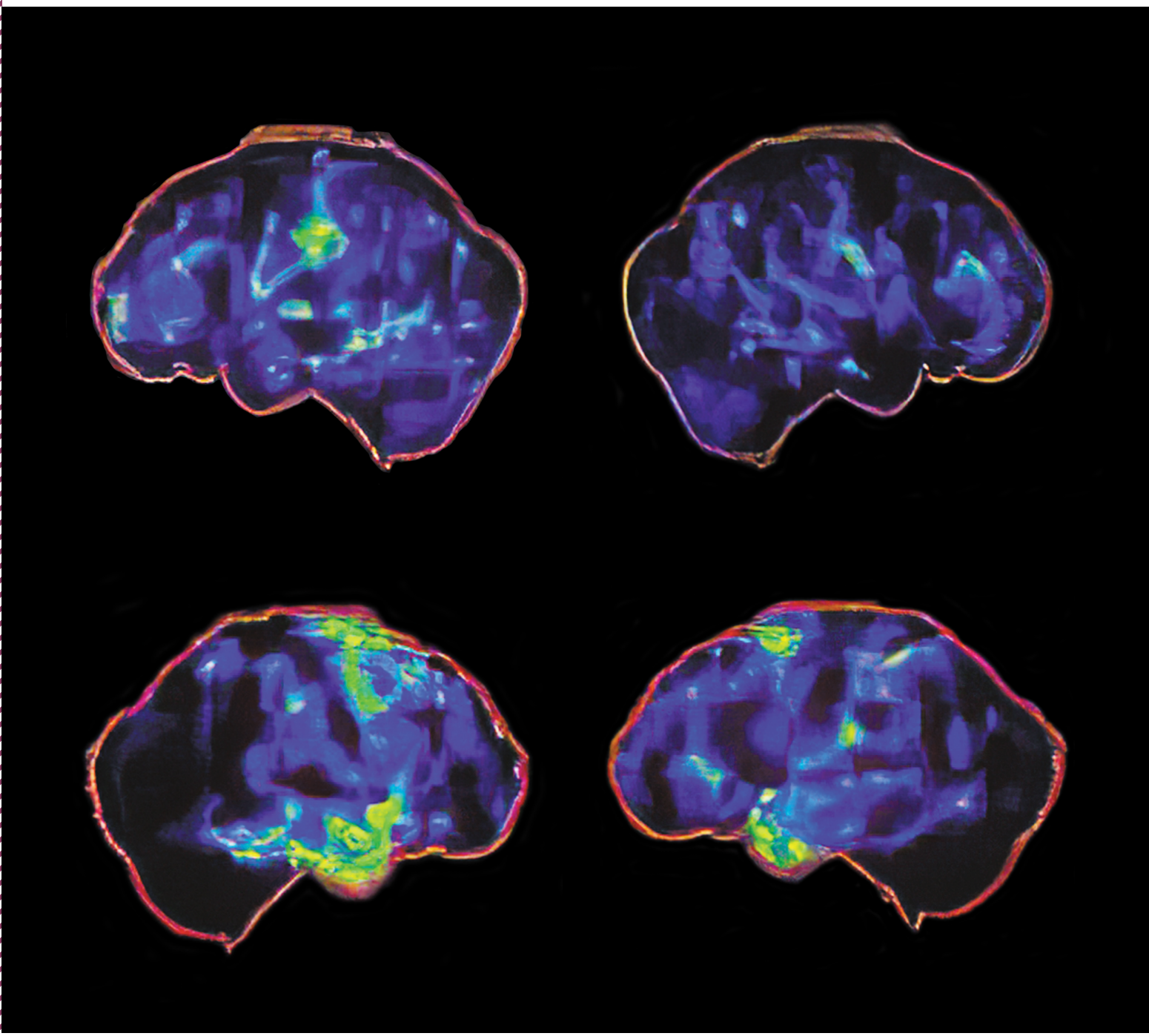
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ

2020, ТОМ 2, № 3 НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ ВРАЧЕЙ



2020, VOLUME 2, № 3 SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL FOR DOCTORS

VISUALIZATION IN MEDICINE

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ

2020, ТОМ 2, № 3 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. 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 490.
Подписано в печать 29.10.2020.

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)
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)
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)
Пронин И.Н. (Москва)	**Pronin I.N.** (Moscow)
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)
Сперанская А.А. (Санкт-Петербург)	**Speranskaya A.A.** (Saint Petersburg)
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, № 3 SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL FOR DOCTORS

VISUALIZATION IN MEDICINE

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

❖ ОБЗОРЫ

Л.М. Макаров, Д.О. Иванов, А.В. Поздняков, А.А. Разинова, М.М. Гребенюк, О.Ф. Позднякова, Т.В. Мелашенко
Компьютерная визуализация результатов биомедицинских исследований 3

С.А. Пуйда, Е.В. Синельникова, В.С. Пуйда
Вопросы ультразвуковой визуализации правой дуги аорты в первом триместре (обзор литературы) 8

❖ ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Д.А. Лыюров, В.Г. Сварич, А.В. Поздняков
Оптимизация методики ранней диагностики острого гематогенного остеомиелита у детей 13

М.В. Артемов, А.А. Станжевский
Применение магнитной резонансной морфометрии и позитронной эмиссионной томографии в диагностике болезни Альцгеймера 22

В.А. Лысенков, А.В. Поздняков, Т.В. Габрусская, Е.В. Синельникова, О.Ф. Позднякова
Опыт применения магнитно-резонансной гидрографии у детей с воспалительными заболеваниями кишечника 28

❖ ИНФОРМАЦИЯ

Правила для авторов 36

❖ REVIEWS

L.M. Makarov, D.O. Ivanov, A.V. Pozdnyakov, A.A. Razinova, M.M. Grebenyuk, O.F. Pozdnyakova, T.V. Melashenko
Computer visualization of results biomedical research article title 3

S.A. Pujda, E.V. Sinelnikova, V.S. Pujda
Issues of ultrasound visualization of the right arch in the first trimester (literature review) 8

❖ ORIGINAL PAPERS

D.A. Lyurov, V.G. Svarich, A.V. Pozdnjakov
Optimization techniques for early diagnosis of acute gematogennogo osteomyelitis in children 13

M.V. Artemov, A.A. Stanzhevsky
Application of magnetic resonance morphometry and positronic emission tomography in diagnosis of illness of Alzheimer 22

V.A. Lysenkov, A.V. Pozdnyakov, T.V. Gabrusskaya E.V. Sinelnikova, O.F. Pozdnyakova
Experience in using magnetic resonance hydrography in children with inflammatory bowel diseases 28

❖ INFORMATION

Rules for authors 36

УДК 37.01+621.317+577.359+616-073.75+616-006.6-089+616-71+615.84+615.47+004.92

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ БИОМЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

© Леонид Михайлович Макаров[1], Дмитрий Олегович Иванов[2], Александр Владимирович Поздняков[2], Анна Андреевна Разинова[2], Майя Михайловна Гребенюк[2], Ольга Федоровна Позднякова[2], Татьяна Владимировна Мелашенко[2]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, 22, к. 1
[2] Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет
194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., 2

Контактная информация: Леонид Михайлович Макаров — кандидат технических наук, профессор, кафедра конструирования и производств радиоэлектронных средств. E-mail: elfbio@gmail.com

Резюме. Представлен системный подход к анализу данных, полученных в УЗИ и МРТ-исследованиях, продуцирующих визуальные образы. Используя понятия и определения геометрического моделирования, создан набор вычислительных процедур конструирования и воспроизведения иллюстративного образа фрагментов биологического объекта в интерактивном режиме компьютерной графики. Установлена возможность сопряженного позиционирования информационных визуальных образов, исполненных в базисе разных физических принципов формирования изображений, обеспечивающая формирование адекватного медицинского суждения.

Ключевые слова: медицинская диагностика, модель, визуализация данных.

COMPUTER VISUALIZATION OF RESULTS BIOMEDICAL RESEARCH ARTICLE TITLE

© Leonid M. Makarov[1], Dmitry O. Ivanov[2], Alexander V. Pozdnyakov[2], Anna A. Razinova[2], Maya M. Grebenyuk[2], Olga F. Pozdnyakova[2], Tatiana V. Melashenko[2]

[1] Saint Petersburg State University of Telecommunications prof. M.A. Bonch-Bruevich
193232, St. Petersburg, Bolshevikov Ave., 22, building 1
[2] Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 194100, St. Petersburg, Litovskaya str., 2

Contact Information: Leonid M. Makarov — Candidate of Technical Sciences, Professor, Department of Design and Manufacturing of Radioelectronic Means. E-mail: elfbio@gmail.com

Abstract. A systematic approach to analysis of data obtained in ultrasound and MRI studies producing visual images is presented. Using the concepts and definitions of geometric modeling, a set of computational design procedures was created and an illustrative image of fragments of a biological object was reproduced in interactive computer graphics. The possibility of conjugate positioning of information visual images executed in the basis of different physical principles of image formation is established, providing the formation of adequate medical judgment.

Keywords: Medical diagnosis, model, data visualization.

ВВЕДЕНИЕ

Восприятие событий окружающего пространства живыми организмами осуществляется посредством сенсорных систем. Биофизика зрительного восприятия для различных живых организмов хорошо изучена и представлена многочисленными моделями, способствующими глубокому пониманию работы нейронных структур, осуществляющих формирование визуального образа.

Визуализация, как процесс реализуется посредством естественных способностей живого организма воспринимать — фиксировать зритель-

ные образы объектов и явлений окружающего пространства. Инсталлируемые для зрительного восприятия образы могут существовать в окружающем пространстве как природные объекты, а также создаваться искусственно, посредством технических средств.

В таком понимании использования технических средств для визуализации функционального состояния биообъектов актуализируется проблема практической реализации возможностей использования формальных методов сопоставления визуальных образов, созданных в разных физических базисах.

Поиск формальных принципов сопоставления визуальных образов, созданных на разных технических аппаратах, способствует созданию адекватных медицинских суждений. Это справедливо, поскольку мысленное, осознанное восприятие зрительных образов для медицинского специалиста способствует формированию смыслового контекста изучаемого процесса, явления. Современные технические средства позволяют воспроизводить изображения — информационные зрительные образы, создаваемые компьютерной техникой на экране монитора, что способствует адекватному формированию профессионального медицинского заключения. Различная степень детализации и цветовое многообразие элементов такого изображения позволяет оперировать сложными понятиями и определениями, столь необходимыми при изучении большого количества биофизических процессов в живых организмах.

Аппаратно-программные комплексы, реализующие биофизические исследования внутренних структур организма, обеспечивают формирование визуальных образов в виде фреймов, либо в формате массивов данных, которые при необходимости могут трансформироваться в изображения [1, 4]. На практике применяют различные дистанционные методы исследования внутренних подсистем организма: ультразвуковое исследование (УЗИ), компьютерную томографию (КТ), компьютерную магниторезонансную томографию (МРТ), сцинтиграфическое сканирование, которые воспроизводят изображения, представленные набором фреймов [2].

В терминологическом отношении фрейм следует отождествлять с некоторым участком на плоскости наблюдения (изображения), обладающим замкнутым контуром. Это своего рода обрамленный участок области, представляющей интерес для исследования, в плоскости изображения. Акцентируя внимание на таком понятии фрейма, многие производители медицинской исследовательской аппаратуры создают сервисные процедуры по вычислению геометрических показателей формы. В этом случае компьютерная технология синтеза изображения объекта и выделения фреймов оперирует понятием пикселя на плоскости и вокселя, как единичного элемента, в трехмерном пространстве. По умолчанию геометрическая форма пикселя принимается квадратной, а форма вокселя — кубической.

Можно сказать, что, оперируя простыми геометрическими объектами, обладающими как минимум двумя параметрами, замещающими в компьютерной модели анализа реальные материальные элементы биологической структуры, создаются правдоподобные суждения. Расширяя эти представления, для современной медицинской практики, актуализируется проблема получения количественных оценок анализируемых объектов, на основе формализованных методов компьютерного анализа изображения или отдельных фреймов.

Современные компьютерные комплексы позволяют воспроизводить визуальные образы, позиционируемые средствами двухмерной или трехмерной графики. Несмотря на наличие некоторого модельного упрощения топологии реальной структуры исследуемого биологического объекта, компьютерный комплекс позволяет воспроизвести расчетные показатели площади или объема. Оценка площади визуального образа в двухмерной системе координат создается на основе прямоугольных размеров пиксельных элементов. В случае рассмотрения размеров объекта в трехмерном пространстве оперируют представлениями об элементарном объеме, создаваемом в форме куба — вокселя.

Для УЗИ характерна организация исследовательских процедур с пространственными объектами — биообъектами. Современные информационные технологии исследования автоматически определяют объем и площадь выделенного исследователем фрагмента биообъекта на изображении.

Для определенности полагаем, что вычисление объема и площади фрагмента исследуемого объекта проводится по выражениям:

$$V_{\text{сферы}} = 4/3\pi R^3;\ S_{\text{сферы}} = 4\pi R^2$$
$$R = \sqrt{\frac{S}{4\pi}}, \quad (1)$$

где R — радиус сферы.

Данные показатели геометрической формы исследуемого объекта представим в виде идентификатора $\mu_{\text{УЗИ}}$:

$$\mu_{\text{УЗИ}} = \frac{V_{\text{сферыУЗИ}}}{S_{\text{сферыУЗИ}}} = \frac{1}{3}R \qquad (2)$$

Оперируя представлениями об объеме исследуемого объекта и проводя исследование посредством МР-томографа, используется метрика вокселя. В этом случае в избранной области изображения формируется показатель объема, вычисляемый для куба $V_{\text{куба (воксель)}} = a^3$, где a — ребро куба.

Сочетание понятия объема куба и объема сферы, с вписанным в сферу кубом (рис. 1), позволяет записать:

$$V_{\text{сферы}} = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{\pi a^3}{6}; \qquad (3)$$

$$S_{\text{сферы}} = \pi a^2;\ a = 2R$$

Представленные показатели объема и площади вычисляются для сферы, в которую погружен воксель (рис. 1).

Объем вокселя $V = a^3$.

Для МРТ-исследования идентификатор $\Omega_{\text{МРТ}}$ вычисляется по выражению:

$$\Omega_{\text{МРТ}} = \frac{V_{\text{сферыМРТ}}}{S_{\text{сферыМРТ}}} = \frac{1}{6}a \qquad (4)$$

Принимая во внимание соотношение: $a = 2R$, имеем:

$$\Omega_{\text{МРТ}} = \frac{V_{\text{сферыМРТ}}}{S_{\text{сферыМРТ}}} = \frac{1}{6}a = \frac{1}{3}R \qquad (5)$$

Полученное соотношение свидетельствует о наличии возможности сопоставления разных зрительных образов, например, УЗИ и МРТ, при условии использования двух сопряженных понятий: радиуса сферы и ребра куба. Для случая использования исключительно только радиуса сферы, в которой может размещаться куб (воксель), для УЗИ и МРТ-исследования получаем равнозначные идентификационные показатели.

Действительно имеем:

$$\mu_{\text{УЗИ}} = \Omega_{\text{МРТ}} = 1/3R \qquad (6)$$

Представленные принципы формирования визуального образа, на примере УЗИ и МРТ-исследования позволяют расширить современные представления о сопоставимости различных по физической природе и методике исполнения натурных исследований биологических объектов.

Проиллюстрируем возможности сопоставления результатов разных исследований УЗИ и МРТ на модели, основу которой составляют выражения (1), (3), (5) и типичные данные (табл. 1). В качестве основы примем площадь фрагмента на изображении УЗИ [2, 3].

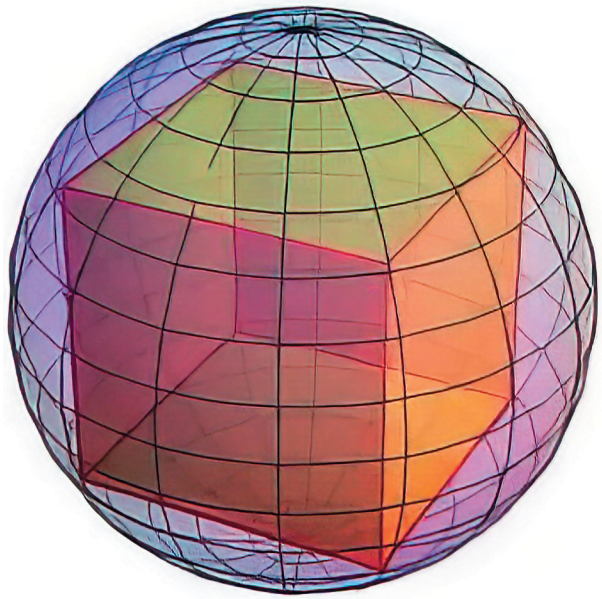


Рис. 1. Элемент объема, представленный вокселем

Таблица 1

Исходные данные модели

	Задано $S = 200$ $R = 1/2a$	Расчет		
УЗИ	3,989	$V_{\text{сфера}}$	$S_{\text{сфера}}$	
		265,961	200,0	
МРТ	$a = 2R$	$V_{\text{сфера}}$	$S_{\text{сфера}}$	$S_{\text{куба}}$
	7,978	265,961	200,0	381,971

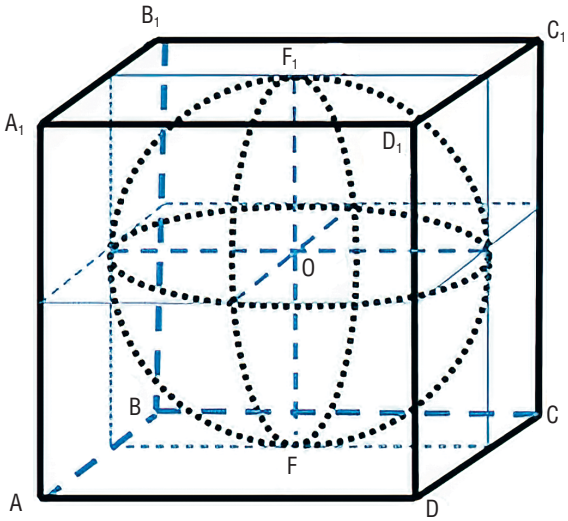


Рис. 2. Схема расположения элементов объема

Полагаем, что и наблюдается в действительности, известно значение площади избранного в интерактивном режиме фрагмента исследуемого

объекта. Значение площади $S_{\text{сферы}}$ фрагмента на изображении УЗИ соотносим со сферической поверхностью, для которой определяем радиус $R_{\text{сферы}}$ (1).

Построение визуального образа проводим по выражению:

$$X(t) = (e+f)\cos(t) - f\cos\left(\frac{e+f}{f}t\right)$$
$$Y(t) = (e+f)\sin(t) - f\sin\left(\frac{e+f}{f}t\right) \quad (7)$$

Для УЗИ воспроизводим визуальный образ на показателях объема сферы $e = V_{\text{сфера}}$ и площади поверхности $f = S_{\text{сфера}}$ сферы.

Для МРТ воспроизводим образ на показателях площади поверхности $e = S_{\text{куба}}$ и объема $f = V_{\text{сфера}}$ сферы.

Представленные результаты (рис. 3 и рис. 4) моделирования двух визуальных образов, полученных на основе УЗИ и МРТ-исследования, обладают подобием, можно сказать сходством. Этот тезис позволяет декларировать наличие формальных процедур построения только одного фрагмента изображения, например, УЗИ. В таком случае констатируем, что для избранного исследователем фрагмента биообъекта, всегда можно воспроизвести другой аналогичный фрагмент, но посредством другого технического средства, например, в МРТ-исследовании, и, естественно, на основе других исходных данных. И в том и другом случае визуальные образы подобны.

Несмотря на различия базовых принципов формирования изображений — УЗИ и МРТ, имеем возможность декларировать наличие равных значений идентификационных показателей. Это чрезвычайно важно для медицинской диагностики. Взаимная информационная связь полученных результатов, установленная в базисе геометрической топологии, отчетливо демонстрирует необходимость использования методов профессионального визуального анализа, убедительно свидетельствующего в пользу синтеза адекватных медицинских суждений, создаваемых на основе разных по физическим принципам исследований.

Используя единые методологические принципы поиска адекватных построений математическими средствами визуального образа, установлен обобщенный алгоритм формирования графического образа биологического объекта. Применяя современные информационные технологии анализа данных медико-биологических исследований, ориентированного на активное применение на практике профессиональных знаний и накопленного опыта медицинского персонала, демонстрируется возможность формализованного сопоставления результатов, представленных для визуального анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронцов И.М., Шаповалов В.В., Иориш А.Е., Иванова Т.И., Миронова Л.И., Рожнов М.А. Значение компьютерных технологий в профилактической педиатрии. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 1999; 44, 4: 7–13.
2. Гребенюк М.М., Поздняков А.В., Мелашенко Т.В., Позднякова О.Ф. Макаров Л.М. Возможности нейровизуализационных методов (УЗИ, МРТ) в оценке постгипоксических изменений головного мозга у недоношенных детей. Визуализация в медицине. 2020; 2 (1): 16–24.
3. Макаров Л.М., Поздняков А.В., Протасеня С.В., Иванов Д.О., Львов В.С., Львов С.Н. Математическое моделирование и численные методы анализа нейронных структур. Труды учебных заведений связи. 2019; 5 (3): 98–107.
4. Печатникова В.А., Трашков А.П., Зелененко М.А. и др. Возможности визуализации при воспроизведении экспе-



Рис. 3. Визуальный образ объекта по данным УЗИ

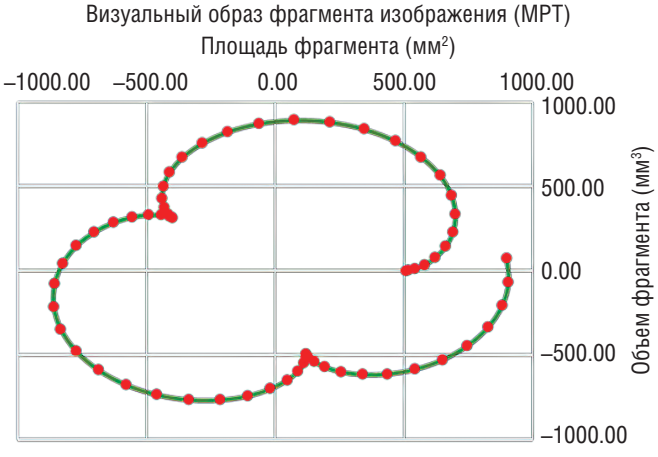


Рис. 4. Визуальный образ объекта по данным МРТ

риментальных онкологических моделей у мелких лабораторных животных. Педиатр. 2018; 9 (4): 105–12. DOI: 10.17816/PED94105-112.

REFERENCES

1. Vorontsov I.M., Shapovalov V.V., Iorish A.Ye., Ivanova T.I., Mironova L.I., Rozhnov M.A. Znacheniye komp'yuternykh tekhnologiy v profilakticheskoy pediatrii. [The value of computer technology in preventive pediatrics]. Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii. 1999; 44, 4: 7–13. (In Russian).
2. Grebenyuk M.M., Pozdnyakov A.V., Melashenko T.V., Pozdnyakova O.F. Makarov L.M. Vozmozhnosti neyrovizualizatsionnykh metodov (UZI, MRT) v otsenke postgipok-sicheskikh izmeneniy golovnogo mozga u nedonoshennykh detey. [Possibilities of neuroimaging methods (ultrasound, MRI) in assessing posthypoxic changes in the brain in premature infants]. Vizualizatsiya v meditsine. 2020; 2 (1): 16–24. (In Russian).
3. Makarov L.M., Pozdnyakov A.V., Protasenya S.V., Ivanov D.O., L'vov V.S., L'vov S.N. Matematicheskoye modelirovaniye i chislennyye metody analiza neyronnykh struktur. [Mathematical modeling and numerical methods for the analysis of neural structures]. Trudy uchebnykh zavedeniy svyazi. 2019; 5 (3): 98–107 (In Russian).
4. Pechatnikova V.A., Trashkov A.P., Zelenenko M.A. i dr. Vozmozhnosti vizualizatsii pri vosproizvedenii eksperimental'nykh onkologicheskikh modeley u melkikh laboratornykh zhivotnykh. [Possibilities of visualization in the reproduction of experimental oncological models in small laboratory animals]. Pediatr. 2018; 9 (4): 105–12. DOI: 10.17816/PED94105-112 (In Russian).

УДК 616.073.432.1+618.33+618.2+534.292(072)+616.12-073.7+616.132.14-007]-053

ВОПРОСЫ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРАВОЙ ДУГИ АОРТЫ В ПЕРВОМ ТРИМЕСТРЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

© Сергей Адольфович Пуйда, Елена Владимировна Синельникова, Валентин Сергеевич Пуйда

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

Контактная информация: Сергей Адольфович Пуйда — доцент кафедры лучевой диагностики и биомедицинской визуализации факультета послевузовского и дополнительного профессионального образования. E-mail: pouida@mail.ru

Резюме. Описание ультразвукового подхода в случае обнаружения правой дуги аорты в первом триместре беременности и подробное исследование интракардиальных и экстракардиальных структур, включая тимус, для оценки риска микроделеции 22q11.2.

Ключевые слова: плод, ультразвуковая пренатальная диагностика, правая дуга аорты, врожденные пороки развития, микроделеция 22q11.2.

ISSUES OF ULTRASOUND VISUALIZATION OF THE RIGHT ARCH IN THE FIRST TRIMESTER (LITERATURE REVIEW).

© Sergei A. Pujda, Elena V. Sinelnikova, Valentin S. Pujda

Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 194100, St. Petersburg, Litovskaya str., 2

Contact Information: Sergei A. Pujda — PhD, Associate Professor of the Department of Radiology and Biomedical Visualization of The Faculty Postgraduate Education. E-mail: pouida@mail.ru

Abstract. The description of sonographic approach when finding of RAA and a detailed examination of cardiac and noncardiac structures, including the thymus for assess the risk of deletion 22q11.2.

Key words: fetus, prenatal diagnosis, ultrasound examination, congenital anomalies, 22q11.2 deletion, right aortic arch.

По данным Achiron и соавторов, идентификация правой дуги аорты возможна приблизительно у 0,1% плодов в группе беременных с низким перинатальным риском, при соблюдении условия систематической оценки ультразвукового медиастинального среза сердца через три сосуда (дугу аорты, легочную артерию, артериальный проток) и трахею [1]. В настоящее время сообщений о пренатальной диагностике правой дуги аорты в первом триместре беременности достаточно мало, описаны единичные случаи [2–5]. В более ранних публикациях сообщается о ретроспективном анализе видеозаписей, в ходе которых были выявлены случаи обнаружения правой дуги аорты в первом триместре беременности [6].

В большинстве последних публикаций описаны средние сроки диагностики на 20–24 неделе внутриутробного развития [7–12]. В качестве примера предлагается логическая модель последовательности действий на основе законченного случая ранней диагностике правой дуги аорты (ПДАо). Диагностика данной патологии в первом триместре беременности, учитывая мировой опыт, предполагает какую-то долю сомнения в правильности диагноза. Преодолев эти сомнения и, зная из литературных источников о связи данной патологии с внутрисердечными аномалиями, такими, как синдром Дауна и микроделеционные синдромы, главным образом 22q11.2 [6,13–17] и единичными сообщениями о 16p11.2, 4q34.1, 9q31.2, 6p21.31p21.2 [4], а также о возможности получения сложных для понимания данных и вариантов с неуточненным клиническим значением [12], необходимо принять решение по дальнейшей тактике. Интуиция, логика и знание темы подсказывают, что наличие ПДАо — это всего лишь риск хромосомной патологии, составляющий 5,2% [12,18]. Практически все исследователи сообщают об отсутствии микроделеции 22q11.2 в случаях изолированного обнаружения ПДАо (когда проводилась оценка не только дополнительной сердечной патологии, а всех систем органов). Понятие «изолированная правая дуга аорты» с риском микроделеции 22q11.2 от 8 до 24%, в отдельных публикациях, вызывает сомнение, т.к. проводилась оценка только интракардиальной патологии [6, 19]. Учитывая, что микроматричный анализ

на сегодняшний день, дефицитный и дорогостоящий ресурс для большинства категорий граждан, а метод FISH имеет ограничения, т.к. диагностика проводится на конкретную патологию, не позволяя исключить аномалию в не исследуемых участках, необходимо свести все риски к минимуму качественной ультразвуковой диагностикой, исключив всю интра- и экстракардиальную патологию.

Сроки первого триместра относительно второго триместра представляются менее трудоемкими и более «благодарными» для выявления спектра аномалий при синдроме Дауна: увеличение толщины воротникового пространства, отсутствие визуализации/гипоплазии НК, реверсный кровоток в венозном протоке, трикуспидальная регургитация, единственная артерия пуповины, врожденный порок сердца, т.е. это набор патологических изменений, а не единственная аномалия (этот спектр гораздо легче оценить по сравнению со спектром патологии второго триместра беременности). Спектр патологий при синдромах 22q11.2 (CATCH 22) представлен в самой аббревиатуре названия: Cardiac abnormality, Abnormal facies, T-cell deficit due to thymic hypoplasia, Cleft palate, Hypocalcemia due to hypoparathyroidism, дополнительно, по данным публикаций, в зависимости от сроков беременности, возможны: увеличение толщины воротникового пространства/шейной складки, омфалоцеле, косолапость, патология половых органов и почек, анальная атрезия и атрезия пищевода [12, 14–17]. Последовательно исключив лицевые аномалии, маркеры хромосомной патологии и гипоплазию/аплазию тимуса, логично сделать заключение о наличии изолированной ПДАо, что требует только дородовой консультации детского кардиохирурга, т.к. при данной патологии возможно сдавление трахеи и пищевода, вызывающее симптомы компрессии, такие как: дисфагия, стридор, хрипы и рецидивирующие инфекции верхних дыхательных путей. Также возможны цианоз и обструкция левой аберрантной подключичной артерии, что в 4,6% [18] — 17,1% [11] случаев требует хирургического вмешательства.

Какие же особенности диагностики ПДАо в первом триместре? Получив вместо стандартного изображения V-знака U-образное соединение аорты с артериальным протоком необходимо тщательно проанализировать все органы и системы плода, в особенности состояние тимуса, используя все способы их ранней оценки. Итак: Cardiac abnormality — диагностируя правую дугу аорты (рис. 1 а), необходимо убедиться в отсутствии дополнительных аномалий (рис. 1 б, приводится только 4-камерный срез, т.к. основ-

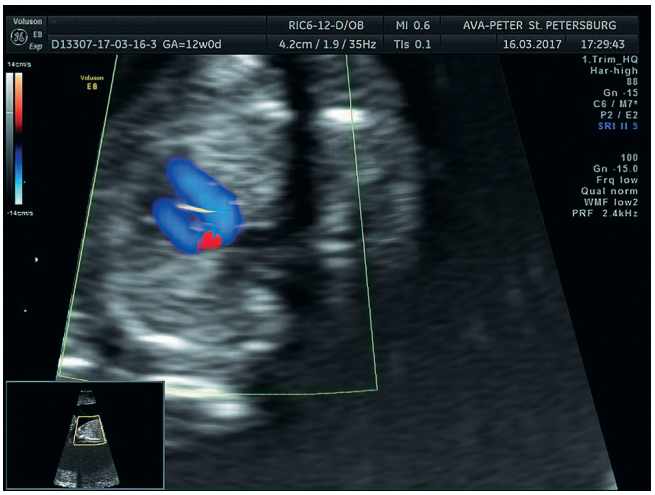


Рис. 1 а. **Беременность 12 нед., U-образное соединение правой дуги аорты с левым артериальным протоком вокруг трахеи**

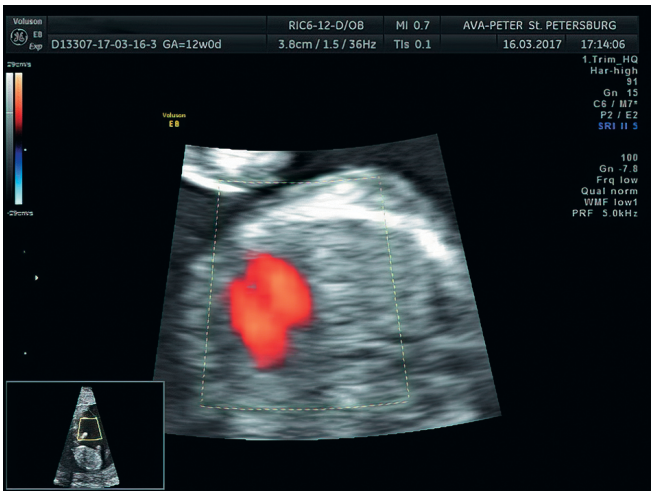


Рис. 1 б. **Беременность 12 нед., нормальный 4-камерный срез сердца**

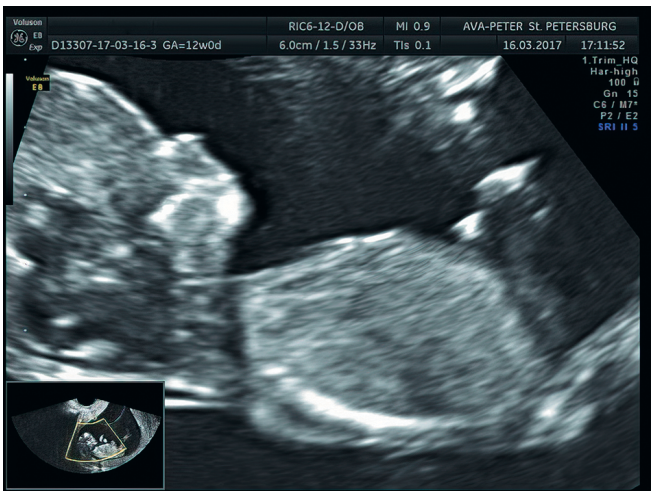


Рис. 2. **Беременность 12 нед., номальный профиль плода. ТВП 1 мм, прогеническое соотношение челюстей, линия верхней челюсти без разрывов**



Рис. 3. Беременность 12 нед., поперечное сечение на уровне орбит

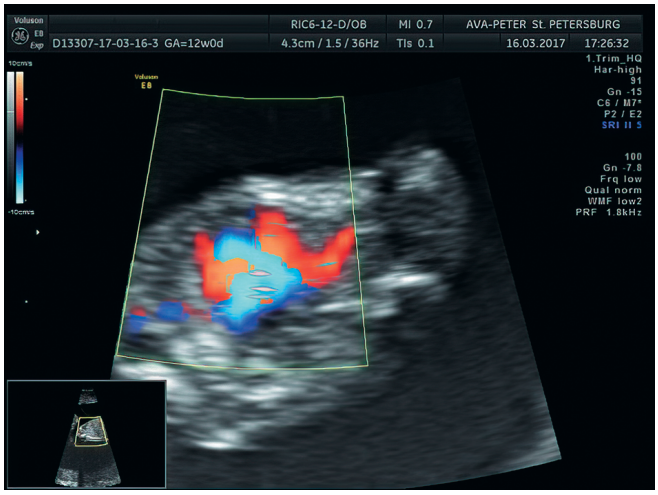


Рис. 4. Беременность 12 нед., поперечное сечение грудной клетки, виден параллельный ход внутренних грудных артерий, что свидетельствует о нормальном размере тимуса



Рис. 5. Беременность 12 нед., поперечное сечение на уровне альвеолярного отростка верхней челюсти

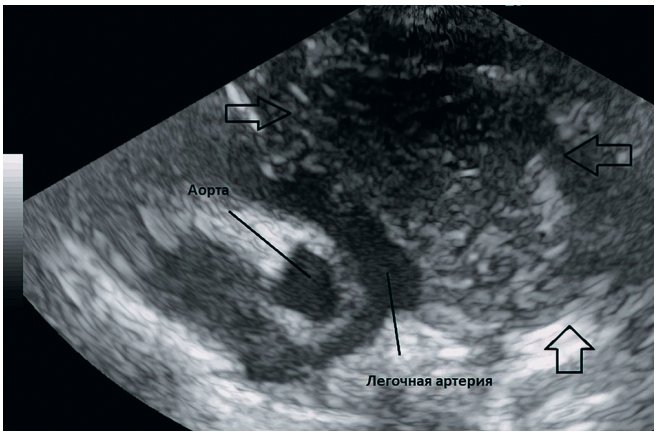


Рис. 6. Стрелками обозначены границы продольного размера левой доли тимуса

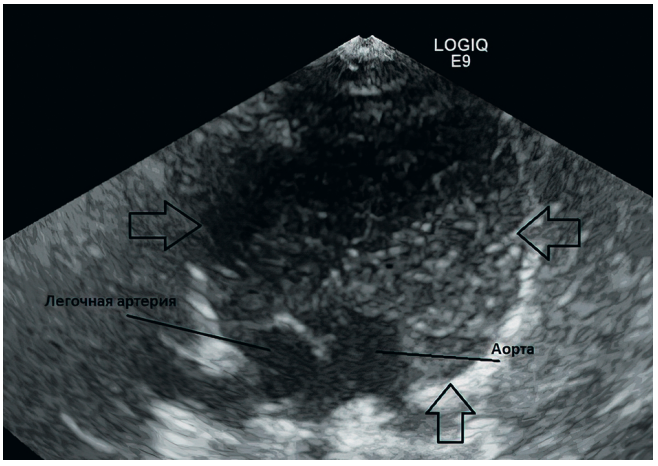


Рис. 7. Стрелками обозначены границы поперечного диаметра тимуса

ная диагностика представлена в видеофайлах), Abnormal facies, для этого исключаем микрогению [22], расщелину твердого неба [23,24] в сагиттальной плоскости (рис. 2), а также глазные аномалии, главным образом гипертелоризм (рис. 3), T-cell deficit due to thymic hypoplasia — гипоплазию/аплазию тимуса исключаем, используя режим цветового допплеровского картирования [25] (рис. 4), Cleft palate — используется поперечное сечение на уровне альвеолярного отростка верхней челюсти [24] (рис. 5).

И, конечно, случай не будет законченным, если не проведено обследование новорожденного. По данным специалистов в области педиатрии, эхокардиография у новорожденных является надежной диагностической методикой для постановки диагноза правой дуги аорты [26]. Выполненные исследования сердца и тимуса (рис. 6, 7) новорожденного подтвердили диагноз изолированной правой дуги аорты.

Таким образом, координированная работа до- и послеродового этапов диагностического процесса обеспечивает наибольшую эффективность в постановке правильного диагноза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Achiron R., Rotstein Z., Heggesh J. et al. Anomalies of the fetal aortic arch: a novel sonographic approach to in-utero diagnosis. Ultrasound Obstet. Gynecol. 2002; 20: 553–7.
2. Iliescu D.G., Comanescu A.C., Tudorache S., Cernea N. Right aortic arch with patent right ductus arteriosus and normal heart. Ultrasound Obstet. Gynecol. 2012; 40: 115–20.
3. Perolo A., De Robertis V., Cataneo I., Volpe N., Campobasso G., Frusca T., Ghi T., Prandstraller D., Pilu G., Volpe P. Risk of 22q11.2 deletion in fetuses with right aortic arch and without intracardiac anomalies. Ultrasound Obstet Gynecol. 2016; 48 (2): 200–3.
4. O'Mahony E., Hutchinson D., McGillivray G., Nisbet D., Palma-Dias R. Right-sided aortic arch in the age of microarray. Prenat Diagn. 2017; 37 (5): 440–5.
5. De Robertis V., Rembouskos G., Fanelli T., Volpe G., Muto B., Volpe P. The three-vessels and trachea view (3VTV) in the first trimester of pregnancy: an additional tool in screening for congenital heart defects (CHD) in an unselected population. Prenat Diagn. 2017; 37 (7): 693–8.
6. Zidere V., Tsapakis E.G., Huggon I.C., Allan L.D. Right aortic arch in the fetus. Ultrasound Obstet. Gynecol. 2006; 28: 876–81.
7. Медведев М.В. Пренатальная эхография. Дифференциальный диагноз и прогноз. 4-е изд.М.: Реал Тайм; 2016.
8. Макогон А.В., Елисеенко И.Б., Каленицкая Л.В., Андрюшина И.В. Правая дуга аорты. Пренат. Диагн. 2011; 10 (4): 309–16.
9. Жерешты А.Ю. Пренатальная диагностика правой дуги аорты. Пренат. Диагн. 2012; 11 (1): 83–91.
10. Miranda J.O., Callaghan N., Miller O. et al. Right aortic arch diagnosed antenatally: associations and outcome in 98 fetuses. Heart. 2014; 100: 54–9.
11. D'antonio F., Khalil A., Zidere V. et al. Fetuses with right aortic arch: a multicenter cohort study and meta-analysis. Ultrasound Obstet Gynecol. 2016; 47: 423–32.
12. Peng R., Xie H.N., Zheng J., Zhou Y., Lin M.F. Fetal right aortic arch: associated anomalies, genetic anomalies with chromosomal microarray analysis, and postnatal outcome. Prenat Diagn. 2017; 37: 329–35.
13. Berg C., Bender F., Soukup M. et al. Right aortic arch detected in fetal life. Ultrasound Obstet Gynecol. 2006; 28: 882–9.
14. Noël A.C., Pelluard F., Delezoide A.L., Devisme L., Loeuillet L., Leroy B., Martin A., Bouvier R., Laquerriere A., Jeanne-Pasquier C., Bessieres-Grattagliano B., Mechler C., Alanio E., Leroy C., Gaillard D. Fetal phenotype associated with the 22q11 deletion. Am J Med Genet A. 2014; 164A (11): 2724–31.
15. Perolo A., De Robertis V., Cataneo I., Volpe N., Campobasso G., Frusca T., Ghi T., Prandstraller D., Pilu G., Volpe P. Risk of 22q11.2 deletion in fetuses with right aortic arch and without intracardiac anomalies. Ultrasound Obstet Gynecol. 2016; 48 (2): 200–3.
16. Dugoff L., Mennuti M.T., McDonald-McGinn D.M. The benefits and limitations of cell-free DNA screening for 22q11.2 deletion syndrome. Prenat Diagn. 2017; 37 (1): 53–60.
17. Wójtowicz A., Respondek-Liberska M., Słodki M., Kordjalik P., Płużańska J., Knafel A., Huras H. The significance of a prenatal diagnosis of right aortic arch. Prenat Diagn. 2017; 37 (4): 365–74.
18. Bronshtein M., Blumenfeld Z., Naroditsky I., Gover A. Outcome of a right aortic arch diagnosed in utero. Prenatal Diagnosis. 2016; 36: 194–6.
19. McElhinney D.B., Clark B.J., Weinberg P.M., Kenton M.L., McDonald-McGinn D., Driscoll D.A., Zackai E.H., Goldmuntz E. Association of chromosome 22q11 deletion with isolated anomalies of aortic arch laterality and branching. J Am Coll Cardiol. 2001; 37 (8): 2114–9.
20. Razon Y., Berant M., Fogelman R., Amir G., Birk E. Prenatal diagnosis and outcome of right aortic arch without significant intracardiac anomaly. J Am Soc Echocardiogr. 2014; 27 (12): 1352–8.
21. Mogra R., Kesby G., Sholler G. et al. Identification and management of fetal isolated right sided aortic arch in an unselected population. Ultrasound Obstet Gynecol. 2016; 48 (6): 739–43.
22. Пуйда С.А. Роль интуиции и эмоций в пренатальной эхографии на примере раннего выявления микрогении с описанием нового способа диагностики этой патологии. Пренат. диагн. 2014; 13 (2): 103–8.
23. Chaoui R., Orosz G., Heling K.S., Sarut-Lopez A., Nicolaides K.H. Maxillary gap at 11–13 weeks' gestation: marker of cleft lip and palate. Ultrasound Obstet Gynecol. 2015; 46 (6): 665–9.
24. Lakshmy S.R., Deepa S., Rose N., Mookan S., Agnees J. First-Trimester Sonographic Evaluation of Palatine Clefts. J Ultrasound Med. 2017; 36 (7): 1397–1414.
25. Paladini D. How to identify the thymus in the fetus: the thybox. Ultrasound Obstet Gynecol. 2011; 37: 488–4.

REFERENCE

1. Achiron R., Rotstein Z., Heggesh J. et al. Anomalies of the fetal aortic arch: a novel sonographic approach to in-utero diagnosis. Ultrasound Obstet. Gynecol. 2002; 20: 553–7.
2. Iliescu D.G., Comanescu A.C., Tudorache S., Cernea N. Right aortic arch with patent right ductus arteriosus and normal heart. Ultrasound Obstet. Gynecol. 2012; 40: 115–20.
3. Perolo A., De Robertis V., Cataneo I., Volpe N., Campobasso G., Frusca T., Ghi T., Prandstraller D., Pilu G., Volpe P. Risk of 22q11.2 deletion in fetuses with right aortic arch and without intracardiac anomalies. Ultrasound Obstet Gynecol. 2016; 48 (2): 200–3.
4. O'Mahony E., Hutchinson D., McGillivray G., Nisbet D., Palma-Dias R. Right-sided aortic arch in the age of microarray. Prenat Diagn. 2017; 37 (5): 440–5.

5. De Robertis V., Rembouskos G., Fanelli T., Volpe G., Muto B., Volpe P. The three-vessels and trachea view (3VTV) in the first trimester of pregnancy: an additional tool in screening for congenital heart defects (CHD) in an unselected population. Prenat Diagn. 2017; 37 (7): 693–8.
6. Zidere V., Tsapakis E.G., Huggon I.C., Allan L.D. Right aortic arch in the fetus. Ultrasound Obstet. Gynecol. 2006; 28: 876–81.
7. Medvedev M.V. Prenatal'naya ekhografiya. [Prenatal echography]. Differentsial'nyy diagnoz i prognoz. 4-ye izd. Moscow: Real Taym Publ.; 2016. (In Russian).
8. Makogon A.V., Yeliseyenko I.B., Kalenitskaya L.V., Andryushina I.V. Pravaya duga aorty. [Right aortic arch]. Prenat. Diagn. 2011; 10 (4): 309–16. (In Russian).
9. Zhereshty A.Yu. Prenatal'naya diagnostika pravoy dugi aorty. [Prenatal diagnosis of the right aortic arch]. Prenat. Diagn. 2012; 11 (1): 83–91. (In Russian).
10. Miranda J.O., Callaghan N., Miller O. et al. Right aortic arch diagnosed antenatally: associations and outcome in 98 fetuses. Heart. 2014; 100: 54–9.
11. D'antonio F., Khalil A., Zidere V. et al. Fetuses with right aortic arch: a multicenter cohort study and meta-analysis. Ultrasound Obstet Gynecol. 2016; 47: 423–32.
12. Peng R., Xie H.N., Zheng J., Zhou Y., Lin M.F. Fetal right aortic arch: associated anomalies, genetic anomalies with chromosomal microarray analysis, and postnatal outcome. Prenat Diagn. 2017; 37: 329–35.
13. Berg C., Bender F., Soukup M. et al. Right aortic arch detected in fetal life. Ultrasound Obstet Gynecol. 2006; 28: 882–9.
14. Noël A.C., Pelluard F., Delezoide A.L., Devisme L., Loeuillet L., Leroy B., Martin A., Bouvier R., Laquerriere A., Jeanne-Pasquier C., Bessieres-Grattagliano B., Mechler C., Alanio E., Leroy C., Gaillard D. Fetal phenotype associated with the 22q11 deletion. Am J Med Genet A. 2014; 164A (11): 2724–31.
15. Perolo A., De Robertis V., Cataneo I., Volpe N., Campobasso G., Frusca T., Ghi T., Prandstraller D., Pilu G., Volpe P. Risk of 22q11.2 deletion in fetuses with right aortic arch and without intracardiac anomalies. Ultrasound Obstet Gynecol. 2016; 48 (2): 200–3.
16. Dugoff L., Mennuti M.T., McDonald-McGinn D.M. The benefits and limitations of cell-free DNA screening for 22q11.2 deletion syndrome. Prenat Diagn. 2017; 37 (1): 53–60.
17. Wójtowicz A., Respondek-Liberska M., Słodki M., Kordjalik P., Płużańska J., Knafel A., Huras H. The significance of a prenatal diagnosis of right aortic arch. Prenat Diagn. 2017; 37 (4): 365–74.
18. Bronshtein M., Blumenfeld Z., Naroditsky I., Gover A. Outcome of a right aortic arch diagnosed in utero. Prenatal Diagnosis. 2016; 36: 194–6.
19. McElhinney D.B., Clark B.J., Weinberg P.M., Kenton M.L., McDonald-McGinn D., Driscoll D.A., Zackai E.H., Goldmuntz E. Association of chromosome 22q11 deletion with isolated anomalies of aortic arch laterality and branching. J Am Coll Cardiol. 2001; 37 (8): 2114–9.
20. Razon Y., Berant M., Fogelman R., Amir G., Birk E. Prenatal diagnosis and outcome of right aortic arch without significant intracardiac anomaly. J Am Soc Echocardiogr. 2014; 27 (12): 1352–8.
21. Mogra R., Kesby G., Sholler G. et al. Identification and management of fetal isolated right sided aortic arch in an unselected population. Ultrasound Obstet Gynecol. 2016; 48 (6): 739–43.
22. Puyda S.A. Rol' intuitsii i emotsiy v prenatal'noy ekhografii na primere rannego vyyavleniya mikrogenii s opisaniyem novogo sposoba diagnostiki etoy patologii. [The role of intuition and emotions in prenatal echography on the example of early detection of microgenia with a description of a new method for diagnosing this pathology]. Prenat. Diagn. 2014; 13 (2): 103–8. (In Russian).
23. Chaoui R., Orosz G., Heling K.S., Sarut-Lopez A., Nicolaides K.H. Maxillary gap at 11–13 weeks' gestation: marker of cleft lip and palate. Ultrasound Obstet Gynecol. 2015; 46 (6): 665–9.
24. Lakshmy S.R., Deepa S., Rose N., Mookan S., Agnees J. First-Trimester Sonographic Evaluation of Palatine Clefts. J Ultrasound Med. 2017; 36 (7): 1397–1414.
25. Paladini D. How to identify the thymus in the fetus: the thybox. Ultrasound Obstet Gynecol. 2011; 37: 488–4.

УДК 616.71-018-002.1-053.2-07-003+617-089+615.84+616-073.75

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ОСТРОГО ГЕМАТОГЕННОГО ОСТЕОМИЕЛИТА У ДЕТЕЙ

© Денис Алексеевич Лыюров[1,2], Вячеслав Гаврилович Сварич[2], Александр Владимирович Поздняков[3].

[1] Республиканская детская клиническая больница. 167004, Республика Коми, г. Сыктывкар, Пушкина ул., 116/6
[2] Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина. 167001, Республика Коми, г. Сыктывкар, Октябрьский пр., 55
[3] Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., 2

Контактная информация: Денис Алексеевич Лыюров — главный внештатный специалист по лучевой диагностике МЗ Республики Коми, заведующий отделением лучевой диагностики, старший преподаватель кафедры неврологии, психиатрии и других специальных клинических дисциплин по курсу лучевой диагностики. E-mail: denis_liurov@mail.ru

Резюме: всего было обследовано 138 детей, в возрасте от 1 месяца до 18 лет с острым гематогенным остеомиелитом. Всем пациентам было выполнено комплексное обследование, включавшее в том числе мультиспиральную компьютерную томографию с мультипланарной реконструкцией. У пациентов в возрасте до года при отрицательных результатах ультразвукового исследования и сохраняющейся клинической картине острого гематогенного остеомиелита проводят мультиспиральную компьютерную томографию, где достоверно опровергают или подтверждают данный диагноз. У детей старше года первым и ранним методом диагностики является мультиспиральная компьютерная томография, по результатам которой при подтверждении диагноза проводится оперативное лечение, а при отрицательном результате — диагноз исключается. Мультиспиральная компьютерная томография с применением методик цифровой денситометрии и цветного картирования позволяет в ранние сроки выявить и определить распространенность воспалительного отека в костномозговом канале, как наиболее раннего признака развития острого гематогенного остеомиелита в трубчатых костях.

Ключевые слова: мультиспиральная компьютерная томография, острый гематогенный остеомиелит, педиатрия.

OPTIMIZATION TECHNIQUES FOR EARLY DIAGNOSIS OF ACUTE GEMATOGENNOGO OSTEOMYELITIS IN CHILDREN

© Denis A. Lyurov[1,2], Vyacheslav G. Svarich[2], Alexander V. Pozdnjakov[3]

[1] Republican Children's Clinical Hospital. 167004, Republic of Komi, Syktyvkar, Pushkin st., 116/6
[2] Syktyvkar State University. Pitirima Sorokin. 167001, Komi Republic, Syktyvkar, Oktyabrsky pr., 55
[3] Saint-Petersburg State Pediatric Medical University. 194100, St. Petersburg, Litovskaya str., 2

Contact Information: Denis A. Lyurov — chief freelance specialist in radiation diagnostics of the Ministry of Health of the Komi Republic, head of the department of radiation diagnostics, senior lecturer at the department of neurology, psychiatry and other special clinical disciplines in the course of radiation diagnostics. E-mail: denis_liurov@mail.ru

Summary: a total of 138 children aged 1 month to 18 years with acute hematogenous osteomyelitis were examined. All patients completed a comprehensive survey, which included including multislice computed tomography followed by multiplanar reconstruction. In patients under the age of one year with negative results of ultrasound and the continuing clinical picture of acute hematogenous osteomyelitis, multispiral computed tomography is performed, where this diagnosis is reliably refuted or confirmed. In children older than a year, the first and early method of diagnosis is multispiral computed tomography, the results of which, when the diagnosis is confirmed, surgical treatment is carried out, and with a negative result, the diagnosis is excluded. Multispiral computed tomography using digital densitometry and color mapping techniques allows early detection and determination of the prevalence of inflammatory edema in the bone marrow canal as the earliest sign of the development of acute hematogenous osteomyelitis in the tubular bones.

Keywords: multispiral computed tomography, acute hematogenous osteomyelitis, pediatrics.

ВВЕДЕНИЕ

При остром гематогенном остеомиелите (ОГО) у детей на прогноз существенно влияют сроки диагностики и оказания хирургической помощи [1–12, 31]. Рентгенография отражает только поздние грубые структурные изменения костной ткани [13, 14] и поэтому все больше появляется работ по изучению ультразвуковой семиотики (УЗИ) изменения костей и окружающих тканей при ОГО [15–18]. Магниторезонансная томография (МРТ) при ОГО имеет некоторые недостатки: визуализация нарушений кортикального слоя при остеомиелите, артефакты при наличии металлических конструкций [19–24, 32]. Использование мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в диагностике ОГО сравнительно немногочисленно и посвящено, как правило, выявлению очага деструкции и периостальной реакции, а также оценке мягкотканых структур и суставов [25–28].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Улучшение ранней диагностики острого гематогенного остеомиелита у детей на основе применения МСКТ с использованием методики цифровой денситометрии и цветного картирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Всего было обследовано 138 детей, в возрасте от 1 месяца до 18 лет. У мальчиков ОГО отмечался чаще (74%) чем у девочек (26%). 17 пациентов поступили в первые 48 часов от начала заболевания.

Обследование включало изучение анамнеза пациента, оценку общего состояния, а также оценку соматического и местного статуса; также выполняли лучевые методы исследования: рентгенологическое исследование, УЗИ костно-суставного аппарата и мягких тканей, МСКТ. При выполнении последней зона сканирования соответствовала 1/2 диафиза трубчатой кости с захватом прилежащего сустава. Длительность сканирования зависела от возраста и длины обследуемой конечности (от 10 до 35 секунд). Направление сканирования было каудальным, а толщина сканируемого среза 0,5 мм. По окончании исследования осуществляли постпроцессорную обработку изображения с использованием мультипланарной реконструкции (МПР), которая включала в себя оценку цифровых денситометрических показателей во фронтальной плоскости, с толщиной реконструируемого среза 2 миллиметра (мм); при этом использовали высокоразрешающий (костный) фильтр. При анализе результатов учитывались следующие закономерности. Статистическому анализу подвергалась метадиафизарная зона трубчатых костей. Точкой отчета для большинства областей исследования являлась зона роста. Единственной зоной отклонения от закономерности является анализ верхней трети бедренной кости, где ориентиром отчета является середина большого вертела. Количественная оценка денситометрических показателей производилась по шкале Хаунсфилда. Оценку денситометрических показателей в трубчатых костях проводили на 2–3 уровнях, начиная от зоны роста, или от уровня большого вертела бедра, с интервалом 5–20 мм, в зависимости от возраста ребенка и от длины конечности. На уровне выбранного срединного среза измеряли плотностные характеристики в метадиафизарных зонах (рис. 1).

За норму были взяты критерии ранее проведенного исследования [29], в виде предельно допустимых значений цифровых денситометрических показателей метадиафизарных зон трубчатых костей у детей, которые расчитывались для метадиафизарной зоны от –6 до –133,2 HU [29]. Также использовали анализ серошкальных изображений, с наложением на них цветного картирования, который позволил подтвердить наличие отека костного мозга в метадиафизарных зонах с повышенными цифровыми денситометрическими показателями плотности. Оценка изображения проводилась в мягкотканом окне при дополнительных точных настройках. Мы применяли опцию цвет и осветление (Color and Lighting) с более точными настройками. Для этого выставлялась толщина среза 2 мм. С целью изменения осветления изображения использовали в меню программы обработки объема изображения (Volume Render) опцию — прямой свет (Direct Light), которая позволяла наложить освещение от источника света перпендикулярно экрану. С помощью мыши устанавливали настройки ширины окна и уровня размещения окна на изображении (Win Lev), уровень ширины окна W = не <200 и не >700, а уровень размещения окна L = не >250. Далее использовали в меню опцию — Color и далее схему подбора цвета (Heat Scale).

При оценке цветовой гаммы метадиафизарной зоны, отличимой от нормы (черный цвет), изменение цвета (желтый или красный) указывает на наличие отека костного мозга, что также соответствует изменениям цифровых денситометрических показателей (рис. 2).

Предпоследним этапом диагностического алгоритма считали показатели остеотонометрии, которые при ОГО в интрамедуллярную фазу считаются выше 110 мм водного столба [30].

Конечным этапом проводили забор содержимого костномозгового канала для микробиологического и бактериологических исследований.

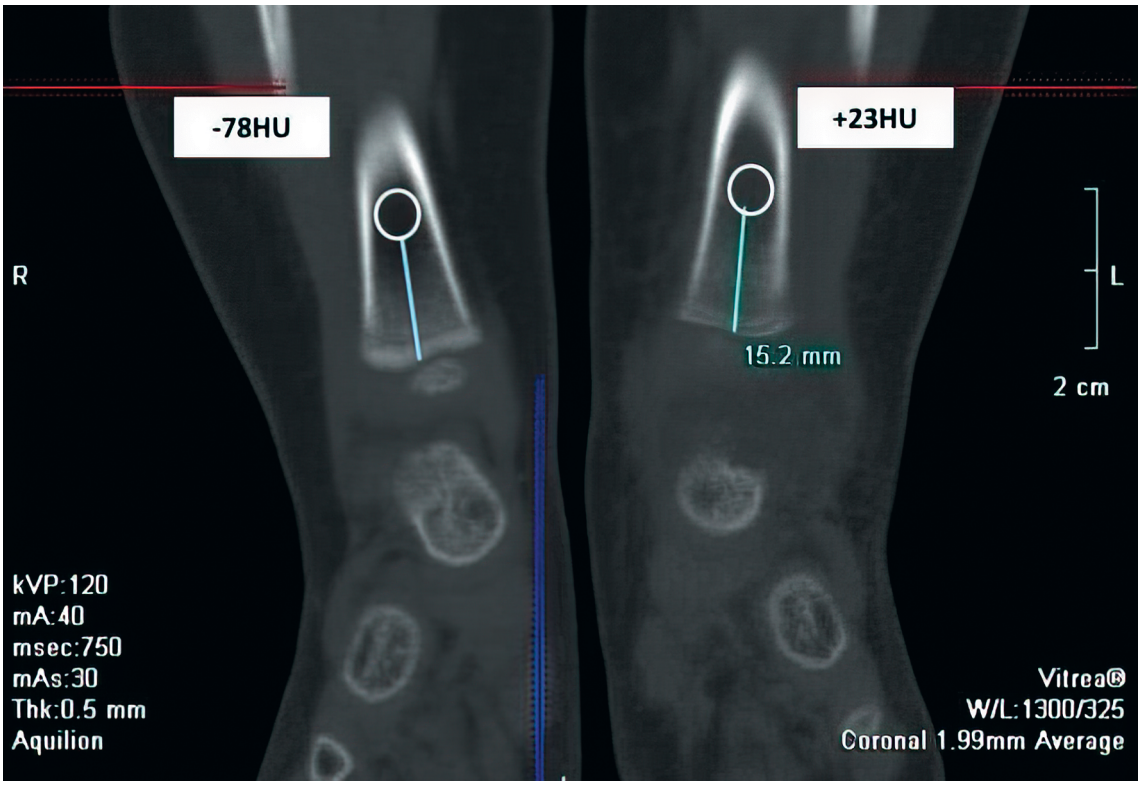


Рис. 1. Методика оценки денситометрических показателей. Представлены единые ROI в метадиафизарной области бедренных костей. Определяется асимметрия денситометрических показателей с увеличением плотности костномозгового канала в левой бедренной кости



Рис. 2. Методика наложения цветного картирования. В метадиафизарной зоне левой бедренной кости определяется желтый цвет костномозгового канала, что указывает на отек костного мозга

Статистическую обработку результатов исследования проводили с определением: среднего квадратичного отклонения &, ошибки средних величин mx, которые позволили выявить средний уровень данного показателя при доверительной вероятности P<0,05.

Информативность МСКТ с применением методики цифровой денситометрии и цветного картирования изучали на основании определения: «общей точности» (ОТ), «чувствительности» (Ч), и «специфичности» (С), которые рассчитывали по следующим формулам:

$$Ч = ДП / ДП + ЛО; \quad С = ДО / ДО + ЛП;$$
$$ОТ = ДП + ДО / ДП + ДО + ЛП + ЛО,$$

где: ДП — количество достоверно положительных результатов; ДО — количество достоверно отрицательных результатов; ЛО — количество ложноотрицательных результатов; ЛП — количество ложноположительных результатов.

За достоверно положительный (отрицательный) результат принимали случаи положительного (отрицательного) совпадения заключения по лучевому исследованию с окончательным диагнозом. За ложноположительный (отрицательный) результат принимали случаи положительного (отрицательного) заключения по лучевому исследованию, не соответствующий окончательному диагнозу [28].

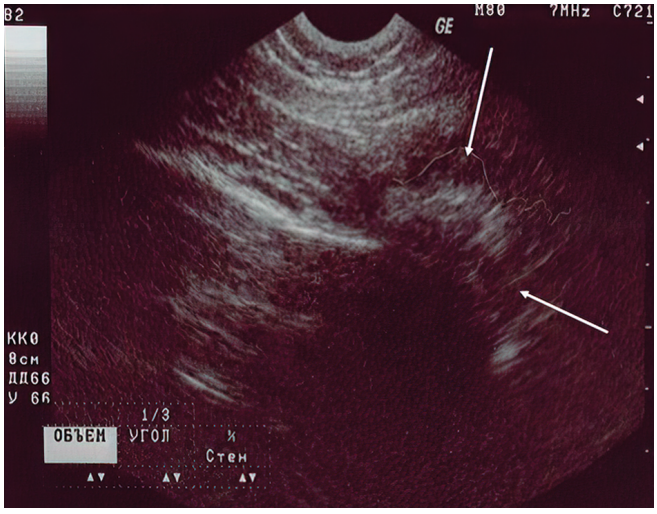


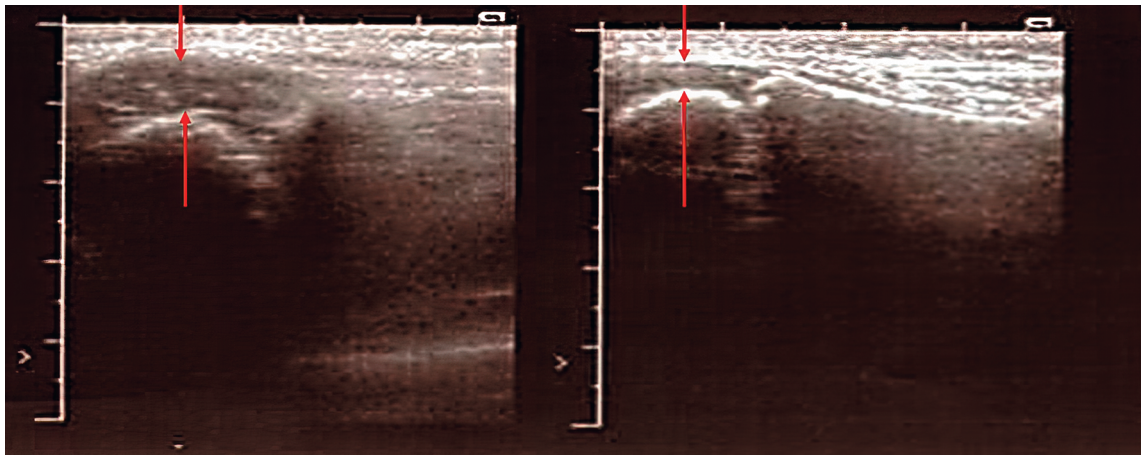
Рис 3. Ультразвуковое исследование коленного сустава. Деструкция хряща (стрелки)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Все дети поступили в срок до 5 суток от начала заболевания (n=138). Наиболее часто ОГО возникал у детей старшей возрастной группы (80%). У большинства детей (88%) сроки поступления в стационар, от начала заболевания, составили более 2 суток. Учитывая анатомо-физиологические особенности кровообращения трубчатых костей у детей первого года жизни, заключающиеся в наличии еще необлитертрованного метаэпифизарного сосуда, заболевание протекает с поражением хрящевой части эпифиза, а диагностика (УЗИ) должна выстраиваться в большинстве случаев на поиске структурных изменений хряща (рис. 3).

Помимо деструкции хряща, в младшей возрастной группе, наблюдались признаки артрита, в виде наличия выпота, который является синдромом, характерным для течения острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита (ОГМЭО) у младшей группы детей (рис. 4).

До недавнего времени основным наиболее информативным методом диагностики ОГО у детей в возрасте до 1 года являлась ультразвуковая диагностика, направленная на поиск структурных



а б

Рис. 4. Ультразвуковое исследование сустава. Расширение суставной щели с наличием гипоэхогенного выпота (а, стрелки) с гиперэхогенными включениями (б, стрелки)



Рис. 5. МСКТ тазобедренных суставов. В левом тазобедренном суставе визуализируется зона ограниченной деструкции левого бедра, прилежащая к зоне роста (стрелка)

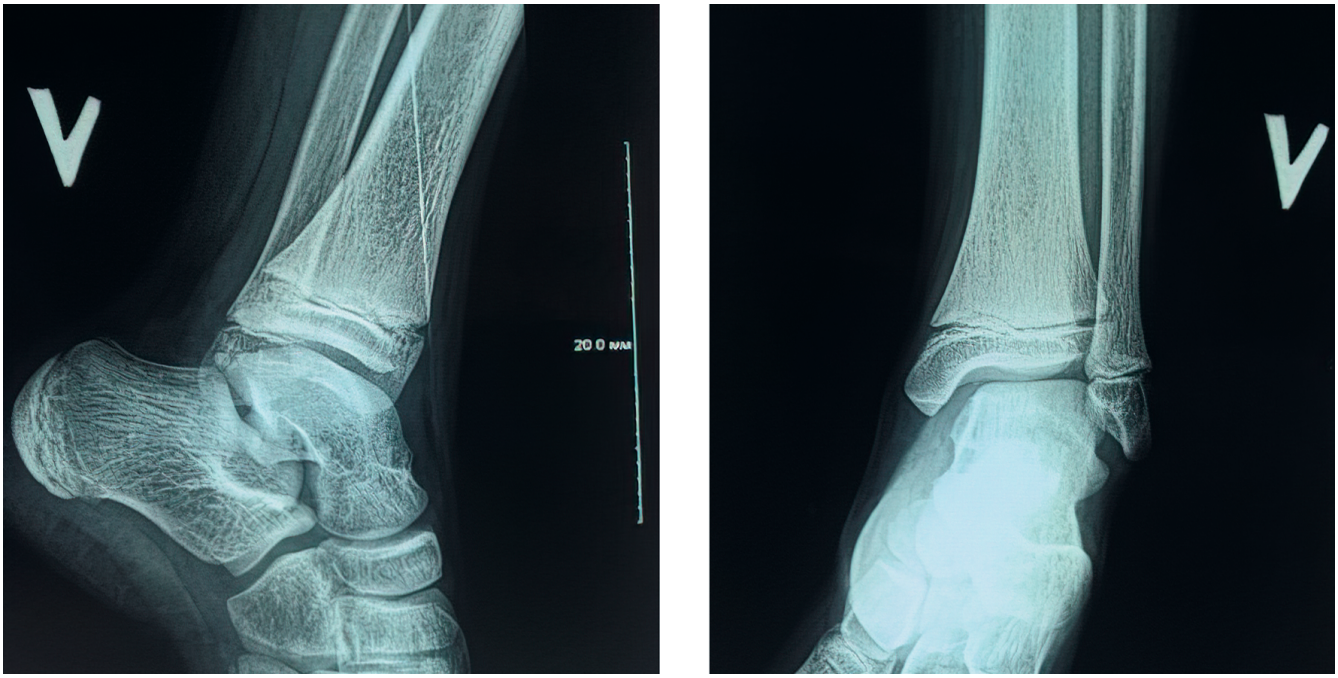


Рис. 6. Пациент 10 лет. Рентгенограмма левого голеностопного сустава с захватом нижней трети голени. Костно-деструктивные изменения в большеберцовых костях не выявлены

изменений хряща с признаками артрита. Но при условии рано начатой антибактериальной терапии, очаг поражения локализуется в ростковой зоне трубчатой кости и не выходит в зону хрящевого эпифиза, и выявить такой процесс возможно только при мультиспиральной компьютерной томографии (рис. 5).

Ведущим звеном в патогенезе ОГО у детей старше года является повышение внутрикостного давления. При местной форме течения ОГО у детей старше года диагностика должна быть направлена на выявление патологического процесса в интрамедуллярную фазу заболевания в виде отека костного мозга. Методом выбора в диагностике у детей старше года является мультиспиральная компьютерная томография с методиками цифровой денситометрии и цветного картирования (рис. 6–9).

В первые сутки от начала заболевания граница отека костного мозга нечеткая, поэтому возникали трудности в определении разницы денситометрических показателей, при сравнении контралатеральных зон конечностей, которые колебались в пределах от –26 до ±5,6 HU. Подобные данные подтвердили дополнительное применение методики цветного картирования для выявления отека костного мозга. Данные представлены в таблице 1.

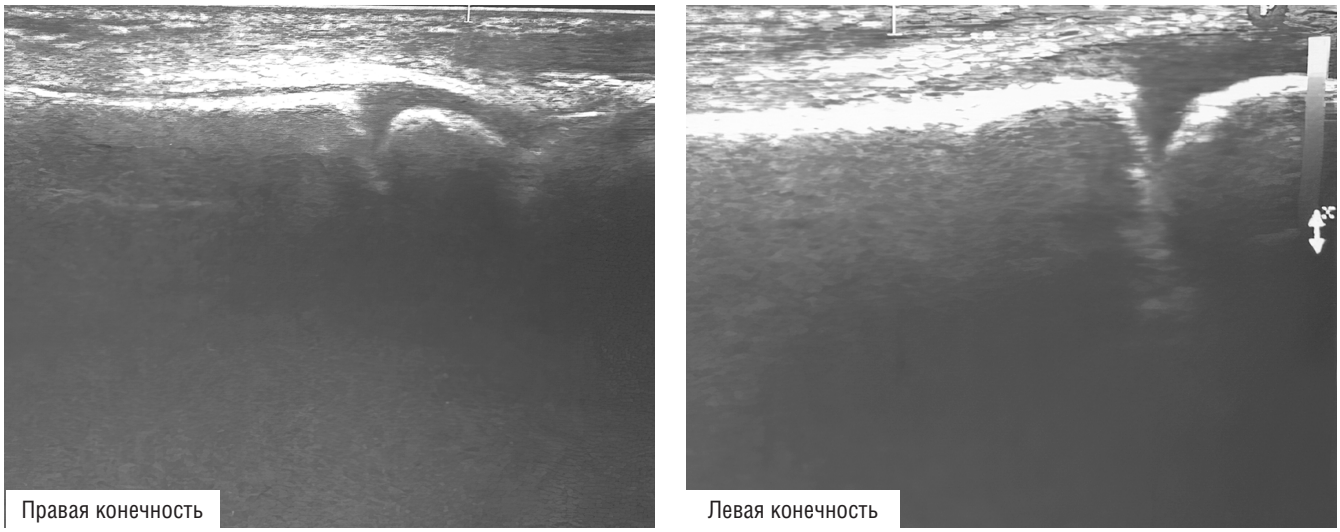


Рис. 7. Тот же пациент. При ультразвуковом исследовании пораженной конечности (левая) в сравнении со здоровой, явной асимметрии со стороны надкостницы и сустава не выявлено

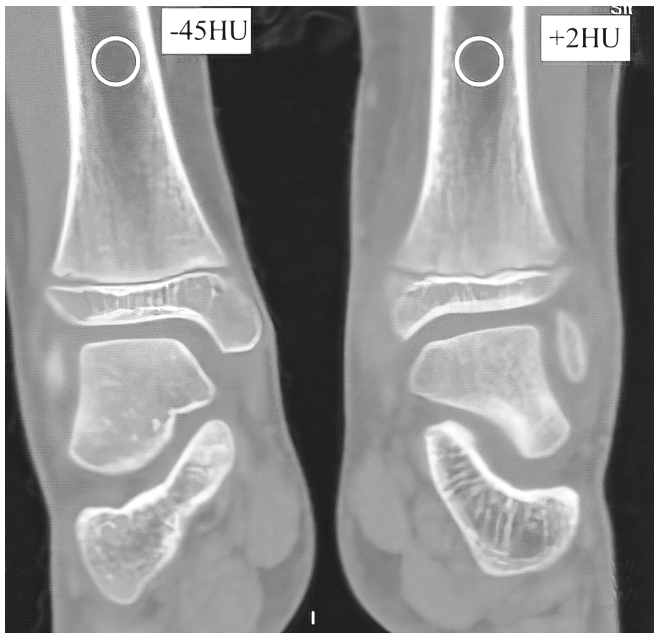


Рис. 8. Этот же пациент. При МСКТ выявлены асимметричные цифровые денситометрические показатели метадиафизарных зон большеберцовых костей

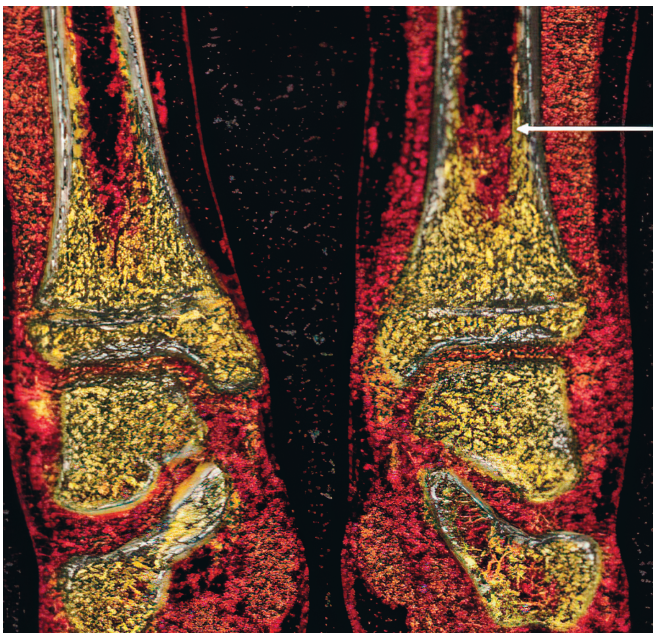


Рис. 9. Тот же пациент. При МСКТ с наложением цветного картирования выявлена асимметрия цветовой гаммы метадиафизарных зон. Характерный признак отека костного мозга в левой большеберцовой кости

При проведении МСКТ на 2–4-е сутки от начала заболевания установлено, что граница отека костного мозга представлена денситометрическими показателями от 0 до +37HU, с тенденцией распространения по диафизу, параметры представлены в таблице 2.

По нашим наблюдениям ранняя диагностическая чувствительность (ДЧ) и специфичность (ДС) при МСКТ (ДЧ=91%. ДС=87%) выше чем при рентгенографии (по данным Н.В. Марочко 2006, ДЧ=21%. ДС=100%) и УЗИ (по данным Н.В. Марочко 2006, ДЧ=90%. ДС=75%) при исследовании трубчатых костей. Полученные нами результаты практически близки к данным других исследователей КТ: ДЧ=99,1%. ДС=80%).

В зависимости от возраста диагностический алгоритм выстраивается в двух направлениях. У пациентов в возрасте до года первым и ранним методом диагностики является ультразвуковое исследование. В зависимости от полученных результатов

Таблица 1

Цифровые денситометрические показатели костномозгового канала метадиафизарных зон трубчатых костей у детей с ОГО, поступивших до 48 часов от начала заболевания при МСКТ

Анатомическая область	Возрастные группы		
	До 1 года	1–3 года	4–6 лет
Верхняя треть бедренной кости, M±σ	–	–	35–45 мм ниже середины большого вертела –12,3±17,9
Верхняя треть большеберцовой кости, M±σ	–	–	45–55 мм ниже зоны роста –10,7±15,3
Нижняя треть большеберцовой кости, M±σ		10–25 мм выше зоны роста +18,6±18,4	

Таблица 2

Цифровые денситометрические показатели костномозгового канала метадиафизарных зон трубчатых костей у детей с ОГО на 2–4-е сутки от начала заболевания при МСКТ

Анатомическая область	Возрастные группы		
	До 1 года	1–3 года	4–6 лет
Верхняя треть бедренной кости, M±σ	–	–	–
Верхняя треть большеберцовой кости	–	–	–
Нижняя треть большеберцовой кости, M±σ	10–25 мм выше зоны роста +18,6±18,4	–	–
Верхняя треть плечевой кости, M±σ	30–45 мм выше зоны роста +16,4±15,5	–	–

УЗИ, при подтверждении диагноза эпифизарного ОГО, проводят оперативное лечение в виде пункции пораженного сустава, а при отрицательных результатах УЗИ и сохраняющейся клинической картине проводят МСКТ, где достоверно опровергают или подтверждают диагноз метаэпифизарного ОГО. У детей старше 1-го года первым и ранним методом диагностики является МСКТ, по результатам которого при подтверждении диагноза проводится оперативное лечение — остеоперфорация, а при отрицательном результате — диагноз исключается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

МСКТ с применением методик цифровой денситометрии и цветного картирования позволяет в ранние сроки выявить и определить распространенность воспалительного отека в костномозговом канале, как наиболее раннего признака развития ОГО в трубчатых костях. Используемая методика ранней диагностики острого гематогенного остеомиелита у детей имеет высокую чувствительность (91%) и специфичность (87%).

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев М.К. Клиническая картина эпифизарного остеомиелита в детском возрасте. Педиатрия. 2008; 87 (1): 88–90.
2. Bhattacharya M., Joshi N. Spinal epidural abscess with myelitis and meningitis caused by Streptococcus pneumoniae in a young child. J Spinal Cord Med. 2011; 34 (3): 340–3119.
3. Andersen J.B., Mortensen J., Bech B.H., Hojgaard L., Borgwardt L. First experiences from Copenhagen with paediatric single photon emission computed tomography/computed tomography. Nucl. Med Commun. 2011; 32 (5): 356–62.
4. Fullilove S., Jellis J., Hughes S.P., Remick D.G., Friedland J.S. Local and systemic concentrations of tumour necrosis factor-alpha, interleukin-6 and interleukin-8 inbacterial osteomyelitis. Trans.R. Soc. Trop. Med. Hyg. 2000; 94 (2): 22–8.
5. Андреев Д.А., Бессарабов В.И., Пронь С.С. Ошибки при лечении детей с острым гематогенным остеомиелитом. Остеомиелиты у детей: тез. докл. Ижевск; 2006: 7–8.
6. Бландинский В.Ф., Нестеров В.В., Ярцев В.А. Острый гематогенный остеомиелит у новорожденных. Остеомиелиты у детей: тез. докл. Ижевск; 2006: 33–4.
7. Лобанов Ю.А., Цап Н.А., Нагорный Е.Н., Черненко Л.Ю. Осложнения и летальность как основной показатель эффективности лечения детей с острым гематогенным остеомиелитом. Остеомиелиты у детей: тез. докл. Ижевск; 2006: 143–6.
8. Bassiri-Jahromi S., Doostkam, A. Actinomyces and Nocardia Infections in Chronic Granulomatous Disease. Journal of Global Infectious Disease. 2011; 3: 348–52.
9. Hammond P.J., Macnicol P.J. Osteomyelitis of the pelvis and proximal femur: diagnostic difficulties.J. Pediatr. Orthop. 2001; 10 (2): 113–9.
10. Kouame B.D., Dick K.R., Ouattara O. Treatment of complicated childhood osteomyelitis at Yopougon University Hospital, Abidjan (Cote d'lvoire) Sante. 2005; 15 (2): 99–104.

11. Акжигитов Г.Н., Юдин Я.Б. Гематогенный остеомиелит. М.: Медицина; 1998: 48–56.
12. Хрыпов С.В., Красавина Д.А., Веселов А.Г., и др. Особенности тотального эндопротезирования при лечении вторичного коксартроза различного генеза у детей старшего возраста. Педиатр. 2017; 8 (4): 43–7. DOI: 10.17816/PED8443-47.
13. Рейнберг С.А. Рентгенодиагностика заболеваний костей и суставов. М.: Медицина; 1964: 293–332.
14. Рахимов С.Р. Косвенные рентгенологические симптомы острого гематогенного остеомиелита у детей. Тез. докл. Витебск; 1996: 87.
15. Красовская Т.В., Сафонова М.В. Комплексная ультразвуковая и рентгенологическая диагностика воспалительных заболеваний костей и суставов у детей первого года жизни. Медицинская визуализация. 2000; 3: 41–6.
16. Марочко Н.В. Ультразвуковая диагностика острого гематогенного остеомиелита у детей. Автореф. дис. … канд. мед. наук.М.; 2006.
17. Jincharadze N., Dumbadze N. Some clinical characteristics of acute hematogenicosteomielitis in sepsis and int early diagnosis in newborns using joint ultrasound investigation. Diagnostic Ultrasound. 2000; 1: 48–51.
18. Юрьев В.В., Симаходский А.С., Воронович Н.Н., Хомич М.М. Рост и развитие ребенка. Для студентов медицинских вузов и врачей-педиатров. Сер. Краткий справочник (3-е издание, стереотипоное). Санкт-Петербург, 2007.
19. Pineda C., Espinosa R., Pena A. Radiographic imaging in osteomyelitis: the role of plain radiography, computed tomography, ultrasonography, magnetic resonance imaging, and scintigraphy. Semin. Plast. Surg. 2009; 23: 80–9.
20. Pineda C., Vargas A., Rodríguez A. Imaging of osteomyelitis: Current concepts. Infect. Dis. Clin. North. Am. 2006; 20: 789–825.
21. Разинова А., Позднякова О., Масалова В., Поздняков А., Макаров Л., Петренко Ю., Силантьева М. Магнитно резонансная томография по протоколу whole body у детей: клиническое применение. Визуализация в медицине. 2020; 2 (1): 3–15.
22. Lee S.M., Lee S.H., Kang H.Y. Assessment of musculoskeletal infection in rats to determine usefulness of SPIOenhanced MRI. Am.J. Roentgenol. 2007; 189: 542–8.
23. Fukuda Y., Ando K., Ishikura R. Superparamagnetic iron oxide (SPIO) MRI contrast agent for bone marrow imaging: differentiating bone metastasis and osteomyelitis. Magn. Reson. Med. Scien. 2006; 5: 191–6.
24. Averill L. Diagnosis of osteomyelitis in children: Utility of fatsuppressed contrast-enhanced MRI. Am.J. Roentgenol. 2009; 192: 1232–8.
25. Дьячкова Г.В., Митина Ю.Л. Компьютерно-томографическая семиотика остеонекроза и секвестрации при хроническом гематогенном остеомиелите. Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2007; 166 (4): 25–9.
26. Маркосьян С.А., Герасименко А.В., Салин А.Н., Камаев А.Б. Использование спиральной компьютерной томографии в диагностике остеомиелита. Остеомиелиты у детей: тез. докл. Ижевск; 2006: 148–150.
27. Warmann S.W., Dittmann H., Seitz G., Bares R., Fuchs J., Schafer J.F. Follow-up of acute osteomyelitis in children: the possible role of PET/CT in selected ca ses.J. Pediatr. Surg. 2011; 46 (8): 1550–6.
28. Труфанов Г.Е., Рудь С.Д. Рентгеновская компьютерная томография. СПб.: Фолиант; 2008.
29. Черемисин В.М., Лыюров Д.А., Дитятев И.П., Сварич В.Г. Критерий денситометрических характеристик метадиафизарных и диафизарных зон трубчатых костей у здоровых детей по данным компьютерной томографии. Врач-аспирант. 2014; 2: 93–6.
30. Баиров Г.А., Рошаль Л.М. Гнойная хирургия детей. СПб.: Медицина; 1991: 216–7.
31. Кармазановский Г.Г. Оценка диагностической значимости метода (чувствительность, специфичность, общая точность). Анналы хирургической гепатологии. 1997; 2: 139–42.
32. De Eulate A.L., Bilbao E.S. Infections of the Musculoskeletal system. Radiologic Findings. 2012; C-0460: 1–25.

REFERENCES

1. Belyayev M.K. Klinicheskaya kartina epifizarnogo osteomiyelita v detskom vozraste. [The clinical picture of epiphyseal osteomyelitis in childhood]. Pediatriya. 2008; 87 (1): 88–90. (In Russian).
2. Bhattacharya M., Joshi N. Spinal epidural abscess with myelitis and meningitis caused by Streptococcus pneumoniae in a young child. J Spinal Cord Med. 2011; 34 (3): 340–3119.
3. Andersen J.B., Mortensen J., Bech B.H., Hojgaard L., Borgwardt L. First experiences from Copenhagen with paediatric single photon emission computed tomography/computed tomography. Nucl. Med Commun. 2011; 32 (5): 356–62.
4. Fullilove S., Jellis J., Hughes S.P., Remick D.G., Friedland J.S. Local and systemic concentrations of tumour necrosis factor-alpha, interleukin-6 and interleukin-8 inbacterial osteomyelitis. Trans.R. Soc. Trop. Med. Hyg. 2000; 94 (2): 22–8.
5. Andreyev D.A., Bessarabov V.I., Pron' S.S. Oshibki pri lechenii detey s ost-rym gematogennym osteomiyelitom. [Errors in the treatment of children with acute hematogenous osteomyelitis]. Osteomiyelity u detey: tez. dokl. Izhevsk; 2006: 7–8. (In Russian).
6. Blandinskiy V.F., Nesterov V.V., Yartsev V.A. Ostryy gematogennyy osteo-miyelit u novorozhdennykh. [Acute hematogenous osteo-myelitis in newborns]. Osteomiyelity u detey: tez. dokl. Izhevsk; 2006: 33–4. (In Russian).
7. Lobanov Yu.A., Tsap N.A., Nagornyy Ye.N., Chernenko L. Yu. Oslozhneniya i le-tal'nost' kak osnovnoy pokazatel' effektivnosti lecheniya detey s ostrym gematogennym osteomiyelitom. [Complications and mortality as the main indicator of the effectiveness of treatment of children with acute he-

matogenous osteomyelitis]. Osteomiyelity u detey: tez. dokl. Izhevsk; 2006: 143–6. (In Russian).
8. Bassiri-Jahromi S., Doostkam, A. Actinomyces and Nocardia Infections in Chronic Granulomatous Disease. Journal of Global Infectious Disease. 2011; 3: 348–52.
9. Hammond P.J., Macnicol P.J. Osteomyelitis of the pelvis and proximal femur: diagnostic difficulties.J. Pediatr. Orthop. 2001; 10 (2): 113–9.
10. Kouame B.D., Dick K.R., Ouattara O. Treatment of complicated childhood osteomyelitis at Yopougon University Hospital, Abidjan (Cote d'lvoire) Sante. 2005; 15 (2): 99–104.
11. Akzhigitov G.N., Yudin Ya.B. Gematogennyy osteomiyelit. [Hematogenous osteomyelitis]. Moscow: Meditsina Publ.; 1998: 48–56. (In Russian).
12. Khrypov S.V., Krasavina D.A., Veselov A.G., i dr. Osobennosti total'nogo en-doprotezirovaniya pri lechenii vtorichnogo koksartroza razlichnogo geneza u detey starshego vozrasta. [Features of total endoprosthetics in the treatment of secondary coxarthrosis of various origins in older children]. Pediatr. 2017; 8 (4): 43–7. DOI: 10.17816/PED8443-47. (In Russian).
13. Reynberg S.A. Rentgenodiagnostika zabolevaniy kostey i sustavov. [X-ray diagnostics of diseases of bones and joints]. Moscow: Meditsina Publ.; 1964: 293–332. (In Russian).
14. Rakhimov S.R. Kosvennyye rentgenologicheskiye simptomy ostrogo gematogenno-go osteomiyelita u detey. [Indirect radiological symptoms of acute hematogenous osteomyelitis in children]. Tez. dokl. Vitebsk; 1996: 87. (In Russian).
15. Krasovskaya T.V., Safonova M.V. Kompleksnaya ul'trazvukovaya i rentgenologi-cheskaya diagnostika vospalitel'nykh zabolevaniy kostey i sustavov u detey pervogo goda zhizni. [Complex ultrasound and X-ray diagnostics of inflammatory diseases of bones and joints in children of the first year of life]. Meditsinskaya vizualizatsiya. 2000; 3: 41–6. (In Russian).
16. Marochko N.V. Ul'trazvukovaya diagnostika ostrogo gematogennogo osteomiye-lita u detey. [Ultrasound diagnostics of acute hematogenous osteomyelitis in children]. Avtoref. dis. … kand. med. nauk.M.; 2006. (In Russian).
17. Jincharadze N., Dumbadze N. Some clinical characteristics of acute hematogenicosteomielitis in sepsis and int early diagnosis in newborns using joint ultrasound investigation. Diagnostic Ultrasound. 2000; 1: 48–51.
18. Yur'yev V.V., Simakhodskiy A.S., Voronovich N.N., Khomich M.M. Rost i razvitiye rebenka. [Child growth and development]. Dlya studentov meditsinskikh vuzov i vrachey-pediatrov. Ser. Kratkiy spravochnik (3-ye izdaniye, stereotiponoye). Sankt-Peterburg, 2007. (In Russian).
19. Pineda C., Espinosa R., Pena A. Radiographic imaging in osteomyelitis: the role of plain radiography, computed tomography, ultrasonography, magnetic resonance imaging, and scintigraphy. Semin. Plast. Surg. 2009; 23: 80–9.
20. Pineda C., Vargas A., Rodríguez A. Imaging of osteomyelitis: Current concepts. Infect. Dis. Clin. North. Am. 2006; 20: 789–825.
21. Razinova A., Pozdnyakova O., Masalova V., Pozdnyakov A., Makarov L., Petrenko Yu., Silant'yeva M. Magnitno rezonansnaya tomografiya po protokolu whole body u detey: klinicheskoye primeneniye. [Magnetic resonance imaging under the whole body protocol in children: clinical use]. Vizualizatsiya v meditsine. 2020; 2 (1): 3–15. (In Russian).
22. Lee S.M., Lee S.H., Kang H.Y. Assessment of musculoskeletal infection in rats to determine usefulness of SPIOenhanced MRI. Am.J. Roentgenol. 2007; 189: 542–8.
23. Fukuda Y., Ando K., Ishikura R. Superparamagnetic iron oxide (SPIO) MRI contrast agent for bone marrow imaging: differentiating bone metastasis and osteomyelitis. Magn. Reson. Med. Scien. 2006; 5: 191–6.
24. Averill L. Diagnosis of osteomyelitis in children: Utility of fatsuppressed contrast-enhanced MRI. Am.J. Roentgenol. 2009; 192: 1232–8.
25. D'yachkova G.V., Mitina Yu.L. Komp'yuterno-tomograficheskaya semiotika os-teonekroza i sekvestratsii pri khronicheskom gematogennom osteomiyelite. [Computed tomographic semiotics of osteonecrosis and sequestration in chronic hematogenous osteomyelitis]. Vestnik khi-rurgii im. I.I. Grekova. 2007; 166 (4): 25–9. (In Russian).
26. Markos'yan S.A., Gerasimenko A.V., Salin A.N., Kamayev A.B. Ispol'zovaniye spiral'noy komp'yuternoy tomografii v diagnostike osteomiyelita. [The use of spiral computed tomography in the diagnosis of osteomyelitis]. Osteomiyelity u detey: tez. dokl. Izhevsk; 2006: 148–150. (In Russian).
27. Warmann S.W., Dittmann H., Seitz G., Bares R., Fuchs J., Schafer J.F. Follow-up of acute osteomyelitis in children: the possible role of PET/CT in selected ca ses.J. Pediatr. Surg. 2011; 46 (8): 1550–6.
28. Trufanov G.Ye., Rud' S.D. Rentgenovskaya komp'yuternaya tomografiya. [X-ray computed tomography]. St.-Petersburg: Foliant Publ.; 2008. (In Russian).
29. Cheremisin V.M., Lyyurov D.A., Dityatev I.P., Svarich V.G. Kriteriy densito-metricheskikh kharakteristik metadiafizarnykh i diafizarnykh zon trubchatykh kostey u zdorovykh detey po dannym komp'yuternoy tomografii. [A criterion for the densitometric characteristics of metadiaphyseal and diaphyseal zones of tubular bones in healthy children according to computed tomography]. Vrach-aspirant. 2014; 2: 93–6. (In Russian).
30. Bairov G.A., Roshal' L.M. Gnoynaya khirurgiya detey. [Purulent surgery of children]. St.-Petersburg: Meditsina Publ.; 1991: 216–7. (In Russian).
31. Karmazanovskiy G.G. Otsenka diagnosticheskoy znachimosti metoda (chuvstvi-tel'nost', spetsifichnost', obshchaya tochnost'). [Assessment of the diagnostic significance of the method (sensitivity, specificity, overall accuracy.) Annals of Surgical Hepatology]. Annaly khirurgicheskoy gepatologii. 1997; 2: 139–42. (In Russian).
32. De Eulate A.L., Bilbao E.S. Infections of the Musculoskeletal system. Radiologic Findings. 2012; C-0460: 1–25.

УДК 616.894-073.7-053.8-071+616.892.3+616.832-004.2+616.8-091+001.5+004.8

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНОЙ РЕЗОНАНСНОЙ МОРФОМЕТРИИ И ПОЗИТРОННОЙ ЭМИССИОННОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА

© Максим Владимирович Артемов, Андрей Алексеевич Станжевский

Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова, Санкт-Петербург, Россия. 197758, Санкт-Петербург, п. Песочный, Ленинградская ул., 70

Контактная информация: Максим Владимирович Артемов — к.м.н., заведующий отделением. E-mail: maks86–86@mail.ru

Резюме. С развитием методов магнитной резонансной томографии и позитронной эмиссионной томографии дифференциальная диагностика деменций альцгеймеровского типа стала более точной. Разработаны дополнительные критерии характера распространенности атрофического и метаболического процессов головного мозга при деменции. Внедрение технологии МР-морфометрии в клиническую практику позволяет количественно определять степень атрофии вещества мозга, а при позитронной эмиссионной томографии появилась возможность оценивать метаболические изменения. В нашей работе было обследовано 84 пациента, из них 36 с умеренным когнитивным дефицитом и 48 с болезнью Альцгеймера на стадии «мягкой» деменции. Применяемые методики с высокой точностью позволяют выявлять атрофию и метаболические изменения различных структур головного мозга, оценивать динамику развития процесса и проводить дифференциальную диагностику неврологических заболеваний.

Ключевые слова: болезнь Альцгеймера, МР-морфометрия, ПЭТ с 18F-ФДГ, гиппокампы.

APPLICATION OF MAGNETIC RESONANCE MORPHOMETRY AND POSITRONIC EMISSION TOMOGRAPHY IN DIAGNOSIS OF ILLNESS OF ALZHEIMER

© Maksim V. Artemov, Andrey A. Stanzhevsky

Russian scientific center of radiology and surgical technologies, St. Petersburg, Russia. 197758, St. Petersburg, Pesochny settlement, Leningradskaya st., 70

Contact Information: Maksim V. Artemov — Candidate of Medical Sciences, Head of the Department. E-mail: maks86–86@mail.ru

Summary. With the development of methods of magnetic resonance tomography and positron emission tomography, differential diagnosis of dementia of the Alzheimer's type has become more accurate. Additional criteria have been developed for the prevalence of the atrophic and metabolic process of the brain in dementia. The introduction of MR-morphometry technology into clinical practice makes it possible to quantify the degree of atrophy of brain matter, and in positron emission tomography, it is possible to evaluate metabolic changes. In our work, 84 patients were examined, of which 36 with moderate cognitive deficits and 48 with Alzheimer's disease at the stage of "mild" dementia. The applied methods with high accuracy make it possible to detect atrophy and metabolic changes in various structures of the brain, to evaluate the dynamics of the development of the process and to conduct differential diagnosis of neurological diseases.

Key words: Alzheimer's disease, MRI morphometry, PET with 18F-FDG, the hippocampi.

ВВЕДЕНИЕ

Болезнь Альцгеймера (БА) представляет собой одно из наиболее распространенных тяжелых социально значимых заболеваний. В развитых странах данное заболевание в перспективе рассматривается как одна из основных проблем системы здравоохранения [1, 4, 5]. При этом в настоящее время регистрируемое ежегодно число новых случаев деменции приближается к 7,7 миллионам пациентов [6].

Несмотря на стремительное развитие методов лучевой визуализации, прежде всего современных технологий магнитно-резонансной томографии, многие вопросы, связанные со своевременной диагностикой болезни Альцгеймера, продолжают оставаться нерешенными. В связи с этим в последние годы пристальное внимание уделяется внедрению в практику метода позитронной эмиссионной томографии с 18F-фтордезоксиглюкозой (18F-ФДГ) [2, 3, 13, 15]. Однако возможности комплексного применения позитронно-эмиссионной томографии с 18F-ФДГ и современных технологий МРТ (в частности, магнитно-резонансной морфометрии) в диагностике начальных проявлений болезни Альцгеймера изучены недостаточно полно. Не существует общего мнения относительно

единой методологии обработки результатов ПЭТ и МР-морфометрии у пациентов с когнитивными нарушениями.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучить возможности магнитно-резонансной морфометрии и позитронной эмиссионной томографии с фтордезоксиглюкозой в диагностике пациентов с умеренным когнитивным дефицитом и болезнью Альцгеймера.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С 2012 по 2017 гг. в Российском научном центре радиологии и хирургических технологий проведено комплексное магнитно-резонансное и позитронно-эмиссионное обследование 84 пациентов с умеренным когнитивным дефицитом и «мягкой» деменцией при болезни Альцгеймера (54 женщины и 30 мужчин, в возрасте от 63 до 86 лет). Средний возраст больных составил 76,09±6,61 года. В группу контроля (ГК) вошли 60 человек, сопоставимые по возрасту (75,1±6,0 лет) с пациентами, страдающими когнитивным дефицитом. Диагноз умеренного когнитивного дефицита и деменции основывался на клинической классификации МКБ-10. Для оценки выраженности когнитивных нарушений у пациентов использовались стандартные шкалы и тесты (краткая шкала оценки психического статуса (MMSE); методика «батарея исследования лобной дисфункции»; комплексная шкала оценки деменции Маттиса), а также шкала оценки клинической тяжести деменции (CDR).

Всем пациентам (n=84) выполняли магнитную резонансную томографию. Позитронную эмиссионную томографию с 2-[18F]-фтор-2-дезокси-Д-глюкозы (18F-ФДГ) выполнили 31 пациенту с умеренным когнитивным дефицитом и 41 пациенту с «мягкой» деменцией при болезни Альцгеймера.

Магнитную резонансную томографию головного мозга выполняли на магнитно-резонансном томографе с напряженностью магнитного поля 3,0 Т. Использовали стандартную поверхностную головную катушку. Стандартное исследование проводили в трех проекциях с получением T1-, T2-взвешенных изображений (ВИ), импульсной последовательности «инверсия–восстановление» — FLAIR и импульсной последовательности 3D T1 (FE). Для морфометрической оценки объема коры и других структур головного мозга использовались T1-взвешенные изображения (FE) с толщиной среза 1,2 мм^3. Обработка полученных томограмм выполнялась с помощью программного обеспечения FreeSurfer (сайт: http://surfer.nmr.mgh.harvard.edu/).

Позитронно-эмиссионную томографию головного мозга выполняли на установке совмещенной с КТ (ПЭТ/КТ) с 18F-ФДГ с возможностью полу-

Таблица 1

Варианты изменений объемных показателей коры головного мозга при основных нозологических формах когнитивного дефицита

Нозологическая форма когнитивного дефицита	Характер изменения объема коры в различных структурах головного мозга
Умеренный когнитивный дефицит	Уменьшение объема коры в области гиппокампов, миндалевидных тел, энториальной зоны, фузиформной и средней височной извилин
Болезнь Альцгеймера на стадии «мягкой» деменции	Уменьшение объема коры в проекции гиппокампов, миндалевидных тел, энториальной зоны, фузиформной, нижней теменной и средней височной извилин, а также медиальной и латеральной орбитофронтальной областей

Таблица 2

Изменение объема (мм^3) различных структур головного мозга при умеренном когнитивном дефиците и болезни Альцгеймера (по данным МР-морфометрии)

Группа	Величина	Гиппокампы	МТ	ЭК	ФИ	НТИ	СВИ	МОФК
БА (n=48)	M	2163,59	789,86	934,63	5123,69	7954,88	6216,5	5602,06
	δ	297,92	292,49	243,35	880,74	989,94	1420,2	990,72
УКД (n=36)	M	2967,208	1224,542	1415,75	7059,0833	10412,75	8204,333	7317,667
	δ	407,452	273,7594	162,47	834,1135	1795,5406	1420,466	870,1018
	p	P <0,05	P <0,05	P <0,05	P <0,05	P <0,05	P <0,05	P <0,05

Примечание: БА — болезнь Альцгеймера, УКД — умеренный когнитивный дефицит, МТ — миндалевидное тело, ЭК — энторинальная кора, ФИ — фузиформная извилина, НТИ — нижняя теменная извилина, СВИ — средняя височная извилина, МОФК — медиальная орбитофронтальная кора.

количественного анализа полученных результатов с помощью программного пакета Cortex ID, установленного на рабочих станциях ADW 4.5 и 4.6.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью стандартного пакета программ Statistica for Windows 95/NTv. 577. Достоверность оценивали по непараметрическому критерию Манна–Уитни с уровнем значимости $p<0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Основные структурные изменения коры головного мозга у больных с умеренным когнитивным дефицитом и мягкой формой болезни Альцгеймера, обнаруженные в нашем исследовании по данным МР-морфометрии, представлены в таблице 1.

Объемные характеристики (мм^3) в различных областях коры мозга у пациентов с умеренным когнитивным дефицитом и болезнью Альцгеймера представлены в таблице 2.

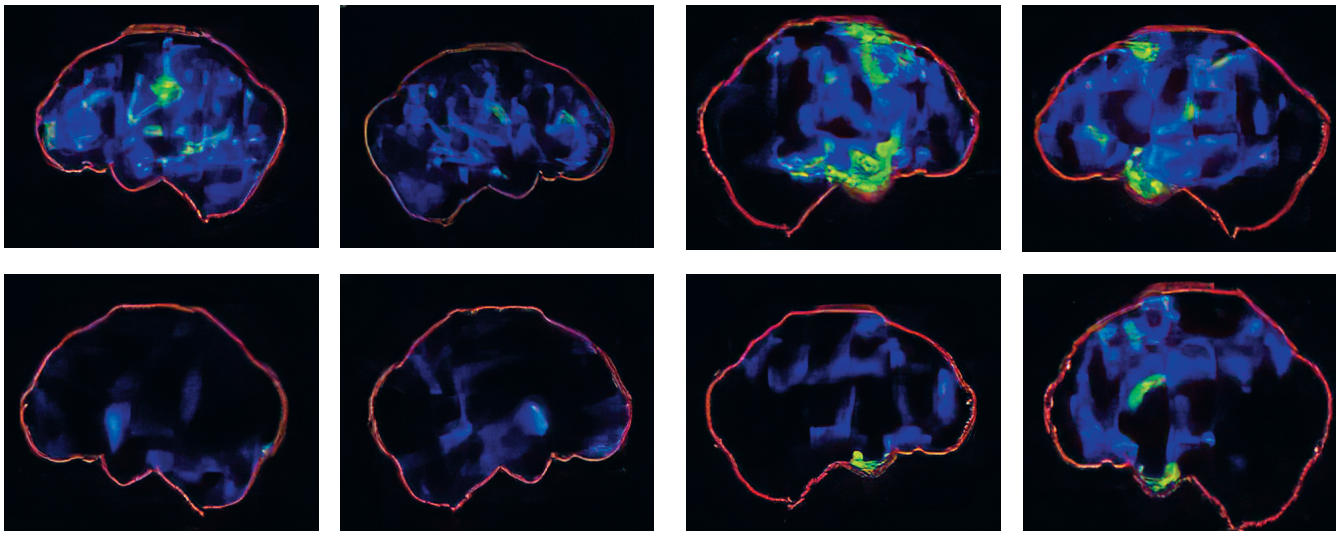
При прогрессировании когнитивного дефицита и развитии синдрома деменции наиболее выраженные атрофические изменения локализовались в медиальных отделах височных долей обоих полушарий головного мозга. Наибольшие показатели точности МР-морфометрии при сравнении полученных данных с группой контроля были получены при пороговом значении объема коры в области гиппокампов, равном 3042,7 мм^3. Дополнительным критерием, позволяющим дифференцировать умеренный когнитивный дефицит от болезни Альцгеймера, явилось достоверно значимое снижение объема головного мозга в медиальной орбитофронтальной коре до 7302,06 мм^3. Необходимо отметить, что единичные ложноотрицательные и ложноположительные случаи в группе пациентов с «мягкой» формой болезни Альцгеймера были обусловлены минимальной выраженностью уменьшения объемных показателей коры различных структур головного мозга или более выраженной (по сравнению со средними показателями) атрофией коры у пациентов с умеренным когнитивным дефицитом. Изменения, выявленные при ПЭТ с 18F-ФДГ у больных с умеренным когнитивным дефицитом и «мягкой» формой деменции при болезни Альцгеймера, представлены в таблице 3 и на рисунке 1.

Как видно из приведенного рисунка, у пациентов с болезнью Альцгеймера отмечается снижен-

Таблица 3

Варианты метаболических изменений при основных нозологических формах когнитивного дефицита

Нозологическая форма когнитивного дефицита	Характер изменения метаболической активности
Умеренный когнитивный дефицит	Гипометаболизм глюкозы в медиобазальных отделах височных долей, в области гиппокампов, задних отделах поясных извилин
Болезнь Альцгеймера на стадии «мягкой» деменции	Гипометаболизм глюкозы в ассоциативной коре височных и теменных долей, в сенсомоторной коре теменных долей, задних отделах поясных извилин, лобных долях, медиальной орбитофронтальной коре



а б

Рис. 1. ПЭТ головного мозга с у пациентов: с умеренным когнитивным дефицитом (а) и «мягкой» деменцией при болезни Альцгеймера (б)

ное накопление 18F-ФДГ в височных, теменных и частично в лобных долях.

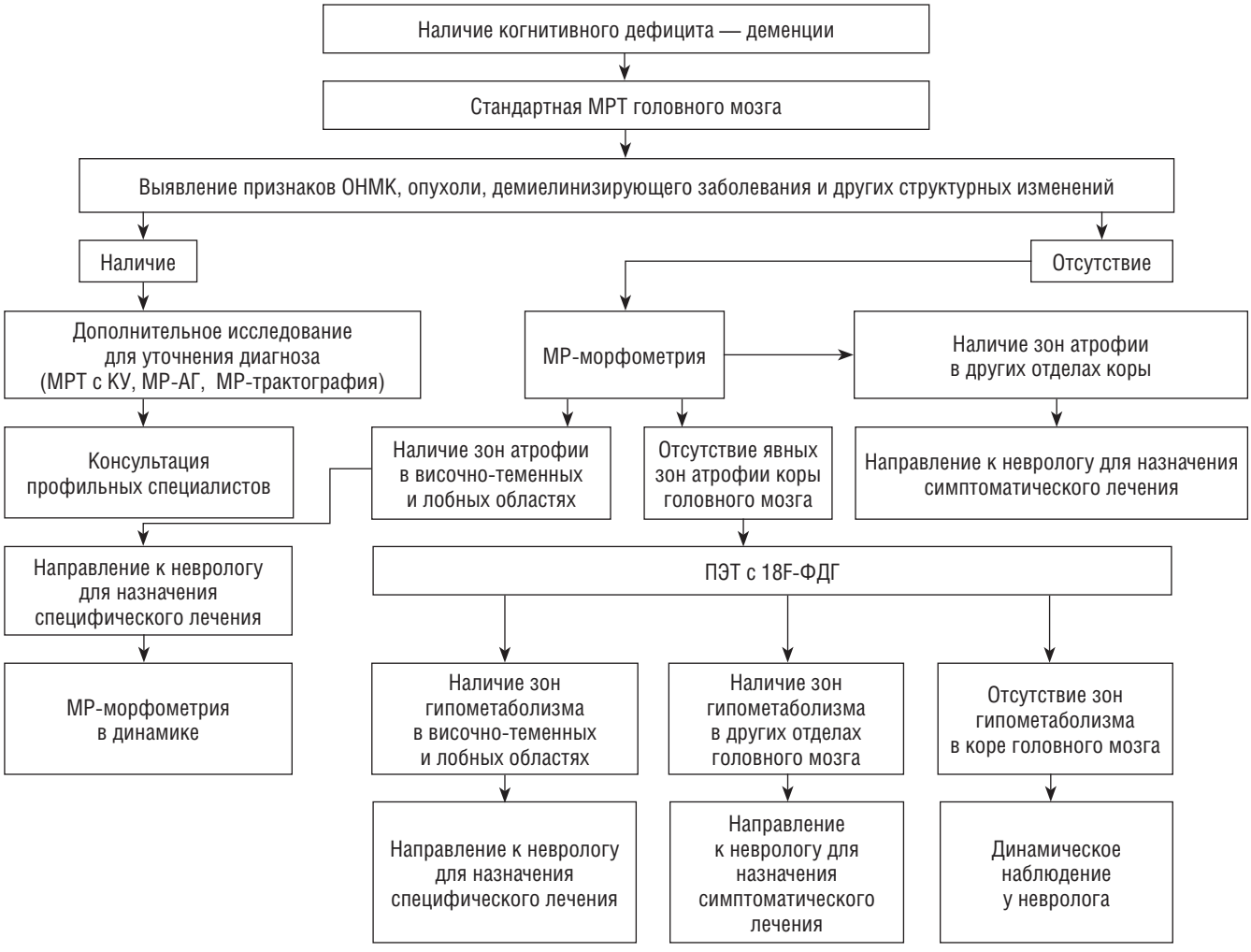
На основании анализа результатов комплексного лучевого исследования больных с когнитивными нарушениями, нами был разработан алгоритм диагностики болезни Альцгеймера.

ОБСУЖДЕНИЕ

В работе показано, что комплексный подход с применением данных методик может быть эффективно использован в выявлении изменений у больных с ранними признаками когнитивного дефицита. В ходе выполненных исследований было определено, что самые ранние изменения возникают, в первую очередь, в медиальных отделах височных долей и, в частности в области гиппокампов. Как известно, именно эти структуры поражаются на начальных стадиях когнитивных нарушений [7, 8, 9, 14]. По мере нарастания когнитивного дефицита наблюдается увеличение распространенности атрофических изменений коры головного мозга (при МР-морфометрии) и зон гипометаболизма (при ПЭТ с 18F-ФДГ) [12]. Полученные результаты согласуются с результатами некоторых зарубежных исследователей [10, 12, 16] и совпадают с результатами других авторов [7, 8, 11, 14], которые свидетельствуют о высокой информативности ПЭТ с 18F-ФДГ в определении локализации и характера выраженности метаболических нарушений в веществе головного мозга.

Таким образом, методики магнитно-резонансной морфометрии и позитронной эмиссионной томографии, основанные на расчете количественных и полуколичественных показателей объема коры и метаболизма серого вещества головного мозга, позволяют с высокой точностью выявлять когнитивные нарушения на ранних стадиях их развития, а также проводить дифференциальную диагностику между умеренным когнитивным дефицитом и болезнью Альцгеймера.

Алгоритм обследования пациентов с когнитивным дефицитом



С применением данных методик возможны ранняя диагностика и оценка динамики развития нейродегенеративного процесса с последующим проведением своевременных и адекватных лечебных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бачинская Н.Ю. Болезнь Альцгеймера. Нейро News: психоневрология и нейропсихиатрия. 2011; 2–1: 14–23.
2. Емелин А.Ю., Одинак М.М., Труфанов Г.Е. и соавт. Возможности позитронной эмиссионной томографии в дифференциальной диагностике деменций. Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2010; 4 (32): 46–51.
3. Лобзин В.Ю., Одинак М.М., Фокин В.А. и соавт. Метаболические изменения головного мозга при болезни Альцгеймера, сосудистой и смешанной деменции. Неврология. 2013; 14: 1085–99.
4. Чухловина М.Л. Деменция. Диагностика и лечение. СПб.: Питер; 2010.
5. Яхно Н.Н., Захаров В.В., Локшина А.Б., Коберская Н.Н., Мхитарян Э.А. Деменции. Руководство для врачей. 3-е изд.М.: МЕДпресс-информ.; 2011.
6. Alzheimer’s Association. 2010 Alzheimer’s disease facts and figures. Alzheimer’s & Dementia. 2010; 6: 158–94.
7. Barkhof F., Nick C., Fox A.J. et al. Neuroimaging in Dementia. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2011; 278.
8. Berti V., Pupi A., Mosconi L. Ann N.Y. PET/CT in diagnosis of dementia. Acad Sci. 2011; 1228: 81–92.
9. Carrilo M.C., Thies W., Bain L.J. The Global Impact of Alzheimer’s Disease. Adv Biol Psychiatry. 2012; 28: 1–14.
10. Destrieux C., Fischl B., Dale A. Automatic parcellation of human cortical gyri and sulci using standard anatomical nomenclature. Neuroimage. 2010; 53: 1–15.
11. Kono A.K., Ishii K., Sofue K. et al. Fully automatic differential diagnosis system for dementia with Lewy bodies and Alzheimer's disease using FDG-PET and 3D-SSP. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2007; 34 (9): 1490–7.
12. Madelaine D., Neda J., Nir Talia M. et al. Breakdown of Brain Connectivity Between Normal Aging and Alzheimer's Disease: A Structural k-Core Network Analysis. Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. Brain Connectivity. 2013; 3 (4): 407–22.
13. Matsuda H., Mizumura S., Nemoto K. et al. Automatic Voxel-Based Morphometry of Structural MRI by SPM8 plus Diffeomorphic Anatomic Registration Through Exponentiated Lie Algebra Improves the Diagnosis of Probable Alzheimer Disease. AJNR. 2012; 33: 1109–14.
14. Minoshima S., Frey K.A., Burdette J.H. et al. Interpretation of metabolic abnormalities in Alzheimer's disease using three-dimensional stereotactic surface projections (3D-SSP) and normal database.J. Nuc Med. 1995; 36: 1239–48.
15. Reiman E.M., Jagus W.J. Brain imaging in the study of Alzheimer's disease. Neuroimage. 2012; 61 (2): 505–16.
16. Simmons A., Westman E., Muehlboeck S. et al. The AddNeuroMed framework for multi-centre MRI assessment of Alzheimer's disease: experience from the first 24 months. Int J Geriatr Psychiatry. 2011; 26: 75–82.

REFERENCES

1. Bachinskaya N.Yu. Bolezn' Al'tsgeymera. [Alzheimer's disease]. Neyro News: psikhonevrologiya i neyropsikhiatriya. 2011; 2–1: 14–23. (In Russian).
2. Yemelin A.Yu., Odinak M.M., Trufanov G.Ye. i soavt. Vozmozhnosti pozitronnoy emissionnoy tomografii v differentsial'noy diagnostike dementsiy. [Possibilities of positron emission tomography in the differential diagnosis of dementia]. Vestnik Rossiyskoy Voyenno-meditsinskoy akademii. 2010; 4 (32): 46–51. (In Russian).
3. Lobzin V.YU., Odinak M.M., Fokin V.A. i soavt. Metabolicheskiye izmeneniya golovnogo mozga pri bolezni Al'tsgeymera, sosudistoy i smeshannoy dementsii. [Metabolic changes in the brain in Alzheimer's disease, vascular and mixed dementia]. Nevrologiya. 2013; 14: 1085–99. (In Russian).
4. Chukhlovina M.L. Dementsiya. [Dementia]. Diagnostika i lecheniye. St.-Petersburg: Piter Publ.; 2010. (In Russian).
5. Yakhno N.N., Zakharov V.V., Lokshina A.B., Koberskaya N.N., Mkhitaryan E.A. Dementsii. [Dementia]. Rukovodstvo dlya vrachey. 3-ye izd. Moscow: MEDprecs-inform Publ.; 2011. (In Russian).
6. Alzheimer’s Association. 2010 Alzheimer’s disease facts and figures. Alzheimer’s & Dementia. 2010; 6: 158–94.
7. Barkhof F., Nick C., Fox A.J. et al. Neuroimaging in Dementia. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2011; 278.
8. Berti V., Pupi A., Mosconi L. Ann N.Y. PET/CT in diagnosis of dementia. Acad Sci. 2011; 1228: 81–92.
9. Carrilo M.C., Thies W., Bain L.J. The Global Impact of Alzheimer’s Disease. Adv Biol Psychiatry. 2012; 28: 1–14.
10. Destrieux C., Fischl B., Dale A. Automatic parcellation of human cortical gyri and sulci using standard anatomical nomenclature. Neuroimage. 2010; 53: 1–15.
11. Kono A.K., Ishii K., Sofue K. et al. Fully automatic differential diagnosis system for dementia with Lewy bodies and Alzheimer's disease using FDG-PET and 3D-SSP. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2007; 34 (9): 1490–7.
12. Madelaine D., Neda J., Nir Talia M. et al. Breakdown of Brain Connectivity Between Normal Aging and Alzheimer's Disease: A Structural k-Core Network Analysis. Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. Brain Connectivity. 2013; 3 (4): 407–22.
13. Matsuda H., Mizumura S., Nemoto K. et al. Automatic Voxel-Based Morphometry of Structural MRI by SPM8 plus Diffeomorphic Anatomic Registration Through Exponentiated Lie Algebra Improves the Diagnosis of Probable Alzheimer Disease. AJNR. 2012; 33: 1109–14.
14. Minoshima S., Frey K.A., Burdette J.H. et al. Interpretation of metabolic abnormalities in Alzheimer's disease using

three-dimensional stereotactic surface projections (3D-SSP) and normal database.J. Nuc Med. 1995; 36: 1239–48.
15. Reiman E.M., Jagus W.J. Brain imaging in the study of Alzheimer's disease. Neuroimage. 2012; 61 (2): 505–16.
16. Simmons A., Westman E., Muehlboeck S. et al. The AddNeuroMed framework for multi-centre MRI assessment of Alzheimer's disease: experience from the first 24 months. Int J Geriatr Psychiatry. 2011; 26: 75–82.

УДК 616.34-009.74-008.13+616-073.756.8-022.6-036.11-053(3-7)-036.1+616.33-07

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ГИДРОГРАФИИ У ДЕТЕЙ С ВОСПАЛИТЕЛЬНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ КИШЕЧНИКА

© Владимир Алексеевич Лысенков[1], Александр Владимирович Поздняков[2], Татьяна Владимировна Габрусская[2], Елена Владимировна Синельникова[2], Ольга Федоровна Позднякова[2]

[1] Клиническая больница № 122 им. Л.Г. Соколова. 194291, Санкт-Петербург, пр. Культуры, 4
[2] Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., 2

Контактная информация: Ольга Федоровна Позднякова — к.м.н., доцент кафедры медицинской биофизики, врач-рентгенолог высшей категории отделения лучевой диагностики. E-mail: Radiology@mail.ru

Резюме. В работе представлен опыт МРТ-гидрографии за период с 2012 года по 2016 год, выполненной в клинике СПБГПМУ. Всего было проведено 197 МРТ-гидрографий у детей с подтвержденным диагнозом воспалительных заболеваний кишечника. Возраст детей был от 5 лет до 18 лет. В данной работе приведена методика МРТ-гидрографии у детей, ключевые диагностические маркеры, дифференциально диагностические особенности болезни Крона, неспецифического язвенного колита и недифференцированного колита. Доказана высокая эффективность МРТ-гидрографии у детей с данной патологией.

Ключевые слова: воспалительные заболевания кишечника (ВЗК), МРТ-гидрография, болезнь Крона (БК), неспецифический язвенный колит (НЯК), недифференцированный колит.

EXPERIENCE IN USING MAGNETIC RESONANCE HYDROGRAPHY IN CHILDREN WITH INFLAMMATORY BOWEL DISEASES

© Vladimir A. Lysenkov[1], Alexander V. Pozdnyakov[2], Tatyana V. Gabrusskaya[2], Elena V. Sinelnikova[2], Olga F. Pozdnyakova[2]

[1] Clinical hospital № 122 named after L.G. Sokolov. 194291, St. Petersburg, pr. Culture, 4
[2] Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 194100, St. Petersburg, Litovskaya str., 2

Contact Information: Olga F. Pozdnyakova — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Medical Biophysics, Radiologist of the Highest Category of the Department of Radiation Diagnostics. E-mail: Radiology@mail.ru.

Abstract. The paper presents the experience of MRI hydrography for the period from 2012 to 2016, performed in the clinic of SPBGSMU. A total of 197 MRI hydrographs were performed in children with a confirmed diagnosis of inflammatory bowel diseases. The children were between 5 and 18 years old. This paper presents the technique of MRI hydrography in children, key diagnostic markers, differential diagnostic features of Crohn's disease, ulcerative colitis and undifferentiated colitis. High efficiency of MRI hydrography in children with this pathology has been proved.

Keyword: inflammatory bowel diseases (IBD), MRI hydrography, Crohn's disease (CD), non-specific ulcerative colitis (NAC), undifferentiated colitis.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время во всем мире отмечается активный рост числа детей и подростков, заболевших воспалительными заболеваниями кишечника (ВЗК). [1]. Воспалительные заболевания кишечника, к которым относятся язвенный колит (ЯК) и болезнь Крона (БК), представляют собой хронически текущее, рецидивирующее воспалительное поражение желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) (чаще кишечника), приводящее к необратимому нарушению его структуры и функции, инвалидизируя пациента. Примерно у 1/3 пациентов первая манифестация ВЗК происходит до достижения ими 18-летнего возраста [2]. Раннее начало и поздняя диагностика ВЗК у детей часто приводят к большему числу опасных для жизни осложнений. За последние 10 лет заболеваемость ВЗК в Санкт-Петербурге увеличилась в 8 раз.

Болезнь Крона (регионарный энтерит, гранулематозный илеит или колит) — гранулематозное воспаление пищеварительного тракта неизвестной этиологии с преимущественной локализацией в терминальном отделе подвздошной кишки; характеризуется стенозом пораженных участков кишки, образованием свищей и внекишечными проявлениями. Описана B.B. Crohn, L. Ginsberg,

G.D. Oppenheimer в 1932 году [3]. БК рассматривается как хроническое трансмуральное воспаление, которое может вовлекать любой отдел пищеварительного тракта от ротовой полости до анального канала, сочетаясь со многими внекишечными проявлениями [4, 5]. Встречается во всех регионах мира. Наиболее часто — в северных регионах Европы и США, где впервые выявляемые случаи составляют 0,7–14,6 на 100 тыс. населения ежегодно [5], в южных регионах Европы — 3,6 на 100 тыс. населения. По данным различных авторов, заболеваемость в Северной Европе и США в последние годы несколько стабилизировалась, но продолжает расти там, где БК встречалась редко — в Южной и центральной Европе, Азии, Африке, Латинской Америке [6, 7]. Распространенность БК в Росси остается не достаточно изученной, по нашим данным примерно у 25% ВЗК манифестирует в возрасте до 18 лет. В Санкт-Петербурге распространенность БК у детей составляет около 5 человек на 100 тыс.

Неспецифический язвенный колит. НЯК — некротизирующее воспаление слизистой оболочки толстой кишки неспецифического характера неизвестной этиологии, распространяющееся от анального канала в проксимальном направлении [8–12]. Наиболее часто встречается среди населения Северной Европы, Северной Америки и Австралии. По данным литературы в США насчитывается порядка 250 тыс. больных НЯК. Частота НЯК в Европе и Америке составляет 8–11,4–15 на 100 тыс. населения в год, распространенность порядка 80–120 человек на 100 тыс. населения [9, 13]. Заболевание может начаться в любом возрасте, чаще это достаточно молодые люди (30–40 лет), белые, с высоким уровнем образования, проживающие в городах [10]. В России достоверные статистические данные отсутствуют, по нашим данным заболеваемость язвенным колитом возросла в 2 раза и составила 1,5–100 тыс.

Недифференцированный колит — поражение ЖКТ, которое характеризуется наличием клинической, морфологической и эндоскопической картины, характерной как для БК, так и для ЯК.

Этиология ВЗК в настоящее время представляется не достаточно изученной. Выделяют предрасполагающие факторы, такие как: иммунные нарушения, генетическую предрасположенность, влияние факторов микробной и вирусной агрессии, сенсибилизацию организма, дисбиоз кишечника, социальные факторы.

Классификация БК: по локализации (терминальный илеит; колит; илиоколит; поражение верхних отделов ЖКТ); по распространенности (локализованная форма —менее 30 см подвздошной кишки и небольшой участок толстой кишки; распространенная форма — сегмент поражения более 100 см). В зависимости от фенотипического варианта: стриктурирующий тип (39%); пенетрирующий тип (32%); просветный (воспалительный) тип (29%). Кроме этого, отдельно выделяют перианальные поражения (параректальные свищи, абсцессы, анальные трещины). Единой классификации НЯК нет. Выделяют типы в зависимости от протяженности поражения: дистальный (проктосигмоидит) — 8%; левосторонний колит (до селезеночного угла) — 25%; тотальный колит (вся толстая кишка) — 65%

Клиническая картина НЯК и БК, несмотря на разницу в патогенезе заболевания, имеет много общего. Одним из ведущих клинических симптомов у больных ВЗК являются постоянные боли в животе, однако сходные жалобы могут наблюдаться у 10–15% детей и подростков, не имеющих каких-либо органических заболеваний ЖКТ [14]. Традиционно все симптомы, сопутствующие проявлениям НЯК и БК, разделяют на кишечные и внекишечные. К кишечным проявлениям относят учащение стула или запор, нарушение его консистенции, патологические примеси в стуле, боли в животе, снижение массы тела, перианальные поражения при БК. При сравнении клинических симптомов НЯК и БК у детей [15] боли в животе отмечались чаще при БК (80%), чем при ЯК (69%), а диарея и жидкий стул превалировали в клинике язвенного колита (93 и 95% соответственно), нежели чем при БК (78 и 49%). Снижение массы тела характерно и для БК и для ЯК, но при БК гораздо чаще встречается задержка роста и полового созревания [16].

Диагностика ВЗК — основным в диагностике ВЗК являются различные инструментальные методы, включающие ультразвуковые, эндоскопические, гистологические и рентгенологические методы исследования. Значение ультразвукового исследования стенки кишки и его точность в диагностике ВЗК остаются противоречивыми [17–20], хотя эхография кишки в педиатрии является хорошей неинвазивной альтернативой для мониторинга эффективности лечения. Рентгенологическая диагностика в последнее время употребляется реже [20], но, несмотря на лучевую нагрузку, до настоящего времени является практически незаменимым исследованием для определения не только органических, но и функциональных изменений при ВЗК. В настоящее время появившиеся новые методы исследования — видеокапсульная эндоскопия (ВКЭ), магнитно-резонансная томография

(МРТ) — значительно расширяют диагностические возможности [19, 20].

МРТ-гидрография — в последнее время стали набирать популярность компьютерная и магнитно-резонансная энтерография у пациентов с БК и НЯК. Оба метода, КТ- и МРТ-энтерография, могут быть использованы в ранней диагностике воспалительных заболеваний кишечника, для оценки воспалительной активности и ответа на терапию, определять болезнь-ассоциированные осложнения, такие как стриктуры и пенетрирующие осложнения, свищи, свищевые ходы и абсцессы [21–28]. МРТ-энтерография может также выявить и помочь охарактеризовать различные брюшно-тазовые внекишечные проявления воспалительных заболеваний кишечника, без воздействия на пациента ионизирующего излучения [29]. Несмотря на то что КТ (включая КТ-энтерографию) будет продолжать играть важную роль в диагностике воспалительных заболеваний кишечника в детской практике, особенно когда МРТ-энтерография противопоказана (например, пациенты с определенными имплантатами) и когда МРТ-энтерография недоступна (например, в отделении нет томографа), ее применение уменьшается, также как и других методов, содержащих ионизирующее излучение [30]. Наоборот, МРТ-энтерография как метод, позволяющий просмотреть кишечник в разных проекциях на протяжении исследования, становится методом выбора. МРТ-энтерография имеет более высокую тканную контрастность изображения [31].

Цель работы: изучить опыт применения магнитно-резонансной гидрографии у детей с воспалительными заболеваниями кишечника по материалам клиники СПбГПМУ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

За период с 2012 года по 2016 год в СПбГПМУ было проведено 197 МРТ-гидрографий у детей с подтвержденным диагнозом ВЗК. Возраст детей был от 5 лет до 18 лет. Большинство обследуемых пациентов было с диагнозом БК (более 50%). Пациенты с подозрением на НЯК направлялись гастроэнтерологами только в сложных диагностических случаях.

МЕТОДИКА МРТ-ГИДРОГРАФИИ

Гипогликемическая диета в течение 6 дней до исследования. Наиболее часто использовалось клизменное очищение — клизму ставили вечером накануне обследования и утром в день проведения исследования. Вечером кишечник очищают дважды: в 19–00 и 20–00 часов. Разовый объем клизмы должен быть не менее полутора литров, а «мыть» кишечник нужно до чистой воды. Перед исследованием ребенок не должен есть как минимум 4 часа. За 1–1,5 часа до начала исследования начинался прием орального контраста (2% Маннитол) общим объемом около 1200 мл. Полостной контраст принимался дробно по 200 мл в течение часа, последние 200 мл ребенок принимал прямо перед исследованием в помещении томографа. После приема 1000 мл контраста 15 минут пациент должен полежать на правом боку, для равномерного распределения контраста по тонкому кишечнику. При тошноте и рвоте использовалось противорвотное — Церукал (метоклопрамида гидрохлорид). Также за 30 минут до исследования целесообразно принять Но-Шпу (Дротаверин) — для уменьшения перистальтики кишечника.

Исследования проводились на высокопольном МР-томографе Philips Ingenia 1,5 Т. Выполнялось в трех плоскостях, преконтрастные серии: T2 spair (stir) корональная плоскость, T2W TSE — корональная, аксиальная и сагиттальная плоскости, T1 THRIVE — корональная, сагиттальная и аксиальная плоскости, диффузия DWIBS (like PT) с фиксированным временем в аксиальной плоскости. Постконтрастные серии (после в/в введения Cd содержащего контрастного вещества из расчета 0,2 мл/кг массы тела: T1 THRIVE — корональная, сагиттальная и аксиальная плоскости. Общее время исследования — около 30 минут.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Из всех обследуемых пациентов (n=197) у 105 (53,0%) не было выявлено признаков ВЗК, у 66 (34,0%) пациентов был подтвержден диагноз БК, у 24 (12,0%) — НЯК, у двух пациентов (1,0%) поставлен диагноз недифференцированного колита.

ДИАГНОСТИКА И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Для БК более характерно утолщение стенки кишки, в то время как при НЯК утолщение стенки кишки менее выражено, накопление контраста происходит только слизистой оболочкой (рис. 1, 2).

Поражение тонкой кишки также более характерно для БК, хотя часто может встречаться и при НЯК. Наличие лимфаденопатии характерно как для БК, так и для НЯК, что не позволяет учитывать этот симптом как значимый для дифференциальной диагностики (рис. 3).

Наличие пенетрирующих осложнений и стеноза кишки типично для БК (рис. 4). Среди выявленных осложнений у двух пациентов были диагностированы межкишечные свищи (рис. 5), у трех пациентов — наличие межкишечных инфильтратов (рис. 6).

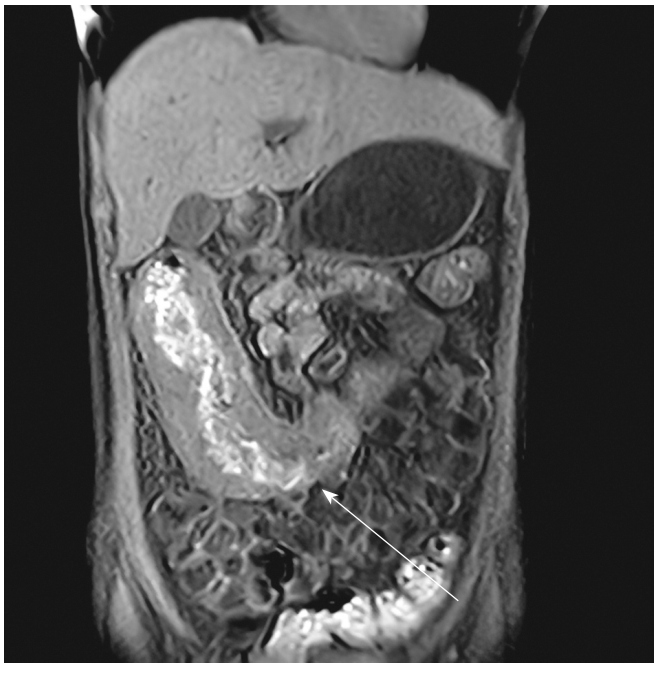
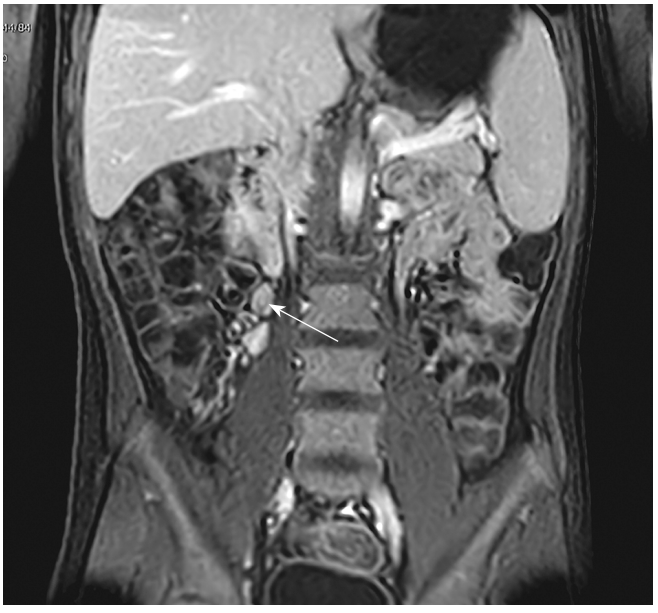


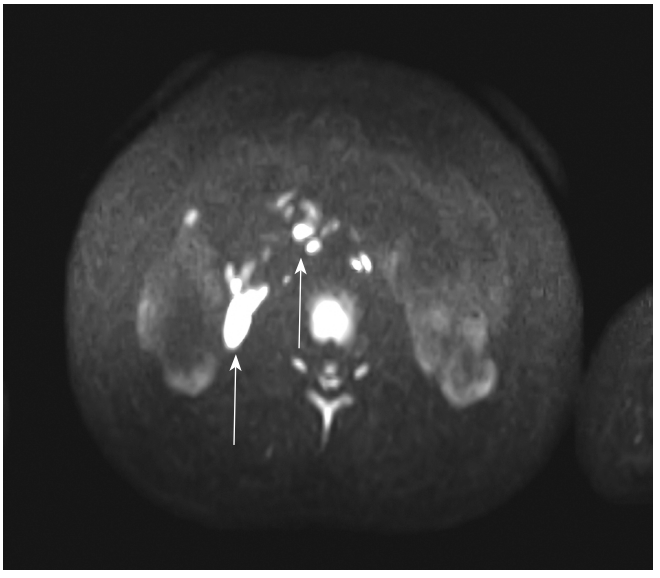
Рис. 1. Болезнь Крона. МРТ живота, коронарная проекция. Т1-ВИ. Выраженное утолщение стенки поперечно-ободочной кишки (стрелка). Стенка кишки широкая, имеет внутренний неровный контур. Просвет кишки заполнен контрастным веществом



Рис. 2. Неспецифический язвенный колит. МРТ живота, коронарная проекция. Т1-ВИ с в/в введением контрастного вещества. Выраженное накопление контрастного вещества в стенках тонкой кишки без их утолщения (стрелка). Стенка кишки имеет толщину до 1,0 мм, ровный и четкий контур



а



б

Рис. 3. МРТ живота в коронарной проекции (Т1-ВИ) и в аксиальной проекции (б, DWI ВИ). Визуализируются увеличенные лимфатические узлы на Т1-ВИ (а), повышение сигнала на диффузии (б)

При выполнении МРТ-гидрографии всегда должна захватываться область ануса, т.к. в данном месте часто встречаются перианальные осложнения, особенно при болезни Крона (рис. 7).

Анализ полученных результатов позволил выделить МРТ-признаки, характерные для всей группы ВЗК и наиболее типичные для конкретной нозологической формы, к которым относятся БК и

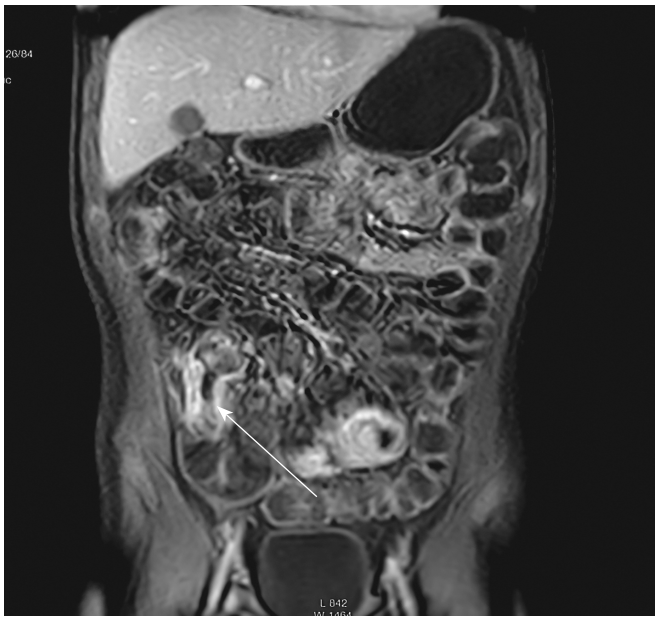


Рис. 4. Болезнь Крона. МРТ живота, коронарная проекция. Т1-ВИ с в/в введением контрастного вещества. Стриктура в области слепой кишки при БК (стрелка)

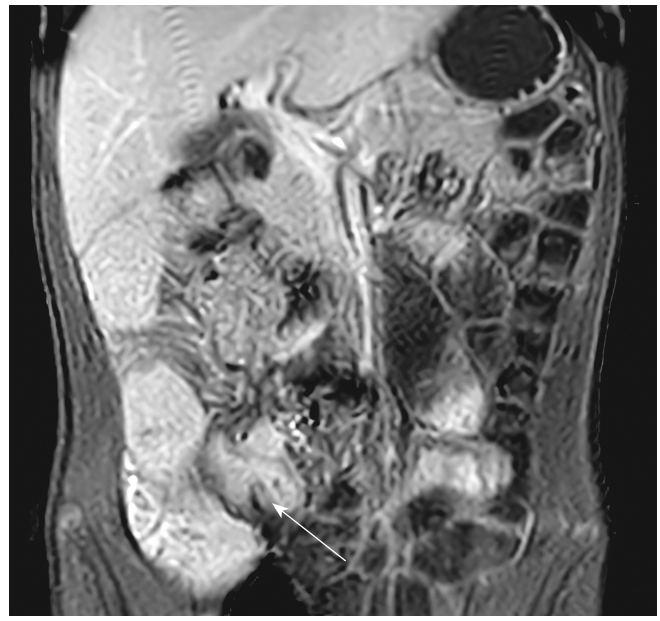
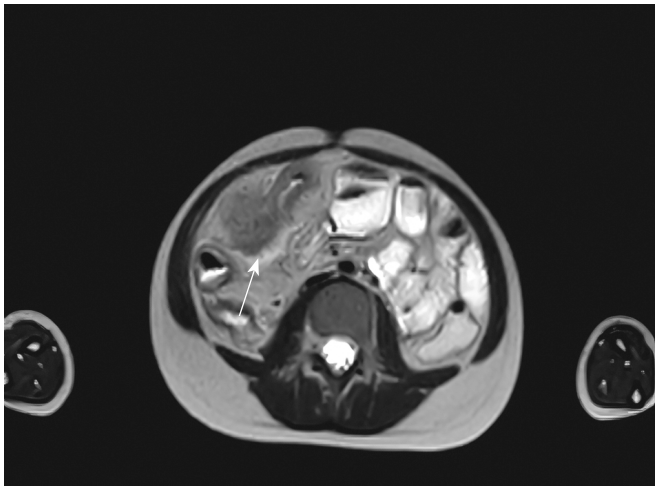
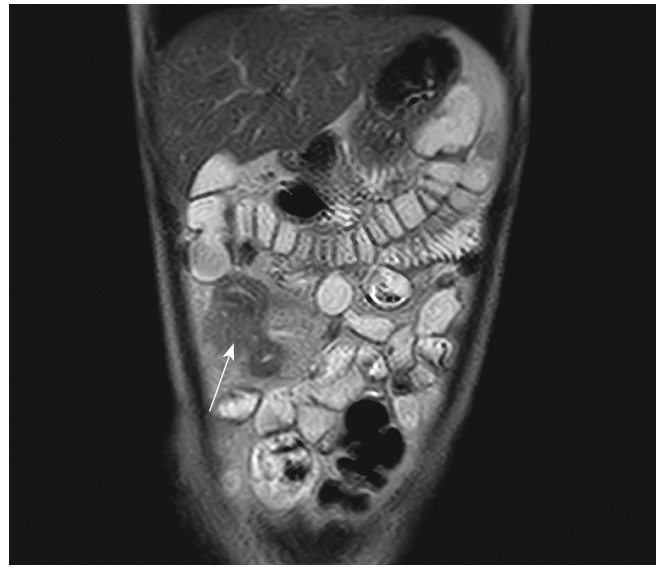


Рис. 5. Болезнь Крона. МРТ живота, коронарная проекция, Т1-ВИ с в/в введением контрастного вещества. Межкишечный свищ в илеоцекальной области (стрелка)



а



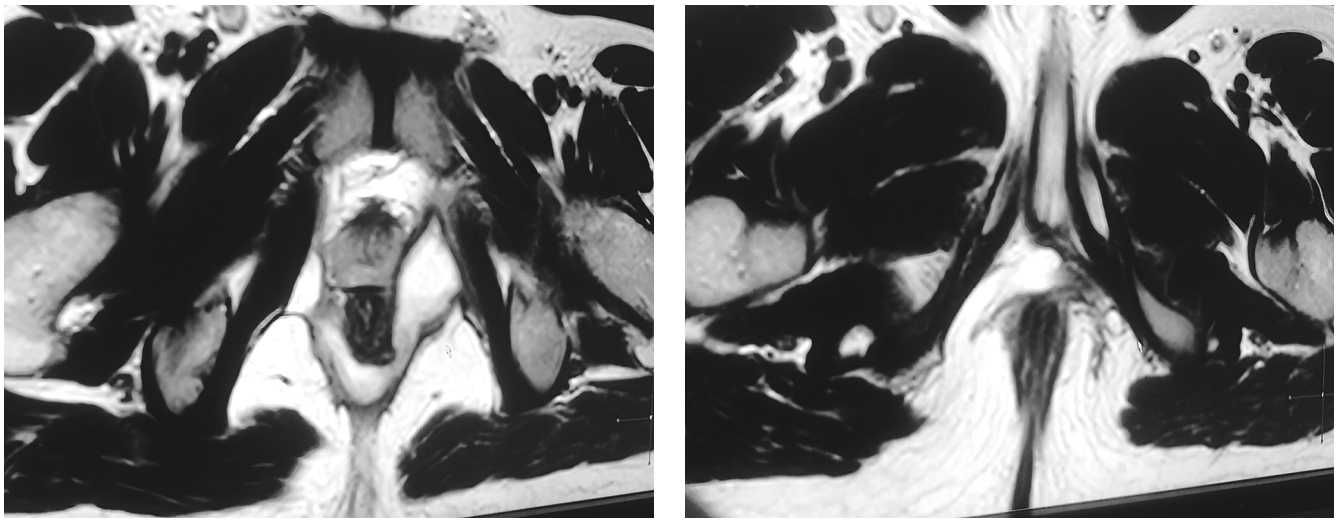
б

Рис. 6. Болезнь Крона. МРТ живота, аксиальная и коронарная проекции. Т2-ВИ. Инфильтрат в илеоцекальной области (стрелка)

НЯК. Так, для всей группы ВЗК было типичным утолщение стенки кишки и накопление контрастного вещества в ней; повышение сигнала от стенки воспаленной кишки на диффузионно-взвешенных изображениях; увеличение регионарных лимфатических узлов. Для болезни Крона характерным были: выраженное утолщение стенок кишки и сужение просвета; наличие инфильтратов, свищей, абсцессов; наличие выпота в брюшной полости и между петель кишечника.

ВЫВОДЫ

Таким образом, МРТ-гидрография является безопасным и высокоинформативным методом в диагностике воспалительных заболеваний кишечника, который, вероятно, может заменить традици-



а б

Рис. 7. Болезнь Крона. МРТ живота, аксиальная проекция. Т2-ВИ. Параректальный абсцесс (а) и свищевой ход (б)

онные методики диагностики с применением рентгеновского излучения. МРТ-гидрография может помочь выработать оптимальную тактику ведения пациента, выявить осложнения, требующие хирургического лечения. С помощью МРТ-гидрографии возможно проводить дифференциальную диагностику ВЗК, особенно в случаях, когда возникают сложности при клинической картине заболевания эндоскопической диагностики. Выявление тазово-промежностных осложнений, таких как перианальные свищи, фистулы, требует дополнять МР-томографию живота сканированием МРТ малого таза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яблокова Е.А. Воспалительные заболевания кишечника у детей. Журнал Педиатрия. 2006; 5: 99.
2. Behrens R. Practice Manual. Dr.Falk pharma GmbH, 2003.
3. Щиголева Н.Е., Румянцев В.Г., Бельмер С.В., Карпина Л.М., Капуллер Л.Л., Бубнова Л.В. Неспецифический язвенный колит у детей и подростков. Российский педиатрический журнал. 2002; 2: 16–8.
4. Залетова Н.К., Востокова Л.П., Чухловин А.Б. и др. Генетические факторы, влияющие на эффективность терапии глюкокортикоидами при хронических воспалительных заболеваниях кишечника у детей. Педиатр. 2015; 6 (3): 91–7. DOI: 10.17816/PED6391-97.
5. Alcantara M., Rodrignez R., Potenciano L.M. et al. Endoscopic and bioptic findings in the upper gastrointestinal tract in patients with Crohns disease. Endoscopy. 1993; 25 (4): 282–6.
6. Maglinte D.D., Chernish S.M., Kelvin F.M. et al. Crohn disease of the small intestine: accuracy and relevance of enteroclysis. Radiology. 1992; 184: 541–5.
7. Yang H., McElree C., Roth M.-P. et al. Familian empiric risks for Inflammatory bowel disease: differences between Jews and non-Jews. Gut.1993; 34: 517–24.
8. Габрусская Т.В., Костик М.М., Насыхова Ю.А. и др. Влияние TaqI-генетического полиморфизма гена рецептора витамина D на состояние костного метаболизма у детей с воспалительными заболеваниями кишечника. Педиатр. 2017; 8 (3): 111–9. DOI: 10.17816/PED83111-119.
9. Адлер Г. Болезнь Крона и язвенный колит. М.: Геотар-Мед; 2001.
10. Румянцев В.Г., Щиголева Н.Е. Болезнь Крона в детском возрасте. Приложение к журналу Consilium Medicum. 2002; 4 (6): 17–20.
11. Дементьева Е., Степанова А., Гурина О., Блинов А., Варламова О. и Блинов Г. Лабораторные показатели аутоагрессии при воспалительных заболеваниях кишечника у детей. Медицина: теория и практика. 2018; 3 (3, приложение): 9–12.
12. Dalton H.R., Jewell D.P. The Immunology of inflammatory bowel disease. Inflammatory Bowel Disease. Ed. by Jarnerot. 1992; 125–47.
13. Maglinte D.D., Chernish S.M., Kelvin F.M. et al. Crohn disease of the small intestine: accuracy and relevance of enteroclysis. Radiology. 1992; 184: 541–5.
14. Apley J. The child with abdomenal pain. Blackwell Scientific Publications Ltd., London; 1975.
15. Griffiths A.M. Best Prac. Res. Clin. Gastroenterol. 2004; 18 (3): 509–23.
16. Мазанкова О.Н., Водилова О.В., Курохтина И.С., Лебедева С.В. Рус. мед. журнал. 2005; 13 (3): 1–4.
17. Абрамов С.А., Копейкин В.Н. и др. Метод ультразвуковой диагностики воспалительных заболеваний толстой кишки у детей. Методические рекомендации. Н. Новгород; 2005.

18. Faure C., Belarbi N. et al.J. Pediatr.1997; 130: 147–51.
19. Баранов А.А., Щербаков П.Л., Лохматов М.М., Шавров А.А. Научно-практическая конференция педиатров России «Фармакотерапия в педиатрии». М.; 2003: 30.
20. Eliakim R. et al. Gut. 2003; 52 (7): 106.
21. Dillman J.R., Adler J., Zimmermann E.M., Strouse P.J. CT enterography of pediatric Crohn disease. Pediatr Radiol. 2010; 40 (1): 97–105.
22. Siddiki H.A., Fidler J.L., Fletcher J.G. et al. Prospective comparison of state-of-the-art MR enterography and CT enterography in small-bowel Crohn's disease. AJR Am J Roentgenol. 2009; 193 (1): 113–21.
23. Jensen M.D., Ormstrup T., Vagn-Hansen C., Østergaard L., Rafaelsen S.R. Interobserver and intermodality agreement for detection of small bowel Crohn's disease with MR enterography and CT enterography. Inflamm Bowel Dis. 2011; 17 (5): 1081–8.
24. Maccioni F., Viscido A., Broglia L. et al. Evaluation of Crohn disease activity with magnetic resonance imaging. Abdom Imaging. 2000; 25 (3): 219–28.
25. Koh D.M., Miao Y., Chinn R.J. et al. MR imaging evaluation of the activity of Crohn's disease. AJR Am J Roentgenol. 2001; 177 (6): 1325–32.
26. Del Vescovo R., Sansoni I., Caviglia R. et al. Dynamic contrast enhanced magnetic resonance imaging of the terminal ileum: differentiation of activity of Crohn's disease. Abdom Imaging. 2008; 33 (4): 417–24.
27. Kiryu S., Dodanuki K., Takao H. et al. Freebreathing diffusion-weighted imaging for the assessment of inflammatory activity in Crohn's disease. J Magn Reson Imaging 2009; 29 (4): 880–6.
28. Oto A., Zhu F., Kulkarni K., Karczmar G.S., Turner J.R., Rubin D. Evaluation of diffusionweighted MR imaging for detection of bowel inflammation in patients with Crohn's disease. Acad Radiol. 2009; 16 (5): 597–603.
29. Smith E.A., Dillman J.R., Adler J., DematosMaillard V.L., Strouse P.J. MR enterography of extraluminal manifestations of inflammatory bowel disease in children and adolescents: moving beyond the bowel wall. AJR Am J Roentgenol 2012; 198 (1): W38–W45.
30. Domina J.G., Dillman J.R., Adler J. et al. Imaging trends and radiation exposure in pediatric inflammatory bowel disease at an academic children's hospital. AJR Am J Roentgenol. 2013; 201 (1): W133–W140.
31. Brett J. Mollard, Ethan A. Smith, Jonathan R. Dillman. Pediatric MR Enterography: Technique and Approach to Interpretation. Radiology. 2015; 274 (1): 29–43.

REFERENCES

1. Yablokova Ye.A. Vospalitel'nyye zabolevaniya kishechnika u detey. [Inflammatory bowel disease in children]. Zhurnal Pediatriya. 2006; 5: 99. (In Russian).
2. Behrens R. Practice Manual. Dr.Falk pharma GmbH, 2003.
3. Shchigoleva N.Ye., Rumyantsev V.G., Bel'mer S.V., Karpina L.M., Kapuller L.L., Bubnova L.V. Nespetsificheskiy yazvennyy kolit u detey i podrostkov. [Ulcerative colitis in children and adolescents]. Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal. 2002; 2: 16–8. (In Russian).
4. Zaletova N.K., Vostokova L.P., Chukhlovin A.B. i dr. Geneticheskiye faktory, vliyayushchiye na effektivnost' terapii glyukokortikoidami pri khronicheskikh vospalitel'nykh zabolevaniyakh kishechnika u detey. [Genetic factors affecting the effectiveness of glucocorticoid therapy in chronic inflammatory bowel disease in children]. Pediatr. 2015; 6 (3): 91–7. DOI: 10.17816/PED6391-97. (In Russian).
5. Alcantara M., Rodrignez R., Potenciano L.M. et al. Endoscopic and bioptic findings in the upper gastrointestinal tract in patients with Crohns disease. Endoscopy. 1993; 25 (4): 282–6.
6. Maglinte D.D., Chernish S.M., Kelvin F.M. et al. Crohn disease of the small intestine: accuracy and relevance of enteroclysis. Radiology. 1992; 184: 541–5.
7. Yang H., McElree C., Roth M.-P. et al. Familian empiric risks for Inflammatory bowel disease: differences between Jews and non-Jews. Gut.1993; 34: 517–24.
8. Gabrusskaya T.V., Kostik M.M., Nasykhova Yu.A. i dr. Vliyaniye TaqI-geneticheskogo polimorfizma gena retseptora vitamina D na sostoyaniye kostnogo metabolizma u detey s vospalitel'nymi zabolevaniyami kishechnika. [Effect of TaqI-genetic polymorphism of the vitamin D receptor gene on the state of bone metabolism in children with inflammatory bowel diseases]. Pediatr. 2017; 8 (3): 111–9. DOI: 10.17816/PED83111-119. (In Russian).
9. Adler G. Bolezn' Krona i yazvennyy kolit. [Crohn's disease and ulcerative colitis]. Moscow: Geotar-Med Publ.; 2001. (In Russian).
10. Rumyantsev V.G., Shchigoleva N.Ye. Bolezn' Krona v detskom vozraste. [Crohn's disease in childhood]. Prilozheniye k zhurnalu Consilium Medicum. 2002; 4 (6): 17–20. (In Russian).
11. Dement'yeva Ye., Stepanova A., Gurina O., Blinov A., Varlamova O. i Blinov G. Laboratornyye pokazateli autoagressii pri vospalitel'nykh zabolevaniyakh kishechnika u detey. [Laboratory indicators of autoaggression in inflammatory bowel diseases in children]. Meditsina: teoriya i praktika. 2018; 3 (3, prilozheniye): 9–12. (In Russian).
12. Dalton H.R., Jewell D.P. The Immunology of inflammatory bowel disease. Inflammatory Bowel Disease. Ed. by Jarnerot. 1992; 125–47.
13. Maglinte D.D., Chernish S.M., Kelvin F.M. et al. Crohn disease of the small intestine: accuracy and relevance of enteroclysis. Radiology. 1992; 184: 541–5.
14. Apley J. The child with abdomenal pain. Blackwell Scientific Publications Ltd., London; 1975.
15. Griffiths A.M. Best Prac. Res. Clin. Gastroenterol. 2004; 18 (3): 509–23.
16. Mazankova O.N., Vodilova O.V., Kurokhtina I.S., Lebedeva S.V. Rus. med. zhurnal. 2005; 13 (3): 1–4. (In Russian).

17. Abramov S.A., Kopeykin V.N. i dr. Metod ul'trazvukovoy diagnostiki vospalitel'nykh zabolevaniy tolstoy kishki u detey. [Method of ultrasound diagnostics of inflammatory diseases of the colon in children]. Metodicheskiye rekomendatsii.N. Novgorod; 2005. (In Russian).
18. Faure C., Belarbi N. et al.J. Pediatr.1997; 130: 147–51.
19. Baranov A.A., Shcherbakov P.L., Lokhmatov M.M., Shavrov A.A. Nauchno-prakticheskaya konferentsiya pediatrov Rossii «Farmakoterapiya v pediatrii». M.; 2003: 30. (In Russian).
20. Eliakim R. et al. Gut. 2003; 52 (7): 106.
21. Dillman J.R., Adler J., Zimmermann E.M., Strouse P.J. CT enterography of pediatric Crohn disease. Pediatr Radiol. 2010; 40 (1): 97–105.
22. Siddiki H.A., Fidler J.L., Fletcher J.G. et al. Prospective comparison of state-of-the-art MR enterography and CT enterography in small-bowel Crohn's disease. AJR Am J Roentgenol. 2009; 193 (1): 113–21.
23. Jensen M.D., Ormstrup T., Vagn-Hansen C., Østergaard L., Rafaelsen S.R. Interobserver and intermodality agreement for detection of small bowel Crohn's disease with MR enterography and CT enterography. Inflamm Bowel Dis. 2011; 17 (5): 1081–8.
24. Maccioni F., Viscido A., Broglia L. et al. Evaluation of Crohn disease activity with magnetic resonance imaging. Abdom Imaging. 2000; 25 (3): 219–28.
25. Koh D.M., Miao Y., Chinn R.J. et al. MR imaging evaluation of the activity of Crohn's disease. AJR Am J Roentgenol. 2001; 177 (6): 1325–32.
26. Del Vescovo R., Sansoni I., Caviglia R. et al. Dynamic contrast enhanced magnetic resonance imaging of the terminal ileum: differentiation of activity of Crohn's disease. Abdom Imaging. 2008; 33 (4): 417–24.
27. Kiryu S., Dodanuki K., Takao H. et al. Freebreathing diffusion-weighted imaging for the assessment of inflammatory activity in Crohn's disease. J Magn Reson Imaging 2009; 29 (4): 880–6.
28. Oto A., Zhu F., Kulkarni K., Karczmar G.S., Turner J.R., Rubin D. Evaluation of diffusionweighted MR imaging for detection of bowel inflammation in patients with Crohn's disease. Acad Radiol. 2009; 16 (5): 597–603.
29. Smith E.A., Dillman J.R., Adler J., DematosMaillard V.L., Strouse P.J. MR enterography of extraluminal manifestations of inflammatory bowel disease in children and adolescents: moving beyond the bowel wall. AJR Am J Roentgenol 2012; 198 (1): W38–W45.
30. Domina J.G., Dillman J.R., Adler J. et al. Imaging trends and radiation exposure in pediatric inflammatory bowel disease at an academic children's hospital. AJR Am J Roentgenol. 2013; 201 (1): W133–W140.
31. Brett J. Mollard, Ethan A. Smith, Jonathan R. Dillman. Pediatric MR Enterography: Technique and Approach to Interpretation. Radiology. 2015; 274 (1): 29–43.

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 технологий 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.

3. 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).

4. 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.

5. 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 две — 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.