

## ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СЕМИОТИКИ ПНЕВМОНИЙ У ДЕТЕЙ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

Сафонов Д.В.<sup>1</sup>, Дианова Т.И.<sup>2</sup>, Бушуева Э.В.<sup>2,3</sup>, Николаева Н.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия (603005, г. Нижний Новгород, пл. Минина, д. 10/1), rector@gma.nnov.ru

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Чувацкий государственный университет имени И.Н. Ульянова», Чебоксары, Россия (428017, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский просп., д. 45)

<sup>3</sup> БУ ЧР «Республиканская детская клиническая больница» Минздравоохранения Чувашии, Чебоксары, Россия (428020, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Гладкова, д.27)

При УЗИ грудной клетки изучена ультразвуковая семиотика пневмоний у 154 детей, разделённых на 4 возрастные группы: от рождения до 3 месяцев – 14 (9,1%) детей; с 3 месяцев до 3 лет – 60 (39,0%) детей; с 4 до 7 лет – 49 (31,8%) детей; с 7 до 18 лет – 31 (20,1%) ребенок. У всех пациентов обнаружена зона нарушения воздушности лёгочной ткани различного размера, из них у 147 (95,5%) детей пневмония диагностирована при первом УЗИ, у остальных 7 (4,5%) потребовалось повторное УЗИ в динамике. В эхосемиотике выделена очаговая и распространённая ультразвуковая форма пневмонии. Очаговая представляет собой мелкий субплевральный воспалительный инфильтрат округлой формы диаметром до 10-15 мм с однородной гипоэхогенной структурой и характерна для новорожденных и детей младшего возраста. Распространённая занимает объём от сегмента до доли, имеет вид безвоздушной зоны треугольной формы с нечёткими контурами и неоднородной структурой с воздушной эхобронхограммой и встречается у детей старшего возраста. У детей до 3 месяцев преобладает поражение задних сегментов верхней и нижней доли, у детей 3-7 лет пневмония чаще локализуется в средней доле и язычковых сегментах, у детей 7-14 лет – в нижних долях и средней доле справа. УЗИ легких является доступным информативным радиологически безопасным методом диагностики пневмонии у детей разного возраста.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, лёгкие, пневмония, дети, воздушная эхобронхограмма.

## FEATURES OF PNEUMONIA ULTRASONIC SEMIOTICS IN CHILDREN OF DIFFERENT AGES

Safonov D.V.<sup>1</sup>, Dianova T.I.<sup>2</sup>, Bushuyeva E.V.<sup>2,3</sup>, Nikolaeva N.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Nizhny Novgorod State Medical Academy of the Ministry of Healthcare of Russia (603093, Russia, Nizhny Novgorod, Minin sq., 10/1), rector@gma.nnov.ru

<sup>2</sup> Chuvash State University named after I. N. Ulyanov (428017, Chuvash Republic, Cheboksary, Moskovsky prospect, 45)

<sup>3</sup> Republican children's clinical hospital, Healthcare Ministry of the Chuvash Republic (428020, Chuvash Republic, Cheboksary, Gladkov street, 27)

Ultrasound semiotics of pneumonia was studied by means of the chest ultrasound in 154 children, divided into 4 age groups: from birth to 3 months - 14 (9,1%) children; from 3 months to 3 years - 60 (39,0%) children; from 4 to 7 years - 49 (31.8 %) children; from 7 to 18 years - 31 (20.1 %) children. The disturbance zones of lung tissue airiness of various sizes were found in all patients, in 147 (95.5%) children pneumonia was diagnosed at the first ultrasound, and the remaining 7 (4,5%) children required repeated ultrasound over time. In echosemiotics focal and widespread ultrasonic forms of pneumonia were distinguished. Focal pneumonia is a small subpleural inflammatory infiltrate of rounded shape with a diameter of 10-15 mm with homogeneous hypoechoic structure definitive for infants and young children. Widespread pneumonia takes up the volume of a portion to a lobe, has the form of a vacuum triangular area with indistinct contours and heterogeneous structure with air echo-bronchogram and occurs in elder children. The damage of posterior portions of the upper and lower lobes predominates in children under 3 months, in children of 3-7 years pneumonia more often is localized in the middle lobe and lingular portions, in children of 7-14 years pneumonia affects the lower lobes and the middle lobe on the right. Lung ultrasonography is an available informative radiologically safe diagnostic aid for pneumonia in children of different ages.

Keywords: ultrasonography, lungs, pneumonia, children, air echo-bronchogram

Внебольничная пневмония – это острое инфекционное заболевание легких различной (преимущественно) бактериальной этиологии, развившееся вне больницы или в первые 48–

72 часа госпитализации, сопровождаемое лихорадкой и симптомами поражения нижних дыхательных путей (одышка, кашель и физикальные данные), при наличии инфильтративных изменений на рентгенограмме [5]. Несмотря на современные достижения в диагностике и лечении детская заболеваемость и смертность от пневмонии остается высокой. Максимальная заболеваемость пневмонией у детей наблюдается в возрасте 2–4 лет (3–7 %) и у подростков в возрасте 15–18 лет (0,8–1,3 %). В структуре заболеваемости на долю детей первого года жизни приходится 1–3%, а с 2 до 4 лет – уже 35–40 % [5].

Новые перспективные возможности в диагностике пневмоний открывает ультразвуковое исследование грудной клетки [4,10]. Оно актуально не только в стационарах, но и при амбулаторном приеме, поскольку выполняется в режиме реального времени на любом ультразвуковом оборудовании без специальной подготовки ребенка.

Воздушная лёгочная ткань не доступна ультразвуковой визуализации вследствие полного отражения ультразвука от воздуха в субплевральных альвеолах, но при потере воздушности паренхима лёгкого хорошо лоцируется на всю глубину патологических изменений [5,6]. Ультразвуковая семиотика пневмонии у взрослых изложена в монографиях [8,9], однако её эхокартина у детей изучена пока недостаточно [1,3,7], не разработаны эхографические особенности воспалительных инфильтратов с учетом возрастной морфологии лёгких и степени тяжести воспалительного процесса. В связи с этим целью работы являлось изучение ультразвуковой семиотики пневмоний у детей разного возраста.

### **Материалы и методы**

В основу работы положены результаты УЗИ грудной клетки 154 пациентов с пневмонией, находившихся на лечении в Республиканской детской клинической больницы города Чебоксары в 2013-2014 гг., из них 87 (56,5%) мальчиков и 67 (43,5%) девочек. Для детального анализа эхосемиотики пневмонии дети были разделены на 4 возрастные группы с учетом возрастной морфологии легких [2].

Группа 1: от рождения до 3 месяцев, 14 (9,1%) детей (9 мальчиков, 5 девочек). В строении легких детей этой группы сохраняются черты, присущие легким плода: большое количество рыхлой соединительной ткани и слабое развитие эластического каркаса, более выраженная фиброзная система плевры и междольковых перегородок.

Группа 2: с 3 месяцев до 3 лет, 60 (39,0%) детей (38 мальчиков, 22 девочки). Это период интенсивного роста легочных долей и сегментов с увеличением длины и ширины респираторных бронхов и альвеолярных ходов, объёма функционирующих альвеол; выравнивание по степени зрелости и объему отдельных сегментов.

Группа 3: с 4 до 7 лет, 49 (31,8%) детей (25 мальчиков, 24 девочки). Заканчивается процесс дифференцировки элементов бронхолегочной системы, почти полностью исчезает

соединительная ткань в перегородках, достигает совершенства эластический каркас легкого, завершается формирование ацинусов. Важной особенностью является формирование межальвеолярных сообщений – пор Кона, которые играют существенную роль в коллатеральной вентиляции при нарушении бронхиальной проходимости.

Группа 4: с 7 до 18 лет, 31 (20,1%) ребенок (15 мальчиков, 16 девочек). Легкие полностью сформированы, по виду и архитектонике соответствуют легким взрослого.

УЗИ грудной клетки проводилось на ультразвуковых сканерах Hitachi Vision Avius (Япония) и SonoScape S8Exr (Китай) мультисекторными линейными (4-11 МГц) и конвексными (4-11 МГц) датчиками. Изображение в виде отдельных кадров или кинопетли архивировалось на жёсткий диск прибора с последующим изучением на персональном компьютере. За время госпитализации при динамическом наблюдении всем 154 пациентам ТТУЗИ делалось не менее 3 раз, а при тяжёлом состоянии пациента – до 5 раз.

Детям старше года УЗИ выполнялось в вертикальном и горизонтальном положении, детям до года – только в положении лежа. Передние отделы лёгких и плевры исследовались в положении ребёнка сидя с максимально расправленными плечами, боковые – с поднятой вверх рукой, задние – слегка согнув спину, ссутулившись, а при осмотре задних отделов верхних долей – с дополнительным поочередным отведением руки косо вверх в противоположную сторону. Сканирование проводилось в продольной и поперечной плоскости, с плавным покачиванием датчика при перемещении его по межреберью. Исследование начинали из верхних межреберий сзади, последовательно перемещая датчик от паравертебральных отделов к латеральным и далее – к парастернальным, осматривая сверху вниз сначала одну половину грудной клетки, затем – другую.

При визуализации участка безвоздушной лёгочной ткани производилось его измерение в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, определялась локализация по долям и сегментам, оценивались контуры, эхогенность, эхоструктура. В эхоструктуре учитывалось количество, характер распределения, форма и другие особенности изображения гиперэхогенных сигналов от воздуха, анэхогенных трубчатых структур и жидкостных включений. При плевральном выпоте оценивался его объём и эхоструктура, состояние плевры: наличие и толщина плевральных наложений, их распространённость и контуры.

Заключение формировалось с учётом клинической классификации пневмонии с обязательным определением формы и локализации воспалительного процесса – очаговая, сегментарная, долевая пневмония, с указанием номера пораженного сегмента и доли, а также состояния плевральной полости.

### **Результаты и обсуждение**

Всем 154 детям при объективном осмотре поставлен диагноз пневмония, из них у 126

(81,8%) выявлена типичная рентгенологическая картина заболевания, у остальных 28 (18,2%) детей пневмонии оказались рентген негативными. Им проведена КТ легких, на которой диагноз пневмония подтвержден. При УЗИ легких, проведенном независимо от результатов рентгенографии, у всех пациентов обнаружена зона нарушения воздушности лёгочной ткани различных размеров. У 147 (95,5%) детей эхокартина пневмонии сопровождалась клинико-анамнестическими данными воспалительного процесса в лёгком, что позволило сделать заключение о пневмонии при первом УЗИ. У остальных 7 (4,5%) детей было несоответствие эхосимптомов клинической картине, что потребовало дифференциальной диагностики.

Современная морфологическая классификация выделяет очаговую, очагово-сливную, сегментарную, полисегментарную, лобарную форму паренхиматозной пневмонии [5]. По эхосемиотике мы объединили их в 2 группы, принципиально различавшихся по степени однородности и размеру безвоздушного участка, и назвали очаговой и распространённой ультразвуковой формой воспалительной инфильтрации.

Очаговая ультразвуковая форма выявлена у 90 (58,4%) детей и включила в себя очаговую 39 (25,3%) и очагово-сливную пневмонию 51 (33,1%). Для неё характерно наличие небольшого субплеврального очага округлой или вытянутой формы, размером до 15 мм, с однородной гипозоногенной структурой и чётким неровным контуром (рис. 1) без сигналов от кровотока при цветовом доплеровском картировании. При очаговой патоморфологической форме лоцировался единичный мелкий пневмонический фокус шаровидной формы. При очагово-сливной пневмонии визуализировались несколько очагов, прилежавших друг к другу или близко расположенных, но разделённых воздушной лёгочной тканью.



Рис. 1. Очаговая пневмония: однородный гипозоногенный очаг (1) с чётким неровным контуром

Выделение очаговой пневмонии в отдельную ультразвуковую форму обусловлено как эхографической картиной, так и вопросами дифференциальной диагностики. Хотя

морфологически это участок воспалительной инфильтрации лёгочной ткани, но лоцируется как очаговый процесс, что включает его в синдром пристеночного образования и требует дифференцировки с другими субплевральными очагами. В детском возрасте основным заболеванием при синдроме пристеночного образования является очаговая пневмония, в отличие от взрослых, где нозологический спектр шире и в нём преобладают абсцессы и периферический рак лёгкого, а среди мелких очагов – инфаркты и метастазы.

Распространённая ультразвуковая форма диагностирована у 64 (41,5%) детей и объединила сегментарную 31 (20,1%), полисегментарную 23 (14,9%) и лобарную 10 (6,5%) пневмонию. Они имели схожую эхокартину, отличающуюся только размером безвоздушной зоны и её формой. Ультразвуковое изображение этих пневмоний у детей в целом не отличалось от эхосемиотики у взрослых пациентов. Объём поражения определялся по проекции безвоздушной зоны на грудную стенку в соответствии с принятым делением лёгкого на доли и сегменты. Отличием сегментарных пневмоний была треугольная форма безвоздушного участка с вершиной к корню лёгкого и основанием к грудной стенке (рис. 2). Долевые пневмонии сохраняли анатомическую форму инфильтрированных отделов лёгкого.



Рис. 2. Сегментарная пневмония: безвоздушный гипоэхогенный участок треугольной формы (1) с линейными гиперэхогенными элементами воздушной эхобронхограммы (2)

Воспалительно изменённая безвоздушная паренхима лёгкого лоцировалась в виде гипоэхогенного мелкозернистого участка чаще с неоднородной структурой за счёт различного количества линейных гиперэхогенных сигналов, представлявших собой отражение ультразвука от воздуха в бронхах – воздушная эхобронхограмма. Она выявлена нами у 78 (50,6%) детей, чаще в виде радиально расходящихся от корня к периферии коротких отрезков, реже они лоцировались на достаточном протяжении и ветвились. Количество и характер распределения элементов воздушной эхобронхограммы в воспалительном инфильтрате зависели от степени тяжести пневмонии и являлись одним из

важных критериев её обратного развития при динамическом наблюдении.

В структуре распространённых пневмонических инфильтратов визуализировались эхогенные стенки сосудов в виде парных тонких параллельных полосок с анэхогенным просветом. В серошкальном режиме они были значительно тоньше и ровнее, чем гиперэхогенные линии от воздушных бронхов, не вызывали ревербераций «хвоста кометы», а при ЦДК анэхогенный просвет между ними прокрашивался. Безвоздушная зона имела равномерную васкуляризацию с правильной сосудистой архитектурой.

Признаком деструктивных изменений в воспалительном инфильтрате служило наличие в структуре безвоздушной лёгочной ткани одного или нескольких гипозоногенных участков размерами до 10-15 мм округлой или неправильной формы с чёткими неровными контурами – полости распада с жидким содержимым. Такие гипозоногенные очаги выявлялись, как правило, у детей старшей возрастной группы при тяжёлой долевой пневмонии, реже они обнаруживались у детей 3 группы.

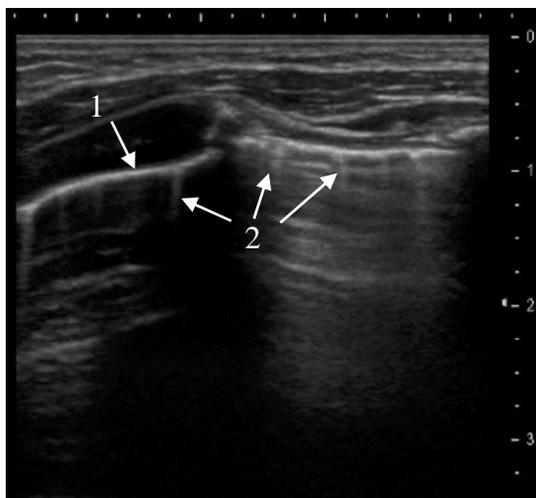
Внутрилёгочные контуры зоны воспаления были неровными, местами нечёткими, вдоль границы с воздушной лёгочной тканью наблюдались артефакты «хвоста кометы». Граница с соседней воздушной долей по ходу междолевой плевры, наоборот, была чёткая и ровная в виде гиперэхогенной линии. Исчезновение при воспалительной инфильтрации интенсивного гиперэхогенного сигнала от воздуха в субплевральных альвеолах создавало возможность визуализации висцерального листка плевры в виде тонкой эхогенной линии на поверхности безвоздушного участка.

Пневмония у детей, особенно младшего возраста, практически всегда протекала с появлением плеврального выпота объёмом от 5 до 50 мл. Минимальное количество жидкости наблюдалось на уровне воспалительного инфильтрата в виде анэхогенного щелевидного пространства толщиной от 2 мм, сопровождавшегося расхождением листков плевры. В более тяжёлых случаях жидкость лоцировалась в рёберно-диафрагмальных синусах в виде анэхогенного содержимого, по мере накопления распространяясь всё шире в базальных отделах плевральной полости и поднимаясь вверх вдоль грудной стенки.

Возможности УЗИ в диагностике интерстициальной пневмонии ниже, чем при паренхиматозной. Поскольку интерстициальная пневмония характеризуется развитием острого воспаления в альвеолярной стенке и интерстициальной ткани без первичной экссудации в респираторные отделы, то воздушность альвеол сохраняется и воспалительный инфильтрат не формируется, поэтому ультразвук не проникает вглубь сохранившего воздушность лёгкого. Соответственно, пристеночная гиперэхогенная линия от его поверхности не исчезает, а только видоизменяется, что и является основным ультразвуковым критерием этой формы пневмонии. Поверхность лёгкого в зоне интерстициального

воспаления выглядит как менее чёткая пристеночная гиперэхогенная линия без артефактов «повторного эхо», но с множественными артефактами «хвоста кометы» (рис. 3).

Рис. 3. Интерстициальная пневмония: пристеночная гиперэхогенная линия (1) без артефактов «повторного эхо», но с множественными артефактами «хвоста кометы» (2).



Артефакты «хвоста кометы» могут быть вызваны не только воспалительным отёком интерстиция, но и его фиброзными изменениями при пневмосклерозе, бронхолёгочной дисплазии или застойными явлениями в лёгких при сердечной недостаточности. Поэтому говорить об интерстициальной пневмонии можно только при соответствующей клинико-лабораторной картине или прослеженной в динамике паренхиматозной пневмонии, иначе необходимо искать другую причину появления «хвостов кометы».

Анализ ультразвукового изображения пневмонии в выделенных подгруппах детей разного возраста показал следующие возрастные особенности эхосемиотики воспалительного инфильтрата и его обратного развития. В группе 1 наиболее часто встречались очаговые пневмонии в виде гипоэхогенных однородных очагов размерами до 10 мм с локализацией в задних сегментах верхней и нижней доли (2, 6, 10 сегменты). Значительно реже встречались более крупные воспалительные инфильтраты в пределах сегмента, долевого инфильтрата в этом возрасте мы не наблюдали. Элементы воздушной эхобронхограммы визуализировались только когда размер инфильтрата приближался к сегменту. Необходимо отметить, что даже небольшие воспалительные очаги нередко сопровождалась клинической картиной тяжёлой пневмонии.

При адекватной и своевременной этиотропной терапии восстановление воздушности паренхимы происходило быстрее по сравнению с аналогичными формами пневмонии у детей других групп. Однако на месте рассосавшегося инфильтрата более длительно, как минимум на неделю дольше, сохранялись интерстициальные изменения в виде неровной гиперэхогенной пристеночной линии с артефактами «хвоста кометы». Плевральный выпот

на стороне поражения, как на уровне инфильтрата, так и в плевральном синусе наблюдался в минимальном количестве, чаще в виде анэхогенного пространства толщиной до 5 мм.

Во 2 группе детей передние и задние сегменты лёгких поражались одинаково часто, в основном также в виде очаговых инфильтратов, но уже более крупного размера до 20 мм. Пневмония в этой группе тоже всегда сопровождалась небольшим по объёму плевральным выпотом, лоцировавшимся уже не только на уровне инфильтрата, но и в плевральных синусах. Клинически степень тяжести заболевания уже в большей степени зависела от размеров воспалительного инфильтрата и нарастала по мере увеличения безвоздушной зоны.

У детей 3 группы воспалительные инфильтраты обнаруживались чаще в средней доле справа и в язычковых сегментах слева, а также в 10 сегментах с обеих сторон, что связано с анатомическим строением бронхиального дерева. Эти сегменты хуже вентилируются бронхами, там быстрее адгезируются и размножаются патогенные бактерии. По форме преобладали сегментарные пневмонии с быстрым нарастанием объёма воспалительной инфильтрации при несвоевременном лечении. Возможно, это связано с интенсивным развитием в этом возрасте пор Кона и увеличением функциональной роли коллатеральной вентиляции, способствующей распространению инфекционного агента в пределах доли.

В этом возрасте значительно чаще встречались долевыми пневмониями, в структуре которых всегда прослеживались элементы воздушной эхобронхограммы. Увеличение их количества в первые дни этиотропной терапии являлось прогностически благоприятным признаком. Плевральный выпот также всегда присутствовал на стороне поражения, и его количество нарастало в зависимости от давности процесса.

В 4 группе детей преобладали долевыми пневмониями с локализацией в нижних долях и в средней доле справа с типичной эхосемиотикой, как у взрослых пациентов, представленной воздушной эхобронхограммой различной степени выраженности на гипозоногенном фоне безвоздушной лёгочной ткани.

Во 2 и в 4 группах детей очень часто наблюдались интерстициальные воспалительные изменения в лёгких. Если они определялись с двух сторон с неравномерным распределением по поверхности лёгкого в виде отдельных зон и протекали с клиникой атипичной пневмонии, то диагностировалась интерстициальная пневмония. Она всегда сопровождалась небольшим количеством выпота в плевральной полости. У 62 (40,2%) детей выявленные при УЗИ интерстициальные изменения в лёгком не подтверждались рентгенологическими данными, но в динамике на фоне этиотропной терапии они исчезали по мере выздоровления.

## **Выводы**

УЗИ лёгких является доступным высоко информативным радиологически безопасным методом диагностики пневмонии у детей разных возрастных групп. В эхосемиотике

пневмонии можно выделить очаговую и распространённую ультразвуковую форму. Очаговая представляет собой мелкий субплевральный воспалительный инфильтрат округлой формы с однородной гипозоногенной структурой и характерна для новорожденных и детей младшего возраста. Распространённая занимает объём от сегмента до доли, имеет вид безвоздушной зоны треугольной формы с нечёткими контурами и неоднородной эхоструктурой с воздушной эхобронхограммой и встречается у детей старшего возраста.

### Список литературы

1. Васильев А.Ю., Ольхова Е.Б. Ультразвуковая диагностика в неотложной детской практике: руководство для врачей. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – С. 88-143.
2. Домбровская Ю.Ф. Руководство по пульмонологии детского возраста. – М., «Медицина», 1978. – С.9-32
3. Пыков М.И., Дубовик Д.С., Ефимов М.С. Ультразвуковая диагностика патологии легких и плевры у новорожденных детей // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2008. – № 3. – С. 69-73.
4. Сафонов Д.В., Шахов Б.Е. Ультразвуковая диагностика воспалительных заболеваний лёгких. – М.: Издательский дом Видар-М, 2011. – 120 с.
5. Чучалин А.Г., Геппе Н.А., Розина Н.Н., Волков И.К., Мизерницкий Ю.Л., Манеров Ф.К. Внебольничная пневмония у детей: распространенность, диагностика, лечение и профилактика.- Москва: Оригинал-макет, 2012. -64с.
6. Beckh S., Bölcskei P.L., Lessnau K.D. Real-time chest ultrasonography: a comprehensive review for the pulmonologist // Chest. 2002. Vol. 122. P. 1759-1773.
7. Copetti R., Cattarossi . Ultrasound diagnosis of pneumonia in children // Radiol med. 2008. Vol. 113. P. 190-198.
8. Kroegel C., Reißig A. Transthorakale Sonographie: Grundlagen und Anwendung; ein Leitfaden für die Praxis. Stuttgart, New York: Thieme Verlag; 2000; -116 s.
9. Mathis G. Chest Sonography. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag; 2008; 242 p.
10. Reißig A., Görg C., Mathis G. Transthorakale Sonographie bei der Diagnostik pulmonaler Erkrankungen: ein systematischer Zugang // Ultraschall in Med. 2009. Bd. 30. S. 438-458.

### Рецензенты:

Казакова Л.В., д.м.н., заведующая отделением функциональной диагностики ФБУ «Приволжский окружной медицинский центр» ФМБА России, г. Нижний Новгород;

Халецкая О.В., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой госпитальной педиатрии ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Нижний Новгород.