может купировать развитие заболевания, но не всегда эффективна в разрешении врожденно-приобретенного порока сердца (обструкция выходного тракта правого желудочка, атрезия, стеноз пульмонального и трикуспидального клапанов). Лазерная коагуляция должна быть проведена до возникновения ухудшения со стороны сердечной функции.

Ключевые слова: лазерная коагуляция, ФФТС, двойня

FETAL ECHOCARDIOGRAPHY. DOPPLER IN TTTS TWINS BEFORE / AFTER LASER COAGULATION

© Valentina I. Tsibizova, Tatyana M. Pervunina, Eduard V. Komlichenko, Igor E. Govorov, Igor I. Averkin

V.A. Almazov National Medical Research Center. 197341, St. Petersburg, ul. Akkuratova, 2

Contact information: Valentina I. Tsibizova — doctor of the department of functional and ultrasound diagnostics. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5888-0774. E-mail: tsibizova.v@gmail.com

Abstract. Cardiac function in monochorionic twins complicated by twin- to-twin transfusion syndrome (TTTS) is an important issue in understanding the changes expected after laser coagulation (LC). Some studies indicate that in the long term, after laser coagulation LC, a cardiac function in most cases is restored. Others report have shown that despite successful LC, the recipient did not regress pulmonary stenosis and required postnatal cardiological monitoring and treatment. According to the literature, in 20% of cases of TTTS in the recipient, a congenital+ acquired heart defect is determined (right ventricle outflow tract obstruction, atresia, PV stenosis, and TV). LC in severe stages of TTTS can resolve the disease, but is not always effective with acquired CHD (right ventricle outflow tract obstruction, atresia, stenosis of the PV, TV). LC should be performed before a deterioration in cardiac function occurs.

Key words: laser coagulation, TTTS, RVOTO, twins.

ВВЕДЕНИЕ

Ведение многоплодной беременности до родов и само родовспоможение долгое время было ключевым навыком для акушера и остается значимым и сегодня.

Частота многоплодной беременности увеличивается во всем мире, что связано как с увеличением материнского возраста, так и с большим использованием вспомогательных репродуктивных методов. Многоплодие относится к беременности высокого риска по развитию неблагоприятных перинатальных исходов, высокой перинатальной смертности и заболеваемости.

На сегодняшний день при постоянном дородовом наблюдении в динамике, включая УЗИ-мониторинг, возможно создать комплексный и индивидуальный план наблюдения и родов для каждой беременности. Беременная близнецами женщина подвержена повышенному риску преждевременных родов, задержке внутриутробного развития и других состояний, таких как преэклампсия, гестационный диабет. Монохориальные близнецы имеют дополнительный риск, связанный с рядом специфических осложнений и увеличивающий вероятность смертности и заболеваемости. Прежде всего, это синдром селективной внутриутробной

задержки, развивающийся у 30% двоен [1], и фето-фетальный трансфузионный синдром (ФФТС), который возникает в 10% случаев монохориальных двоен [2]. Антенатальное наблюдение посредством ультразвукового исследования является надежным методом в определении этих осложнений.

Ультразвуковое исследование, проводимое в первом триместре, при беременности двойней направлено на определение точного срока беременности, хориальности и количества амниотических полостей. Для определения точного срока гестации необходимо руководствоваться датой последней менструации и длиной копчико-теменного размера, измеряемого так же, как и при одноплодной беременности. При отличии на 5 и более дней от даты последней менструации, срок устанавливается по копчико-теменному размеру; в случае различий копчико-теменного размера у близнецов, срок беременности устанавливается по меньшему плоду. При беременности в результате применения вспомогательных репродуктивных методов дата беременности всегда определяется от даты пункции. Для оценки хориальности (количества плацент) и амниальности (количества отдельных амниотических пузырей) во время проведения скринингового ультразвукового исследования должна быть исследована область хориона, где примыкают оболочки амниотических полостей. В случае дихориальной беременности будет возможно обнаружить две плаценты и две амниотические полости, каждая из которых ограничена собственным хорионом и собственной амниотической мембраной. Если плаценты не раздельные, а смежные, необходимо искать «лямбда-знак», поскольку хорионы в месте встречи двух плацент поднимаются, образуя треугольное пространство и толстую перегородку между двумя полостями. В случае, когда амниотические мембраны определяются на поверхности плаценты, образуя прямой угол, так называемый «Т-признак», должна диагностироваться монохориальная беременность. Отсутствие визуализации амниотических мембран между близнецами должно быть определено как моноамниотическая монохориальная беременность. Правильная верификация хориальности особенно важна для организации специфического ведения беременности [3].

Наличие такого специфического осложнения как ФФТС в большинстве своем нуждается в оперативном лечении, а именно в лазерной фотокоагуляции артерио-венозных анастомозов. При отсутствии данного лечения риск летального исхода для обоих плодов равен практически 100%. В большинстве случаев монохориального многоплодия на поверхности плаценты определяются различные анастомозы: артерио-венозные, являющиеся однонаправленными и осуществляющие сброс крови от одного плода к другому, и артерио-артериальные и вено-венозные, которые являются двунаправленными, выполняющими уравновешивание объема циркулирующей крови между близнецами. Если «баланс» нарушается, мы видим классическую картину сброса крови от одного плода к другому, формирование донора и реципиента. ФФТС классифицируется 5 стадиями по Quintero. Начиная с 16 недель гестации, а затем каждые две недели проводится контроль уровня максимального кармана амниотической полости, контроль визуализации наполненного мочевого пузыря и кровотока в венозном протоке. В дальнейшем с увеличением сроков гестации к исследованию подключается допплерометрия артерий пуповин и оценка скоростей в средних мозговых артериях. Как правило, выполнение лазерной коагуляции сосудов проводится, когда видны стойкие нарастающие гемодинамические нарушения у плодов, но многие исследования подтверждают бесполезность данного лечения, если сердечная функция плодов была нарушена. Большинство детей в постнатальном периоде нуждаются в кардиохирургическом лечении по поводу обструкции правых выходных отделов, атрезии пульмонального клапана, атрезии трикуспидального клапана [4].

Данные осложнения, а именно врожденно-приобретенные пороки сердца, формируются в процессе прогрессирования ФФТС. Плод, теряя объем циркулирующей крови, становится гиповолемичным и называется донором. Плод, который получает дополнительный объем крови, гиперволемичен и называется реципиентом. Для поддержания давления донор активизирует ренин-ангиотензиновую систему и выделяет огромное количество ренина и ангиотензина 2, но эти же гормональные медиаторы вместе с кровью доставляются и к реципиенту, который в ответ на перегрузку объемом и «неадекватным» количеством гормональных медиаторов выделяет большое количество натрийуретического гормона и эндотелеина-1, которые сопровождают сердечную недостаточность. В результате мы видим у реципиента картину сердечной недостаточности, водянки и впоследствии гибель плода.

Практически в каждом пятом случае развития синдрома ФФТС наблюдаются изменения со стороны сердечно-сосудистой системы до проведения лазерной фотокоагуляции. При этом выявляется ряд врожденно-приобретенных пороков сердца, таких как обструкция выходного тракта правых отделов сердца, атрезия или стеноз трикуспидального и/или пульмонального клапанов. У 9–12,5%

после фетоскопического вмешательства патология клапана требует лечения и при рождении, несмотря на успешное лечение внутриутробно.

Патогенез, как сказано было ранее, связан с несбалансированной гемодинамикой и неадекватным гормональным ответом. Такого рода повышенная преднагрузка и постнагрузка на реципиента отражается как на систолической, так и на диастолической функции его сердца, что можно зарегистрировать при допплерометрическом исследовании.

У реципиента с прогрессированием заболевания мы увидим со стороны сердца:

- увеличение размеров сердца, дилатацию;
- увеличение кардио-торакального индекса;
- гипертрофию желудочков (вначале правого, затем левого);
- нарушение диастолической функции;
- желудочковую гипокинезию;
- увеличение жесткости желудочков;
- недостаточность атрио-вентрикулярных клапанов (в начале трикуспидального, затем митрального);

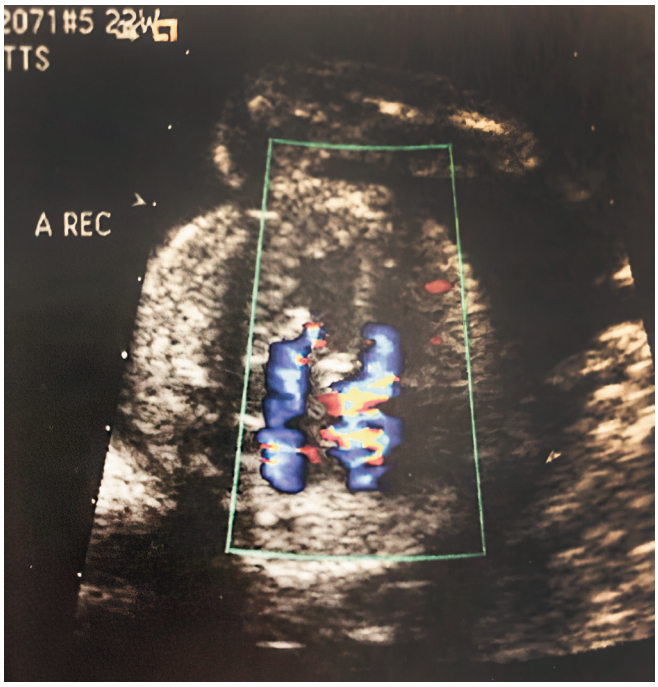


Рис. 1. Регургитация на атрио-вентрикулярных клапанах

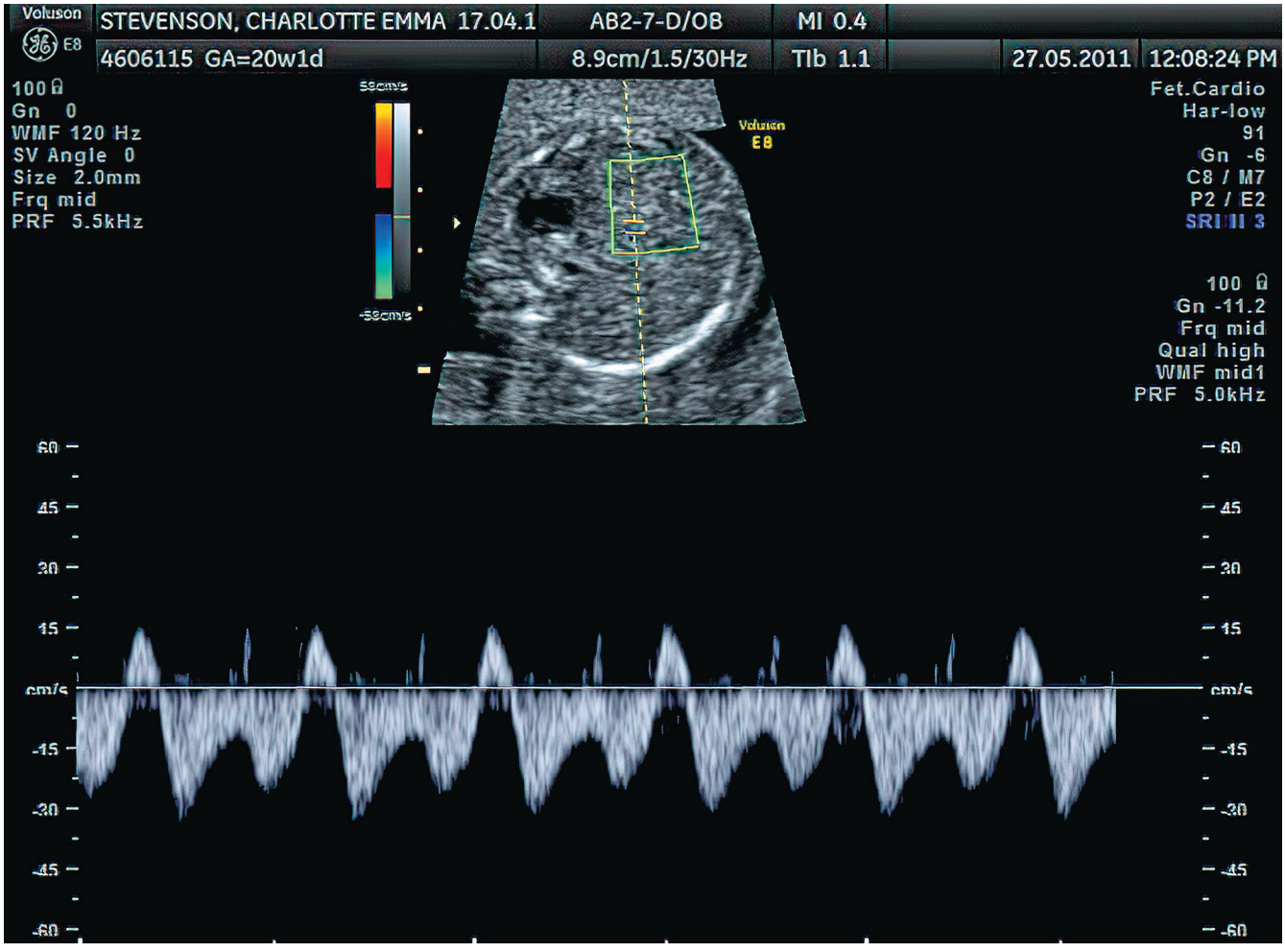


Рис. 2. Реверсивный поток в венозном протоке

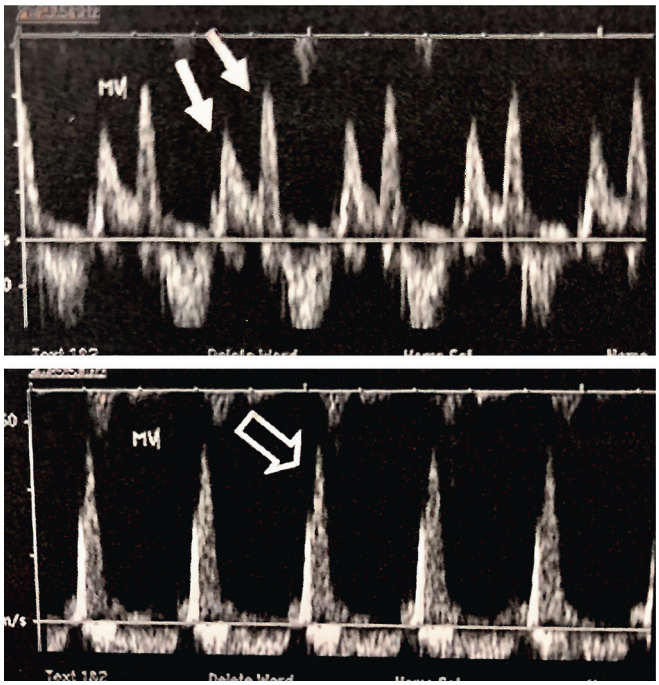


Рис. 3. «Одиночный» пик наполнения желудочков

Индекс производительности миокарда (ИПМ)
(myocardial performance index MPI)

IVCT — изоволюмическое время сокращения, время от закрытия МК до открытия АК;
IVRT — изоволюмическое время расслабления, время от открытия АК до закрытия МК;
ET — время выброса определяется от открытия АК до закрытия АК

MPI = (IVCT + IVRT) / ET

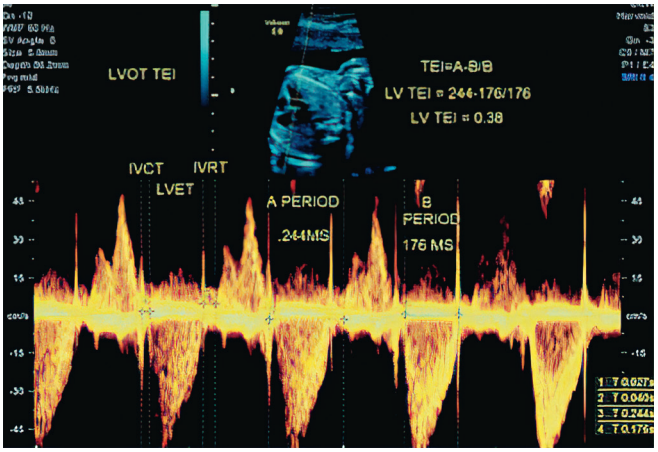


Рис. 4. Индекс производительности миокарда

- монофазное наполнение желудочков;
- +/– обструкция выходного тракта правого желудочка.

Венозный проток у реципиента в данном случае является хорошим параметром для диагностики сократительной способности предсердий, так при нулевом или реверсивном потоке имеет место снижение податливости и сократительной способности миокарда предсердий.

Диастолическая дисфункция у реципиента предшествует систолической дисфункции. Сначала развивается справа, затем вовлекается левый желудочек. С прогрессированием ФФТС снижается сократительная способность, снижается период релаксации и монофазность наполнения желудочка (одиночный пик).

Данный параметр у реципиента увеличивается и отображает комбинированное изменение и систолической и диастолической функции (рис. 4, 5).

У донора при сниженной преднагрузке и повышенной постнагрузке повышается резистентность сосудов для сохранения систолической функции, в том числе и в сосудах плаценты, что отражается в увеличении пульсационного индекса в артериях пуповины, или «0» диастолическим компонентом или реверсивным потоком (рис. 6). Данный процесса обеспечивает сохранение сердечной функции.

Функциональные изменения у донора — это «мягкая» гипертрофия желудочков, увеличение

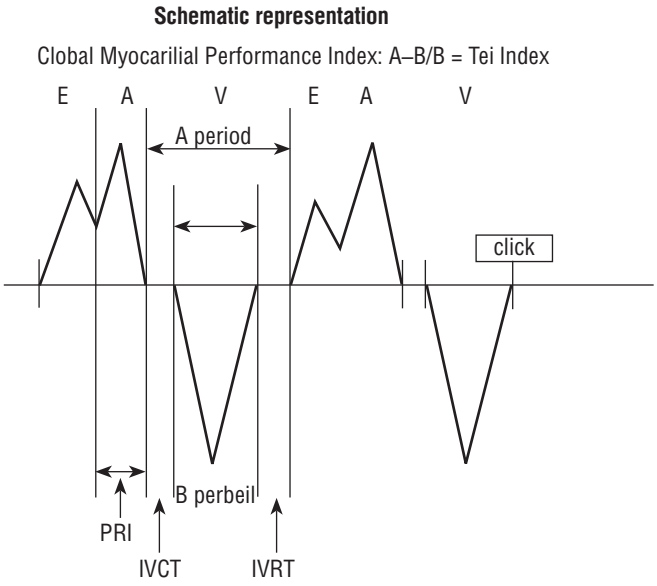


Рис. 5. Схема ИПМ

жесткости сосудов. В некоторых исследованиях, описываются случаи приобретенного порока сердца коарктации аорты, но на сегодняшний день нет достаточных данных, является ли этот процесс приобретенным или врожденным, так как в большинстве случаев такой диагноз устанавливается во втором триместре.

Функциональная обструкция выходного тракта правого желудочка развивается в следствии гипертрофии миокарда и снижения его функции, высо-

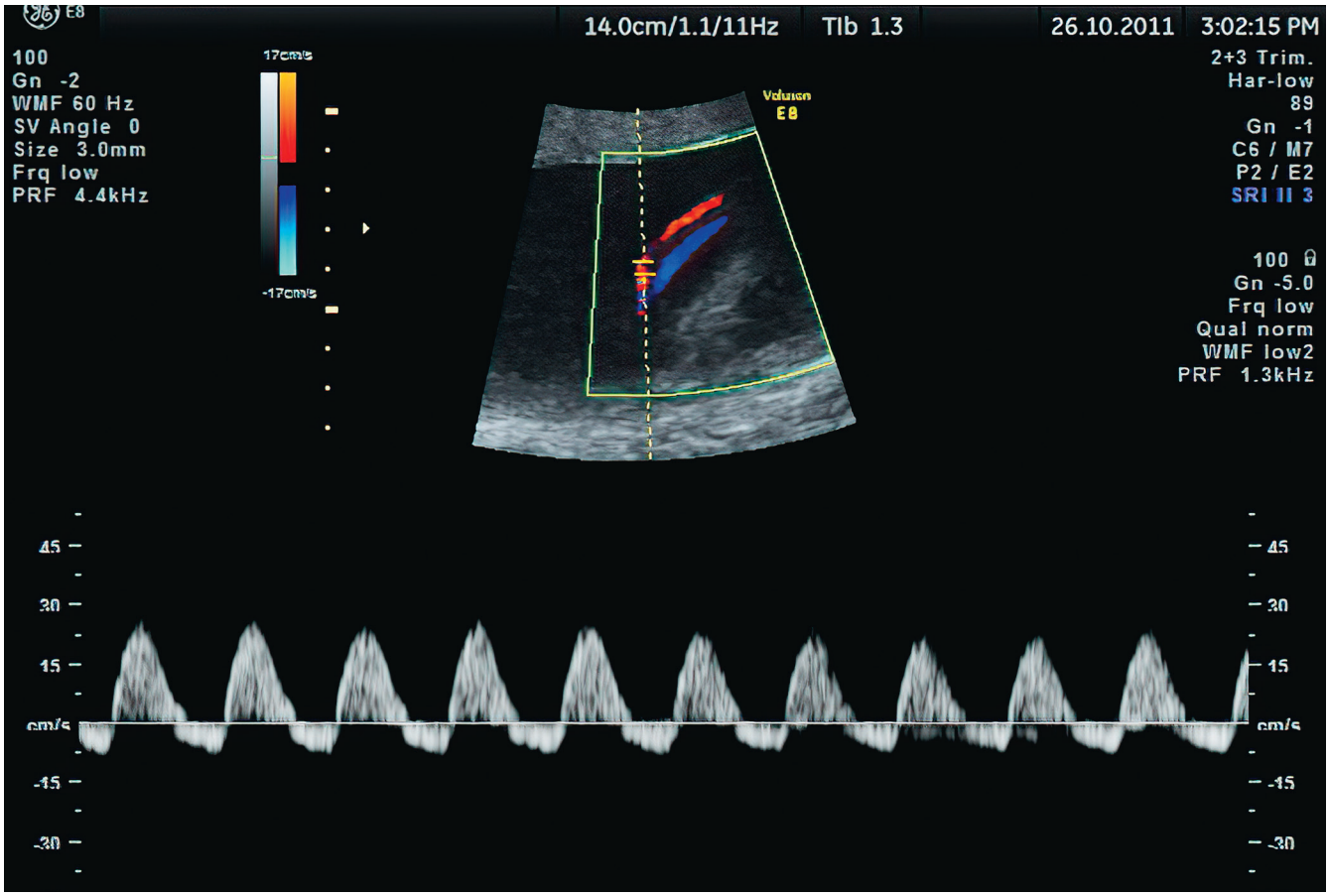


Рис. 6. Реверс в артерии пуповины

кого давления, тяжелой недостаточности трикуспидального и митрального клапанов, и неспособности правого желудочка сгенерировать открытие пульмонального клапана.

Аномалия трикуспидального клапана. При ФФТС трикуспидальный клапан вовлекается в патологический процесс и предполагается, что после проведения лазерной коагуляции он должен восстановиться. Однако данное нарушение может и сохранятся. В настоящее время нет окончательных данных, является эта аномалия «первичной» врожденной или «вторичной» вследствие ФФТС.

Цель лазерной фотокоагуляции заключается в разделении гемодинамик двух плодов «дихоринизация», прекращении внутриутробной трансфузии, стимуляции миокарда вазоактивными медиаторами донора и, как следствие, регрессирование сердечно-сосудистых изменений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 20% случаев ФФТС у реципиента определяется врожденно-приобретенный порок сердца (обструкция выходного тракта правого желудочка, атрезия, стеноз пульмонального и трикуспидального клапанов). Лазерная коагуляция при тяжелых стадиях ФФТС может разрешить заболевание, но не всегда эффективна в разрешении приобретенного порока сердца (обструкция выходного тракта правого желудочка, атрезия, стеноз пульмонального и трикуспидального клапанов). Лазерная коагуляция должна быть проведена до возникновения ухудшения со стороны сердечной функции.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Valsky D.V., Eixarch E., Martinez J.M., Crispi F., Gratacós E., editors. Selective intrauterine growth restriction in monochorionic twins: pathophysiology, diagnostic approach and management dilemmas. Seminars in Fetal and Neonatal Medicine; 2010: Elsevier.
2. Simpson L.L., Medicine SfM-F. Twin-twin transfusion syndrome. American Journal of Obstetrics and Gynecology. 2013; 208(1): 3–18.
3. Khalil A., Rodgers M., Baschat A., Bhide A., Gratacos E., Hecher K., et al. ISUOG Practice Guidelines: role of ultrasound in twin pregnancy. Перинатология и педиатрия. 2017; 1: 9–25.
4. Herberg U., Gross W., Bartmann P., Banek C.S., Hecher K., Breuer J. Long term cardiac follow up of severe twin to twin

transfusion syndrome after intrauterine laser coagulation. Heart. 2006; 92(1): 95–100.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов в отношении данной публикации.

Вклад авторов в подготовку публикации

Цибизова В.И., Первунина Т.М., Комличенко Е.В. — концепция и дизайн исследования; Цибизова В.И. Говоров И.Е. — обработка материала; Цибизова В.И., Аверкин И.И. — написание текста;

Цибизова В.И., Аверкин И.И. — редактирование текста.

Conflict of interests: The authors declare they have nothing to disclose regarding the funding or conflict of interests with respect to this manuscript.

Authors' contribution

V.I. Tsibizova, T.M. Pervunina, E.V. Komlichenko — conceptualization and design;

V.I. Tsibizova, I.I. Averkin, I.E. Govorov — primary data collection and processing;

V.I. Tsibizova, I.I. Averkin — drafting the manuscript;

V.I. Tsibizova, I.I. Averkin — text editing.

УДК 616.12-007.2-053.1-07-036-089.168.1-06

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ. 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ У НОВОРОЖДЕННОГО СО СЛОЖНОЙ ФОРМОЙ ТЕТРАДЫ ФАЛЛО

© Игорь Игоревич Аверкин[1], Евгений Викторович Грехов[1], Александр Камильевич Латыпов[1], Татьяна Михайловна Первунина[1], Эдуард Владимирович Комличенко[1], Елена Сергеевна Васичкина[1], Валентина Ивановна Цибизова[1], Виктория Михайловна Заверза1, Владимир Гивиевич Никифоров[1], Марина Леонидовна Латыпова[1], Татьяна Станиславовна Альхова[1], Юлия Викторовна Волкова[1], Иван Александрович Козырев[1], Андрей Николаевич Котин[1], Ксения Андреевна Чуева[1], Dian Carlo Di Renzo[2], A. Ricci[2], E. Biccari[2]

[1] Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова.
197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2
[2] DIFIC и Центр Перинатологии и Репродуктивной Медицины, Университет Перуджи, Италия
Piazza Fortebraccio 4, 06123 Perugia — Centralino Piazza dell'Università, 1, 06123 Perugia PG, Италия

Контактная информация: Игорь Игоревич Аверкин — врач-детский кардиолог. E-mail: averkin_ii@almazovcentre.ru

Резюме. На сегодняшний день мы встречаемся все с более широким применением 3D-печати в медицинской практике, вне зависимости от медицинского направления. Наиболее сложными группами пациентов для хирургического вмешательства являются плод (внутриутробно) и новорожденный с врожденными пороками сердца. Ведущими причинами этого являются широкая вариабельность комбинаций сопутствующих пороков развития с генетическими синдромами и низкая масса тела. Мы являемся свидетелями того, что с течением времени в дооперационном периоде объем различных современных методов исследования увеличивается, преследуя главную цель — улучшение непосредственных послеоперационных, а также отдаленных результатов. Так, в своей работе мы хотели продемонстрировать применение ультрасовременной методики 3D-печати у новорожденного с низкой массой тела, генетическим синдромом и сложным вариантом тетрады Фалло (с агенезией клапана легочной артерии). 3D-печать позволила более детально оценить анатомию порока и определить стратегию кардиохирургического лечения.

Ключевые слова: агенезия клапана легочной артерии, врожденный порок сердца, тетрада Фалло, 3D-печать, кардиохирургия.

CLINICAL CASE. 3D-MODELING OF A NEWBORN WITH A COMPLEX SHAPE OF THE FALLOT TETRAD

© Igor I. Averkin[1], Evgeny V. Grekhov[1], Alexander K. Latypov[1], Tatyana M. Pervunina[1], Eduard V. Komlichenko[1], Elena S. Vasichkina[1], Valentina I. Tsibizova[1], Victoria M. Zaverza[1], Vladimir G. Nikiforov[1], Marina L. Latypova[1], Tatyana S. Alkhova[1], Julia V. Volkova[1], Ivan A. Kozyrev[1], Andrei N. Kotin[1], Ksenia A. Chueva[1], Dian Carlo Di Renzo[2], A. Ricci[2], E. Biccari[2]

[1] V.A. Almazov National Medical Research Center. 197341, St. Petersburg, ul. Akkuratova, 2
[2] DIFIC and Center for Perinatology and Reproductive Medicine, University of Perugia, Italy.
Piazza Fortebraccio 4, 06123 Perugia — Centralino Piazza dell'Università, 1, 06123 Perugia PG, Italy

Contact information: Igor I. Averkin — pediatric cardiologist. E-mail: averkin_ii@almazovcentre.ru

Abstract. The application of the 3D-printing approach in medicine is currently becoming increasingly popular. The management of fetuses and newborns with congenital heart defects is often difficult, primarily due to the complexity of the anatomy. Here we report a newborn with a complex congenital malformation (absent pulmonary valve syndrome associated with tetralogy of Fallot), which

could be clinically interpreted in different ways. 3D-printing allowed to elucidate the exact anatomy more precisely and direct the cardiosurgeon to a definitive treatment.

Keywords: Absent pulmonary valve syndrome, congenital heart disease, tetralogy of Fallot, 3D-printing, cardiosurgery.

ВВЕДЕНИЕ

3D-печать является технологическим процессом, который позволяет под контролем цифровых технологий создавать объемную модель желаемого объекта, как правило из твердых материалов и наиболее часто — пластика. На сегодняшний день мы являемся свидетелями развития нового метода, который постепенно гармонично интегрируется в медицинскую практику, вне зависимости от медицинского направления. Особенно применим данный метод в тех областях, где требуется точное понимание сложной анатомии изучаемого объекта.

Тетрада Фалло (ТФ) с агенезией клапана легочной артерии является достаточно редкой мальформацией, что составляет примерно 3–6% в общей популяции пациентов с ТФ. В структуру порока входят несколько основных компонентов, таких как наличие измененного клапана легочной артерии, створки которого могут отсутствовать или быть рудиментарно измененными и различная степень гипоплазии кольца клапана [1–3]. В связи с развитием гемодинамических внутриутробных особенностей, ТФ с агенезией клапана легочной артерии достаточно часто ассоциируется с выраженной дилатацией ствола легочной артерии и ее ветвей [4]. Агенезия артериального протока является частью этого синдрома, что может служить ведущей причиной развития выраженного изменения сосудов легких с явлениями легочно-артериальной гипертензии [4]. Комбинация факторов риска в виде наличия генетической патологии, низкой массы тела, развития легочного дистресс-синдрома для стабилизации которого требуется проведение искусственной вентиляции легких (ИВЛ) в дооперационном периоде, могут приводить к периоперационной летальности свыше 60% [5, 6].

Во многих случаях точное отображение анатомических особенностей врожденного порока сердца до операции может являться достаточно сложной задачей. Таким образом, поиск дополнительных путей решения данной проблемы является приоритетным направлением клинической медицины, и в качестве одного из методов может быть 3D-сегментация, проектирование и печать. Данный метод позволяет воссоздавать физическую модель из полученной 2D-информации, точно отображая анатомию пациента. Ряд публикаций демонстрируют высокую пользу 3D-печати для тщательного и точного анализа сложной анатомии порока, что влияет на принятие решения об оперативной тактике в дооперационном периоде [1].

Целью данного проекта являлась демонстрация нашего опыта применения 3D-печати для выбора тактики оперативного лечения у новорожденного с тетрадой Фалло и агенезией клапана легочной артерии.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

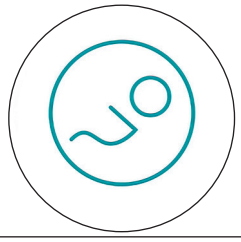
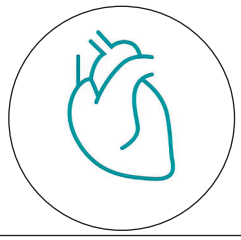
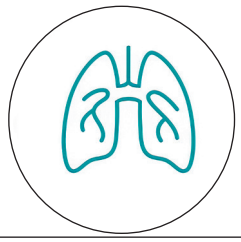
Ребенок от второй беременности, вторых родов. Матери ребенка 21 год, без документированных хронических заболеваний. Предыдущая беременность протекала без каких-либо особенностей. Данная беременность от близкородственного брака. Во время скринингового УЗ-исследования на втором триместре беременности (22-я гестационная неделя) был диагностирован врожденный порок сердца плода (тетрада Фалло). Ребенок родился в доношенном сроке с признаками задержки внутриутробного развития и весом 2420 г. Основные клинические проявления представлены в таблице 1.

На седьмой день жизни ребенок был отлучен от искусственной вентиляции легких и переведен на неинвазивную вспомогательную вентиляцию, без выраженных признаков дыхательной недостаточности. Ингаляция легочными вазодилататорами также была прекращена. По гемодинамическому статусу ребенок находился в относительно стабильном состоянии. В связи со стабильным соматическим статусом проведение кардиохирургического вмешательства решено было отложить, с целью набора веса и минимизации рисков периоперационных осложнений. Ребенок переведен в палату интенсивной терапии для дальнейшего наблюдения. В возрасте одного месяца и четырнадцати дней произошла манифестация картины дыхательной недостаточности (нарастание тахипноэ, уровня pCO_2 в капиллярной крови). На выполненном рентгенологическом снимке органов грудной клетки зафиксирован ателектаз верхней и средней долей правого легкого. Ребенок переведен в отделение неонатальной кардиореанимации, где налажена неинвазивная вентиляция легких с высоким давлением на выдохе. Два дня спустя дыхательная недостаточность нивелировалась.

В данном случае для создания виртуальной 3D-модели были взяты срезы, полученные при выполнении мультиспиральной компьютерной томографии сердца и магистральных сосудов, которые отражали

Таблица 1

Основные клинические проявления

Физикальное обследование 	Признаки синдрома DiGeorge (10–11% у пациентов с Тетрадой Фалло + отсутствие тимуса) Ранняя манифестация респираторного дистресс-синдрома после рождения, цианоз, признаки нарушения вентиляции в верхних и средних сегментах обоих легких. ИВЛ с высокой концентрацией O_2 по причине невозможности разрешения респираторного компромисса неинвазивными методами + ингаляция препаратами простагландинов
ЭКГ 	Перегрузка правых камер сердца с признаками гипертрофии правого желудочка
ТТЭХОКГ (рис. 1) 	Перимембранозный дефект межжелудочковой перегородки (6.7 mm), с двунаправленным потоком крови (преимущественно право-левый) Агенезия артериального протока Передне-верхнее смещение ствола легочной артерии с горизонтальным ее расположением, параллельно атрио-вентрикулярной борозде Умеренная гипоплазия фиброзного кольца легочной артерии (Z-3) Выраженная дилатация ствола легочной артерии (Z+6.5) Умеренная дилатация ствола правой легочной артерии (Z+3) Ствол и ветви левой легочной артерии не визуализировались
МСКТ сердца + бронхоскопия (рис. 2) 	Компрессия главного правого бронха и субокклюзия левого главного бронха дилатированным стволом легочной артерии. Выраженная дилатация ствола левой легочной артерии с признаками гипоплазии дистальных ее ветвей. Смещение трахеи с ее деформацией Исключена анатомия не разделившихся хрящевых колец бронхов. Уточнен характер бронхиальной компрессии

ИВЛ — искусственная вентиляция легких; ЭКГ — электрокардиография; ТТЭХОКГ — трансторакальная эхокардиография; МСКТ — мультиспиральная компьютерная томография.

отношение ствола легочной артерии к восходящей аорте и трахеи, анатомию и размеры ветвей легочной артерии, особенности выходного тракта правого желудочка к дефекту межжелудочковой перегородки. Для создания физической 3D-модели сердца был использован стереолитографический файл (.stl) и принтер (J750, Stratasys Inc., Rehovot, Israel). Виртуальная модель сердца и ее физическое отображение продемонстрированы на рисунке 3.

Оперативное вмешательство выполнено на втором месяце жизни с целью избежания развития трахео- и бронхомаляции. Ребенку выполнено формирование моностворчатого клапана и передне-задняя редукция диаметра ствола и ветвей легочной артерии. Первые два послеоперационных дня предполагали проведение реанимационного протокола по методике «открытой грудины». Со второго послеоперационного дня было начато энтеральное питание в трофическом объеме. Ребенок отлучен от ИВЛ на девятые послеоперационные сутки и переведен в палату интенсивной терапии на тринадцатый послеоперационный день. Послеоперационный период осложнился развитием суправентрикулярной тахикардии (~230–250 уд. в мин), которая купирована внутривенным введением антиаритмических препаратов с пероральной поддержкой Пропафеноном в лечебной дозировке.

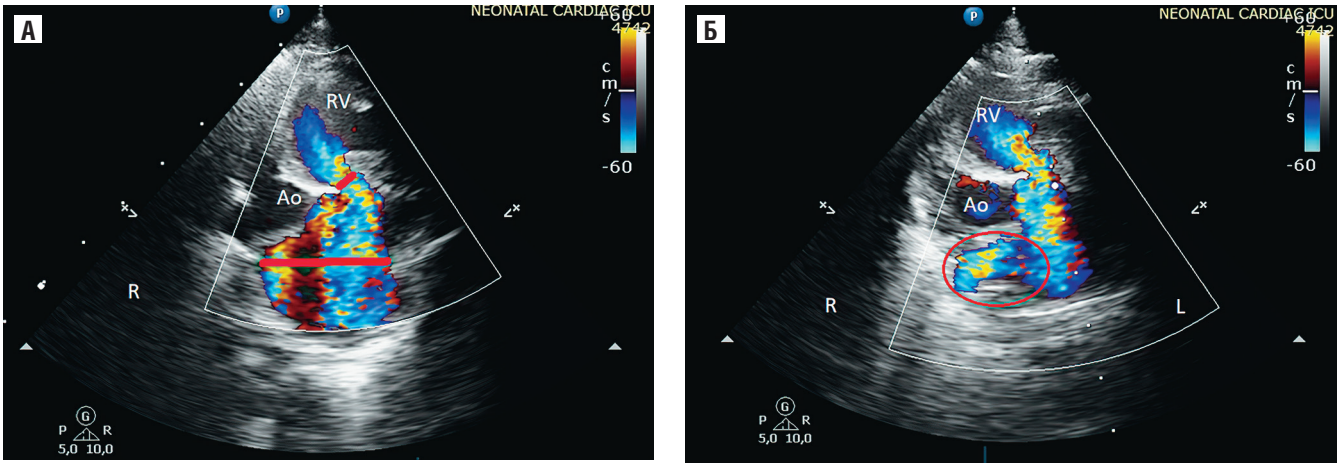


Рис. 1. ЭХОКГ-срезы по короткой оси из парастернальной позиции:
А — умеренная гипоплазия кольца пульмонального клапана с выраженной дилатацией главного ствола легочной артерии, без визуализации ствола левой легочной артерии; Б — дилатированный ствол правой легочной артерии

Послеоперационная эхокардиография демонстрировала хорошие контрактильные и диастолические свойства обоих желудочков, а также нормализацию размеров камер сердца. Размеры фиброзного кольца легочной артерии, общий ствол и правая ее ветвь были в нормальных значениях на ППТ. В дополнение к этому стоит отметить появление признаков антеградного потока крови через ветви левой легочной артерии, диаметр которых в динамике увеличился. Максимальная транспульмональная скорость потока составила 1,1 м/с с регургитацией 1,5 ст. Повторное мультиспиральное компьютерное исследование продемонстрировало восстановление анатомии и проходимости трахеобронхиального дерева на всех уровнях, нормализацию размеров легочной артерии и ее правой ветви. Ребенок выписан в поликлинику по м/ж под наблюдение кардиолога на двадцать первый послеоперационный день на синусовом ритме, в стабильном состоянии.

ДИСКУССИЯ

В своем сообщении мы описали сложный клинический случай, когда для принятия окончательного хирургического решения был применен новый метод 3D-моделирования, позволивший детально оценить сложность анатомии порока и сформировать окончательное мнение.

Одними из главных идей в лечении сложных врожденных пороков сердца является ранняя и точная диагностика, с определением сопутствующих аномалий и генетических синдромов. Все вышесказанное влияет на принятие решения хирургом по тактике и срокам лечения, что непосредственно сказывается на показателях летальности и заболеваемости в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах. В качестве примера мы выбрали случай тетрады Фалло с агенезией клапана легочной артерии, в котором собран ряд факторов риска, таких как низкая масса тела, наличие генетического синдрома, дыхательная недостаточность в дооперационном периоде требующая ИВЛ.

Наиболее сложным контингентом пациентов для ранней коррекции являются новорожденные. По мнению различных авторов, у данной категории пациентов наблюдалось более длительное пребывание в отделении реанимации, а также более высокие показатели летальности в отдаленном периоде [13]. Дети, имеющие респираторный дистресс-синдром в дооперационном периоде, также имели более высокую летальность и заболеваемость по сравнению с пациентами, не имеющими таких проявлений [14].

В нашем случае решением хирурга было выполнить комбинированное хирургическое вмешательство в виде редукции легочной артерии и ее ветвей с формированием моностворчатого клапана. Наиболее широко использующиеся методики для реконструкции выходного тракта правого желудочка представлены имплантацией гомографта в позицию легочной артерии или формирование моностворчатого клапана, а также выполнение трансаннулярной пластики [15]. Анализ результатов при сравнении различных хирургических методик не показал статистическую значимость в отдаленном периоде наблюдения [14, 16].

Показатели ближайших и отдаленных результатов крайне зависимы от времени постановки точного диагноза, поэтому в настоящее время предпочтительно проводить диагностику на ранних сроках внутриутробного периода. Новорожденные

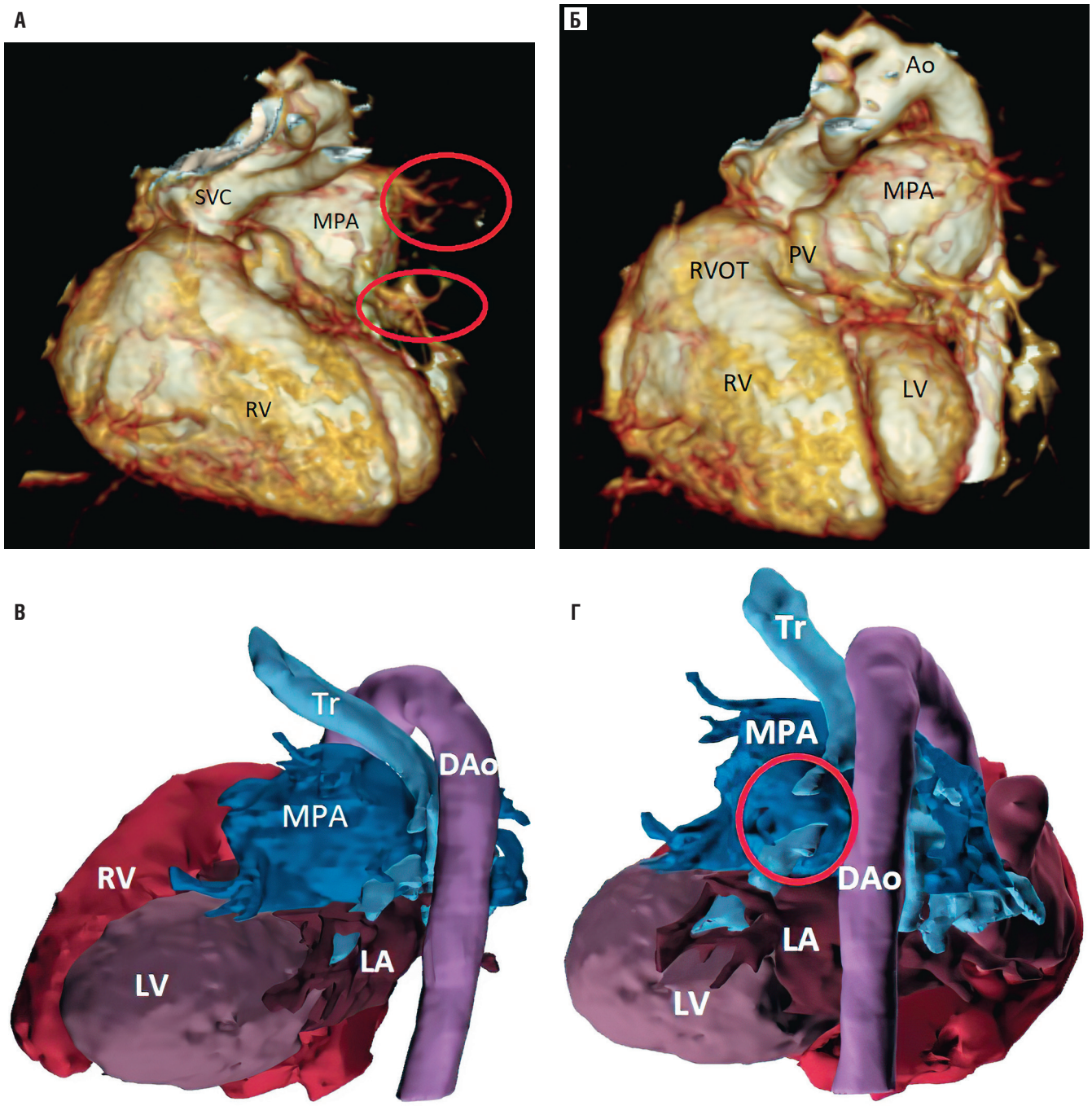


Рис. 2. МСКТ реконструкция:
А — выраженная гипоплазия периферических ветвей левой легочной артерии; Б — выраженная дилатация главного ствола легочной артерии; Г и Д — виртуальные 3D, отчетливо демонстрирующие заднее смещение трахеи с субокклюзией левого главного бронха; SVC — верхняя полая вена; MPA — главный ствол легочной артерии; RV — правый желудочек; RVOT — выходной тракт правого желудочка; LV — евый желудочек; Ao — орта; Tr — трахея; DAo — нисходящая аорта

с признаками компрессии дыхательных путей могут требовать ургентной респираторной поддержки, тогда как полная коррекция порока может являться лучшей опцией лечения.

Врожденный стеноз трахеобронхиального дерева является редкой патологией, при которой имеет место гипоплазия мембранозной части трахеи и частичное или полное смыкание хрящевых колец, в виду их не полного разделения, что приводит к узости просвета бронха. Такое патологическое состояние почти в 70% случаев встречается в комбинации с врожденными аномалиями сердца. В дооперационном периоде

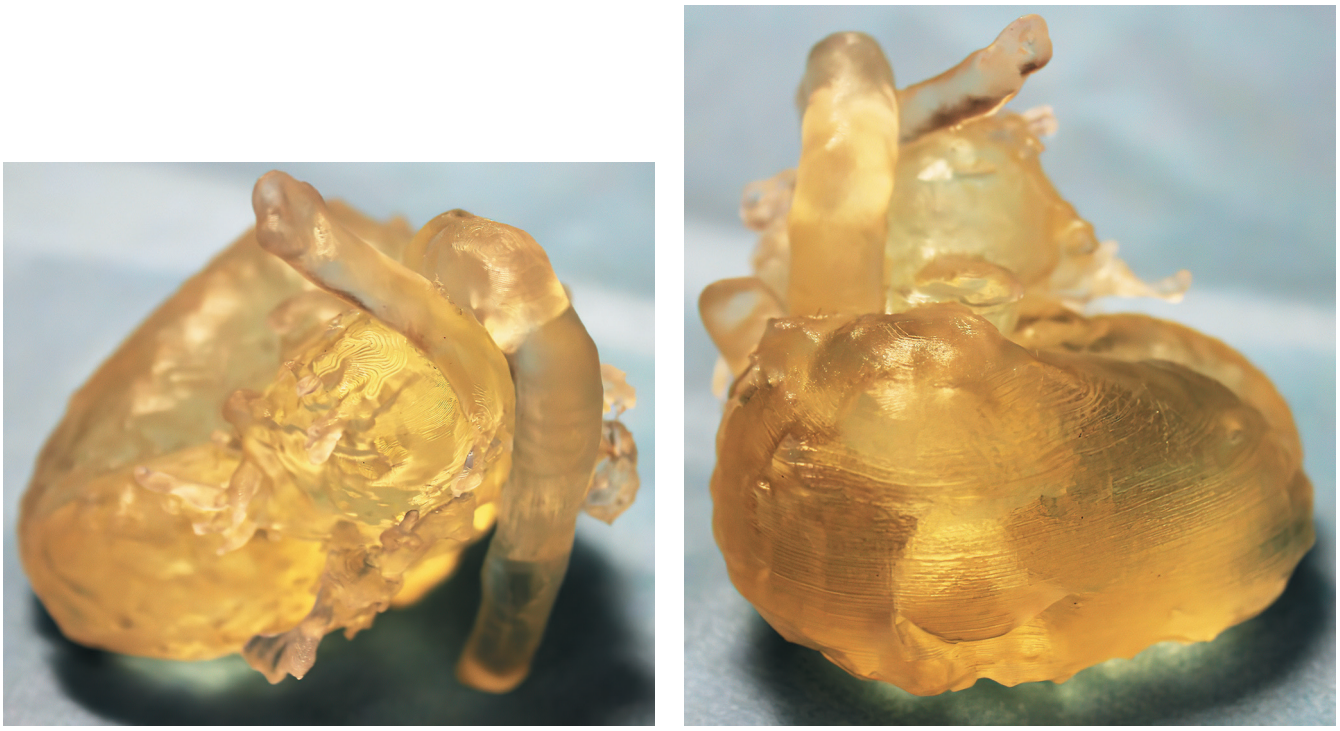


Рис. 3. Физическая 3D-модель (масштаб 1:1), детально демонстрирующая соотношение структур сердца и трахеобронхиального дерева

мы определили локализацию сужения бронхиального дерева с точным расчетом протяженности окклюзии левого главного бронха и оценкой расположения трахеи относительно аорты и пищевода.

Непосредственно после рождения у ребенка был произведен забор крови для FISH-диагностики на делецию 22q11, которая в последующем была подтверждена.

Создание виртуальной и физической 3D-модели сердца в комбинации с бронхоскопией, эхокардиографией и МСКТ позволило нам более широко взглянуть на проблему такого порока и выбрать приемлемую тактику ведения. Дополнительно, был решен вопрос о необходимости выполнения симультанного вмешательства на трахеобронхиальном дереве и сердце, с целью предотвращения развития трахео- или бронхомаляции. Во-вторых, полученные модели сердца позволили в полной мере понять анатомию левой легочной артерии и ее периферических ветвей. После создания 3D-моделей стало очевидно, что ветвь левой легочной артерии тотально дилатирована, а ее периферические ветви имеют выраженную гипоплазию.

В большинстве случаев 2D-эхокардиография является «золотым стандартом» в диагностике ВПС. В то же время 2D-диагностика сложных пороков не всегда в полной мере раскрывает весь масштаб патологической анатомии. Учитывая это, одним из способов решения такой задачи явился метод 3D-моделирования. Таким образом, беря во внимание сложность пространственного взаимоотношения, использование дополнительных диагностических опций может способствовать формированию точной хирургической стратегии. В своем случае мы создали физическую 3D-модель, эффективность которой была доказана в раннее опубликованной международной литературе [7–9].

Применение 3D-печати набирает чрезвычайную популярность и главной целью является максимальное отображение нюансов анатомии сложных пороков сердца в предоперационном периоде с возможностью моделирования оперативной техники in situ [10, 11]. Стоит отметить, что создание трехмерных моделей путем преобразования изображений находит свое применение и для модернизации визуализации, а также в образовательной деятельности [12].

В своем клиническом случае мы продемонстрировали применение метода 3D-моделирования у пациента со сложным врожденным пороком сердца, что в итоге положительным образом повлияло на окончательный исход лечения.

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCE

1. Chevers N. Recherches sur les maladies de l’artère pulmonaire. Arch Gen Med. 1847; 15: 488–508.

2. Miller R.A., Lev M., Paul M. H. Congenital absence of the pulmonary valve. The clinical syndrome of tetralogy of Fallot with pulmonary regurgitation. Circulation. 1962; 26(2): 266–78.
3. Rao P.S., Lawrie G. M. Absent pulmonary valve syndrome. Surgical correction with pulmonary arterioplasty. Br Heart J. 1983; 50(6): 586–9.
4. Momma K., Kondo C., Matsuoka R. Tetralogy of Fallot with pulmonary atresia associated with chromosome 22q11 deletion. J Am Coll Cardiol. 1996; 27(1): 198–202.
5. Becker R., Schmitz L., Guschmann M., et al. Prenatal diagnosis of familial absent pulmonary valve syndrome: case report and review of the literature. Ultrasound Obstet Gynecol. 2001; 17(3): 263–7.
6. Zucker N., Rozin I., Levitas A., et al. Clinical presentation, natural history, and outcome of patients with the absent pulmonary valve syndrome. Cardiol Young. 2004; 14(4): 402–8.
7. Cui J., Chen L., Guan X., et al. Surgical planning, three-dimensional model surgery and preshaped implants in treatment of bilateral craniomaxillofacial post-traumatic deformities. J Oral Maxillofac Surg. 2014; 72(6): 1138 e1–14.
8. Farooqi K.M., Gonzalez-Lengua C., Shenoy R., et al. Use of a Three Dimensional Printed Cardiac Model to Assess Suitability for Biventricular Repair. World J Pediatr Congenit Heart Surg. 2016; 7(3): 414–6.
9. Sodian R., Weber S., Markert M., et al. Stereolithographic models for surgical planning in congenital heart surgery. Ann Thorac Surg. 2007; 83(5): 1854–7.
10. Paula Pinho Matos A., Teixeira Castro P., de Barros Duarte L., et al. Prenatal diagnosis of cervical masses by magnetic resonance imaging and 3D virtual models: perinatal and long-term follow-up outcomes. J Matern Fetal Neonatal Med. 2018; 20: 1–9.
11. Werner H., Lopes J., Tonni G., et al. Maternal-fetal attachment in blind women using physical model from three-dimensional ultrasound and magnetic resonance scan data: six serious cases. J Matern Fetal Neonatal Med. 2016. 2016/07/17; 29(14): 2229–32.
12. Giannopoulos A.A., Mitsouras D., Yoo S. J., et al. Applications of 3D printing in cardiovascular diseases. Nat Rev Cardiol. 2016; 13(12): 701–18.
13. Talwar S. et al. Indian Heart Journal. 2017; 69: 767–71.
14. Hu R. et al. Inter CardioVascular and Thoracic Surg. 2013; 16: 792–6.
15. Matthew S. et al Ann Thorac Surg 2014; Sachin Talwar et al IHJ 2017.
16. Yong E. T. Ann Thorac Surg 2014; 97: 1671–7.

УШЕЛ ИЗ ЖИЗНИ ВИКТОР ГРИГОРЬЕВИЧ МАЗУР

VIKTOR GRIGORYEVICH MAZUR DIED

17 июля 2020 года после тяжёлой продолжительной болезни скончался профессор кафедры современных методов диагностики и радиолучевой терапии Виктор Григорьевич Мазур.

Виктор Григорьевич возглавлял кафедру четверть века — в сложнейший в её истории период с 1996 по 2019 годы. Несмотря на общий упадок в науке вообще и медицине в частности, вызванный распадом Советского Союза, и в это время на кафедре велась сложная и важная комплексная научная работа. Даже в те четыре года, когда статус кафедры был понижен до курса, усилиями прежде всего заведующего был сохранён преподавательский состав, а в 2015 году статус кафедры был восстановлен.

Несмотря на состояние здоровья Виктор Григорьевич до конца отдавал себя делу своей жизни. И даже когда был вынужден оставить руководство кафедрой, он продолжал преподавать.

Про учёных принято говорить: «его заслуги перед наукой неоценимы». Все мы, тем не менее, понимаем, что если заслуги не признаны научным сообществом, то говорить о человеке, как об учёном, бессмысленно. К Виктору Григорьевичу это, безусловно, не относится — доктор медицинских наук, профессор, главный детский рентгенолог Санкт-Петербурга, член Ученых советов Санкт-Петербургского педиатрического медицинского университета и Военно-Медицинской академии им. С.М. Кирова, член президиума правления Санкт-Петербургского радиологического общества. Его вклад в науку запечатлён во множестве монографий, коллективных работ и статей.

Коллектив кафедры современных методов диагностики и радиолучевой терапии скорбит об этой утрате вместе со всеми, кому дорог был Виктор Григорьевич Мазур и сделает всё от него зависящее, чтобы память об этом замечательном учёном и человеке передавалась из потока студентов-рентгенологов в поток.

Заведующий кафедрой современных
методов диагностики и радиолучевой терапии,
профессор В.В. Рязанов

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Утв. приказом и.о. ректора
ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздарва России от 23.06.16

НАСТОЯЩИЕ ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЯВЛЯЮТСЯ ИЗДАТЕЛЬСКИМ ДОГОВОРОМ

Условия настоящего Договора (далее «Договор») являются публичной офертой в соответствии с п. 2 ст. 437 Гражданского кодекса Российской Федерации. Данный Договор определяет взаимоотношения между редакцией журнала «**Visualization in medicine**» (далее по тексту «Журнал»), зарегистрированного Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных техноолгий и массовых коммуникаций, свидетельство: ПИ № ФС77-74241 от 02 ноября 2018 г., именуемой в дальнейшем «Редакция» и являющейся структурным подразделением ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России, и автором и/или авторским коллективом (или иным правообладателем), именуемым в дальнейшем «Автор», принявшим публичное предложение (оферту) о заключении Договора.

Автор передает Редакции для издания авторский оригинал или рукопись. Указанный авторский оригинал должен соответствовать требованиям, указанным в разделах «Представление рукописи в журнал», «Оформление рукописи». При рассмотрении полученных авторских материалов Журнал руководствуется «Едиными требованиями к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы» (Intern. committee of medical journal editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals // Ann. Intern. Med. 1997; 126: 36–47).

В Журнале печатаются ранее не опубликованные работы по профилю Журнала.

Журнал не рассматривает работы, результаты которых по большей части уже были опубликованы или описаны в статьях, представленных или принятых для публикации в другие печатные или электронные средства массовой информации. Представляя статью, автор всегда должен ставить редакцию в известность обо всех направлениях этой статьи в печать и о предыдущих публикациях, которые могут рассматриваться как множественные или дублирующие публикации той же самой или очень близкой работы. Автор должен уведомить редакцию о том, содержит ли статья уже опубликованные материалы и предоставить ссылки на предыдущую, чтобы дать редакции возможность принять решение, как поступить в данной ситуации. Не принимаются к печати статьи, представляющие собой отдельные этапы незавершенных исследований, а также статьи с нарушением «Правил и норм гуманного обращения с биообъектами исследований».

Размещение публикаций возможно только после получения положительной рецензии.

Все статьи, в том числе статьи аспирантов и докторантов, публикуются бесплатно.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РУКОПИСИ В ЖУРНАЛ

Авторский оригинал принимает редакция. Подписанная Автором рукопись должна быть отправлена в адрес редакции по электронной почте на адрес lt2007@inbox.ru. Автор должен отправить конечную версию рукописи и дать файлу название, состоящее из фамилии первого автора и первых 2–3 сокращенных слов из названия статьи.

СОПРОВОДИТЕЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

К авторскому оригиналу необходимо приложить экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати (бланк можно запросить по адресу lt2007@inbox.ru).

Рукопись считается поступившей в Редакцию, если она представлена комплектно и оформлена в соответствии с описанными требованиями. Предварительное рассмотрение рукописи, не заказанной Редакцией, не является фактом заключения между сторонами издательского Договора.

При представлении рукописи в Журнал Авторы несут ответственность за раскрытие своих финансовых и других конфликтных интересов, способных оказать влияние на их работу. В рукописи должны быть упомянуты все лица и организации,

оказавшие финансовую поддержку (в виде грантов, оборудования, лекарств или всего этого вместе), а также другое финансовое или личное участие.

АВТОРСКОЕ ПРАВО

Редакция отбирает, готовит к публикации и публикует переданные Авторами материалы. Авторское право на конкретную статью принадлежит авторам статьи. Авторский гонорар за публикации статей в Журнале не выплачивается. Автор передает, а Редакция принимает авторские материалы на следующих условиях:

1) Редакции передается право на оформление, издание, передачу Журнала с опубликованным материалом Автора для целей реферирования статей из него в Реферативном журнале ВИНИТИ, РНИЦ и базах данных, распространение Журнала/авторских материалов в печатных и электронных изданиях, включая размещение на выбранных либо созданных Редакцией сайтах в сети Интернет в целях доступа к публикации в интерактивном режиме любого заинтересованного лица из любого места и в любое время, а также на распространение Журнала с опубликованным материалом Автора по подписке;
2) территория, на которой разрешается использовать авторский материал, — Российская Федерация и сеть Интернет;
3) срок действия Договора — 5 лет. По истечении указанного срока Редакция оставляет за собой, а Автор подтверждает бессрочное право Редакции на продолжение размещения авторского материала в сети Интернет;
4) Редакция вправе по своему усмотрению без каких-либо согласований с Автором заключать договоры и соглашения с третьими лицами, направленные на дополнительные меры по защите авторских и издательских прав;
5) Автор гарантирует, что использование Редакцией предоставленного им по настоящему Договору авторского материала не нарушит прав третьих лиц;
6) Автор оставляет за собой право использовать предоставленный по настоящему Договору авторский материал самостоятельно, передавать права на него по договору третьим лицам, если это не противоречит настоящему Договору;
7) Редакция предоставляет Автору возможность безвозмездного получения справки с электронными адресами его официальной публикации в сети Интернет;
8) при перепечатке статьи или ее части ссылка на первую публикацию в Журнале обязательна.

ПОРЯДОК ЗАКЛЮЧЕНИЯ ДОГОВОРА И ИЗМЕНЕНИЯ ЕГО УСЛОВИЙ

Заключением Договора со стороны Редакции является опубликование рукописи данного Автора в журнале «**Visualization in medicine**» и размещение его текста в сети Интернет. Заключением Договора со стороны Автора, т. е. полным и безоговорочным принятием Автором условий Договора, является передача Автором рукописи и экспертного заключения.

ОФОРМЛЕНИЕ РУКОПИСИ

Статья должна иметь

(НА РУССКОМ И АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКАХ):

1. Заглавие (Title) должно быть кратким (не более 120 знаков), точно отражающим содержание статьи.

2. Сведения об авторах (публикуются). Для каждого автора указываются: фамилия, имя и отчество, место работы, почтовый адрес места работы, e-mail. Фамилии авторов рекомендуется транслитерировать так же, как в предыдущих публикациях или по системе BGN (Board of Geographic Names), см. сайт http://www.translit.ru.

2. Резюме (Summary) (1500–2000 знаков, или 200–250 слов) помещают перед текстом статьи. Резюме не требуется при публикации рецензий, отчетов о конференциях, информационных писем.

Авторское резюме к статье является основным источником информации в отечественных и зарубежных информационных системах и базах данных, индексирующих журнал. Резюме доступно на сайте журнала «**Visualization in medicine**» и индексируется сетевыми поисковыми системами. Из аннотации должна быть понятна суть исследования, нужно ли обращаться к полному тексту статьи для получения более подробной, интересующей его информации. Резюме должно излагать только существенные факты работы.

Рекомендуемая структура как аннотации, так и самой статьи IMRAD (для оригинальных исследований структура обязательна): введение (Introduction), материалы и методы (Materials and methods), результаты (Results), обсуждение (Biscussion), выводы (Conclusion). Предмет, тему, цель работы нужно указывать, если они не ясны из заглавия статьи; метод или методологию проведения работы целесообразно описывать, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы. Объем текста авторского резюме определяется содержанием публикации (объемом сведений, их научной ценностью и/или практическим значе-

нием) и должен быть в пределах 200–250 слов (1500–2000 знаков).

3. Ключевые слова (Key words) от 3 до 10 ключевых слов или словосочетаний, которые будут способствовать правильному перекрестному индексированию статьи, помещаются под резюме с подзаголовком «ключевые слова». Используйте термины из списка медицинских предметных заголовков (Medical Subject Headings), приведенного в Index Medicus (если в этом списке еще отсутствуют подходящие обозначения для недавно введенных терминов, подберите наиболее близкие из имеющихся). Ключевые слова разделяются точкой с запятой.

4. Литература (References). Список литературы должен представлять полное библиографическое описание цитируемых работ в соответствии с NLM (National Library of Medicine) Author A. A., Author B. B., Author C. C. Title of article. Title of Journal. 2005;10(2):49–53. Фамилии и инициалы авторов в пристатейном списке приводятся в порядке упоминания. В описании указываются ВСЕ авторы публикации. Библиографические ссылки в тексте статьи даются цифрой в квадратных скобках. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Книга: Автор(ы) название книги (знак точка) место издания (двоеточие) название издательства (знак точка с запятой) год издания.

Если в качестве автора книги выступает редактор, то после фамилии следует ред.

Преображенский Б. С., Темкин Я. С., Лихачев А. Г. Болезни уха, горла и носа. М.: Медицина; 1968.

Радзинский В. Е., ред. Перинеология: учебное пособие. М.: РУДН; 2008.

Brandenburg J. H., Ponti G. S., Worring A. F. eds. Vocal cord injection with autogenous fat. 3 rd ed. NY: Mosby; 1998.

Глава из книги: Автор (ы) название главы (знак точка) В кн.: или In: далее описание книги [Автор (ы) название книги (знак точка) место издания (двоеточие) название издательства (знак точка с запятой) год издания] (двоеточие) стр. от и до.

Коробков Г. А. Темп речи. В кн.: Современные проблемы физиологии и патологии речи: сб. тр. Т. 23. М.; 1989: 107–11.

Статья из журнала

Автор (ы) название статьи (знак точка) название журнала (знак точка) год издания (знак точка с запятой) том (если есть в круглых скобках номер журнала) затем знак (двоеточие) страницы от и до.

Кирющенков А. П., Совчи М. Г., Иванова П. С. Поликистозные яичники. Акушерство и гинекология. 1994; N 1: 11–4.

Brandenburg J. H., Ponti G. S., Worring A. F. Vocal cord injection with autogenous fat: a long-term magnetic resona. Laryngoscope. 1996; l06 (2, pt l): 174–80.

Тезисы докладов, материалы научных конф.

Бабий А. И., Левашов М. М. Новый алгоритм нахождения кульминации экспериментального нистагма (миниметрия). III съезд оториноларингологов Респ. Беларусь: тез. докл. Минск; 1992: 68–70.

Салов И. А., Маринушкин Д. Н. Акушерская тактика при внутриутробной гибели плода. В кн.: Материалы IV Российского форума «Мать и дитя». М.; 2000; ч. 1: 516–9.

Авторефераты

Петров С. М. Время реакции и слуховая адаптация в норме и при периферических поражениях слуха. Автореф. дис… канд. мед. наук. СПб.; 1993.

Описание Интернет-ресурса

Щеглов И. Насколько велика роль микрофлоры в биологии вида-хозяина? Живые системы: научный электронный журнал. Доступен по: http://www.biorf.ru/catalog.aspx?cat_id=396&d_no=3576 (дата обращения 02.07.2012).

Kealy M. A., Small R. E., Liamputtong P. Recovery after caesarean birth: a qualitative study of women's accounts in Victoria, Australia. BMC Pregnancy and Childbirth. 2010. Available at: http://www.biomedcentral.com/1471–2393/10/47/. (accessed 11.09.2013)

Для всех статей, имеющих DOI, индекс необходимо указывать в конце библиографического описания.

По новым правилам, учитывающим требования международных систем цитирования, библиографические списки (References) входят в англоязычный блок статьи и, соответственно, должны даваться не только на языке оригинала, но и в латинице (романским алфавитом). Поэтому авторы статей должны давать список литературы в двух вариантах: один на языке оригинала (русскоязычные источники кириллицей, англоязычные латиницей), как было принято ранее, и отдельным блоком тот же список литературы (References) в романском алфавите для Scopus и других международных баз данных, повторяя в нем все источники литературы, независимо от того, имеются ли среди них иностранные. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в списке, готовящемся в романском алфавите.

В романском алфавите для русскоязычных источников требуется следующая структура библиографической ссылки: автор(ы) (транслитерация), перевод названия книги или статьи на

английский язык, название источника (транслитерация), выходные данные в цифровом формате, указание на язык статьи в скобках (in Russian).

Технология подготовки ссылок с использованием системы автоматической транслитерации и переводчика.

На сайте http://www.translit.ru можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу. Программа очень простая.

1. Входим в программу Translit.ru. В окошке «варианты» выбираем систему транслитерации BGN (Board of Geographic Names). Вставляем в специальное поле весь текст библиографии на русском языке и нажимаем кнопку «в транслит».
2. Копируем транслитерированный текст в готовящийся список References.
3. Переводим с помощью автоматического переводчика название книги, статьи, постановления и т.д. на английский язык, переносим его в готовящийся список. Перевод, безусловно, требует редактирования, поэтому данную часть необходимо готовить человеку, понимающему английский язык.
4. Объединяем описания в соответствии с принятыми правилами и редактируем список.
5. В конце ссылки в круглых скобках указывается (in Russian). Ссылка готова.

Примеры транслитерации русскоязычных источников литературы для англоязычного блока статьи

Книга: Avtor (y) Nazvanie knigi (znak tochka) [The title of the book in english] (znak tochka) Mesto izdaniya (dvoetochie) Nazvanie izdatel'stva (znak tochka s zapyatoy) god izdaniya.

Preobrazhenskiy B. S., Temkin Ya. S., Likhachev A. G. Bolezni ukha, gorla i nosa. [Diseases of the ear, nose and throat]. M.: Meditsina; 1968. (in Russian).

Radzinskiy V. E., ed. Perioneologiya: uchebnoe posobie. [Perineology tutorial]. M.: RUDN; 2008. (in Russian).

Глава из книги: Avtor (y) Nazvanie glavy (znak tochka) [The title of the article in english] (znak tochka) In: Avtor (y) Nazvanie knigi (znak tochka) Mesto izdaniya (dvoetochie) Nazvanie izdatel'stva (znak tochka s zapyatoy) god izdaniya]. (dvoetochie) stranisi ot i do.

Korobkov G. A. Temp rechi. [Rate of speech]. V kn.: Sovremennye problemy fiziologii i patologii rechi: sb. tr. T. 23. M.; 1989: 107–11. (in Russian).

Статья из журнала: Avtor (y) Nazvanie stat'I (znak tochka) [The title of the article in english] (znak tochka) Nazvanie zhurnala (znak tochka) god izdaniya (znak tochka s zapyatoy) tom (esli est' v kruglykh skobkakh nomer zhurnala) zatem (znak dvoetochie) stranitsy ot i do.

Kiryushchenkov A. P., Sovchi M. G., Ivanova P. S. Polikistoznye yaichniki. [Polycystic ovary]. Akusherstvo i ginekologiya. 1994; N 1: 11–4. (in Russian).

Тезисы докладов, материалы научных конф.

Babiy A. I., Levashov M. M. Novyy algoritm nakhozhdeniya kul'minatsii eksperimental'nogo nistagma (minimetriya). [New algorithm of finding of the culmination experimental nystagmus (minimetriya)]. III s'ezd otorinolaringologov Resp. Belarus': tez. dokl. Minsk; 1992: 68–70. (in Russian).

Salov I. A., Marinushkin D. N. Akusherskaya taktika pri vnutriutrobnoy gibeli ploda. [Obstetric tactics in intrauterine fetal death]. V kn.: Materialy IV Rossiyskogo foruma «Mat' i ditya». M.; 2000; ch.1:516–9. (in Russian).

Авторефераты

Petrov S. M. Vremya reaktsii i slukhovaya adaptatsiya v norme i pri perifericheskikh porazheniyakh slukha. [Time of reaction and acoustical adaptation in norm and at peripheral defeats of hearing]. PhD thesis. SPb.; 1993. (in Russian).

Описание Интернет-ресурса

Shcheglov I. Naskol'ko velika rol' mikroflory v biologii vida-khozyaina? [How great is the microflora role in type-owner biology?]. Zhivye sistemy: nauchnyy elektronnyy zhurnal. Available at: http://www.biorf.ru/catalog.aspx?cat_id=396&d_no=3576 (accessed 02.07.2012). (in Russian).

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ПРАВИЛЬНОСТЬ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ НЕСЕТ АВТОР.

Остальные материалы предоставляются либо на русском, либо на английском языке, либо на обоих языках по желанию.

Структура основного текста статьи.

Введение, изложение основного материала, заключение, литература. Для оригинальных исследований — введение, методика, результаты исследования, обсуждение результатов, литература (IMRAD).

В разделе «методика» обязательно указываются сведения о статистической обработке экспериментального или клинического материала. Единицы измерения даются в соответствии с Международной системой единиц — СИ. Фамилии иностранных авторов, цитируемые в тексте рукописи, приводятся в оригинальной транскрипции.

Объем рукописей.

Объем рукописи обзора не должен превышать 25 стр. машинописного текста через два интервала, 12 кеглем (включая таблицы, список литературы, подписи к рисункам и резюме на английском

языке), поля не менее 25 мм. Нумеруйте страницы последовательно, начиная с титульной. Объем рукописи статьи экспериментального характера не должен превышать 15 стр. машинописного текста; кратких сообщений (писем в редакцию) — 7 стр.; отчетов о конференциях — 3 стр.; рецензий на книги — 3 стр. Используйте колонтитул — сокращенный заголовок и нумерацию страниц, для помещения вверху или внизу всех страниц статьи.

Иллюстрации и таблицы. Число рисунков рекомендуется не более 5. В подписях под рисунками должны быть сделаны объяснения значений всех кривых, букв, цифр и прочих условных обозначений. Все графы в таблицах должны иметь заголовки. Повторять одни и те же данные в тексте, на рисунках и в таблицах не следует. Рисунки, схемы, фотографии должны быть представлены в расчете на печать в черно-белом виде или уровнями серого в точечных форматах tif, bmp (300–600 dpi), или в векторных форматах pdf, ai, eps, cdr. При оформлении графических материалов учитывайте размеры печатного поля Журнала (ширина иллюстрации в одну колонку — 90 мм, в 2 — 180 мм). Масштаб 1:1.

РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ

Статьи, поступившие в редакцию, обязательно рецензируются. Если у рецензента возникают вопросы, то статья с комментариями рецензента возвращается Автору. Датой поступления статьи считается дата получения Редакцией окончательного варианта статьи. Редакция оставляет за собой право внесения редакторских изменений в текст, не искажающих смысла статьи (литературная и технологическая правка).

АВТОРСКИЕ ЭКЗЕМПЛЯРЫ ЖУРНАЛА

Редакция обязуется выдать Автору 1 экземпляр Журнала с опубликованной рукописью. Авторы, проживающие в Санкт-Петербурге, получают авторский экземпляр Журнала непосредственно в Редакции. Иногородним Авторам авторский экземпляр Журнала высылается на адрес автора по запросу от автора.

АДРЕС РЕДАКЦИИ

194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., 2
e-mail: lt2007@inbox.ru. Сайт журнала: http://ojs3.gpmu.org/index.php/visual-med.