

К ВОПРОСУ О СНИЖЕНИИ ЛУЧЕВОЙ НАГРУЗКИ ПРИ РОДОВОЙ ТРАВМЕ ГОЛОВЫ

© *И.А. Крюкова¹, Е.Ю. Крюков^{1, 2}, Д.А. Козырев², С.А. Сотников^{1, 2}, Д.А. Иова¹, И.Н. Усенко^{1, 3}, А.С. Иова^{1, 2, 4}*

¹ ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург;

² СПбГБУЗ «Детская городская больница № 1», Санкт-Петербург;

³ ФГБОУ ВО «СПбГПМУ» Минздрава России, Санкт-Петербург;

⁴ ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Статья поступила в редакцию: 09.10.2017

Статья принята к печати: 30.11.2017

Актуальность. Внутрочерепные повреждения у новорожденных в результате родовой травмы головы являются одной из главных причин неонатальной смертности и детской инвалидности. При подозрении на перелом свода черепа или внутрочерепную гематому у новорожденных рекомендуется применять лучевые методы диагностики — рентгенографию черепа и компьютерную томографию (КТ). В последние годы появляется все больше работ о риске онкологических осложнений, связанных с применением компьютерной томографии у младенцев. Поэтому большое значение имеют методы диагностики, позволяющие уменьшить лучевую нагрузку в неонатологии. Один из таких методов — ультрасонография (УС).

Цель — оценить возможности ультрасонографии в диагностике переломов костей свода черепа и эпидуральных гематом у новорожденных с кефалогематомами и обеспечить снижение лучевой нагрузки при родовой травме головы.

Материал и методы. В обследуемую группу включены 449 новорожденных с самым распространенным вариантом родовой травмы головы — кефалогематомами. Всем новорожденным проводили транскраниально-чрезродничковую ультрасонографию для выявления внутрочерепных изменений и ультрасонографию черепа для визуализации состояния кости в области кефалогематомы. Дети с ультразвуковыми признаками переломов костей свода черепа и эпидуральными гематомами были дообследованы в детской больнице с помощью рентгенографии черепа и/или компьютерной томографии.

Результаты и обсуждения. На примере новорожденных с кефалогематомами показана высокая эффективность ультрасонографии черепа в диагностике переломов костей свода черепа и транскраниально-чрезродничковой ультрасонографии в диагностике оболочечных гематом. У 17 (3,8 %) новорожденных с теменными кефалогематомами из 444 выявлены УС-признаки линейного перелома теменной кости, у 5 (1,1 %) — с эпидуральной гематомой на стороне перелома. Эпидуральные гематомы визуализировались только при сканировании через височную кость, при чрезродничковом исследовании они видны не были. 16 случаев линейных переломов и все эпидуральные гематомы были подтверждены КТ.

Заключение. В статье обоснована необходимость и представлена возможность снижения лучевой нагрузки при родовой травме головы у новорожденных. Описанные методики ультразвукового исследования (транскраниально-чрезродничковая ультрасонография и ультрасонография черепа) позволяют, с одной стороны, обеспечить скрининг-диагностику и персонализировать мониторинг изменений при родовой травме головы, а с другой — существенно снизить лучевую нагрузку.

Ключевые слова: новорожденные; родовая травма; лучевая нагрузка; ассоциированная кефалогематома; линейный перелом черепа; эпидуральная гематома; транскраниально-чрезродничковая ультрасонография.

REDUCING RADIATION EXPOSURE IN NEWBORNS WITH BIRTH HEAD TRAUMA

© *I.A. Kriukova¹, E.Y. Kriukov^{1, 2}, D.A. Kozyrev², S.A. Sotnikov^{1, 2}, D.A. Iova¹, I.N. Usenko^{1, 3}, A.S. Iova^{1, 2, 3}*

¹ North-Western State Medical University n.a. I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia;

² Children City Hospital No 1, Saint Petersburg, Russia;

³ Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia;

⁴ Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

For citation: *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2017;5(4):24-30

Received: 09.10.2017

Accepted: 30.11.2017

Background. Birth head trauma causing intracranial injury is one of the most common causes of neonatal mortality and morbidity. In case of suspected cranial fractures and intracranial hematomas, diagnostic methods involving

radiation, such as x-ray radiography and computed tomography, are recommended. Recently, an increasing number of studies have highlighted the risk of cancer complications associated with computed tomography in infants. Therefore, diagnostic methods that reduce radiation exposure in neonates are important. One such method is ultrasonography (US).

Aim. We evaluated US as a non-ionizing radiation method for diagnosis of cranial bone fractures and epidural hematomas in newborns with cephalohematomas or other birth head traumas.

Material and methods. The study group included 449 newborns with the most common variant of birth head trauma: cephalohematomas. All newborns underwent transcranial-transfontanelle US for detection of intracranial changes and cranial US for visualization of bone structure in the cephalohematoma region. Children with ultrasonic signs of cranial fractures and epidural hematomas were further examined at a children's hospital by x-ray radiography and/or computed tomography.

Results and discussion. We found that cranial US for diagnosis of cranial fractures and transcranial-transfontanelle US for diagnosis of epidural hematomas in newborns were highly effective. In newborns with parietal cephalohematomas (444 children), 17 (3.8%) had US signs of linear fracture of the parietal bone, and 5 (1.1%) had signs of ipsilateral epidural hematoma. Epidural hematomas were visualized only when US was performed through the temporal bone and not by using the transfontanelle approach. Sixteen cases of linear fractures and all epidural hematomas were confirmed by computed tomography.

Conclusion. The use of US diagnostic methods reduced radiation exposure in newborns with birth head trauma. US methods (transcranial-transfontanelle and cranial) can be used in screening for diagnosis and personalized monitoring of changes in birth head trauma as well as to reduce radiation exposure.

Keywords: newborns; birth injury; radiation exposure; cephalohematoma; linear skull fracture; epidural hematoma; transcranial-transfontanelle ultrasonography.

Снижение лучевой нагрузки при родовой травме головы приобретает в последнее время все большее практическое значение [1–4]. Определяется это в основном двумя факторами. Во-первых, современные стандарты оказания медицинской помощи детям с травмой головы предполагают широкое использование рентгенографии черепа и компьютерной томографии [5–7]. При выявлении повреждений костей черепа или внутричерепных гематом возникают показания к повторному применению методов лучевой диагностики. Во-вторых, у новорожденных и детей младшего возраста использование этих методов связано с высоким риском лучевых осложнений [8–12]. По данным J.D. Mathews et al., отдаленный риск развития онкологических заболеваний у пациентов, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения в детском возрасте, превышает популяционные значения на 25 % [13]. Поэтому особую актуальность приобретают нелучевые технологии визуализации костей черепа и внутричерепного пространства [1, 4]. Чаще всего такая необходимость возникает при кефалогематомах (КГ). По данным литературы, их частота колеблется в пределах 0,1–10 %. Большинство из них рассасывается самостоятельно, не оставляя никаких последствий. В то же время в 3–20 % случаев КГ сочетаются с линейными переломами костей свода черепа, а в 2–5 % — с эпидуральными гематомами (ЭГ) [14–17]. Ключевое значение имеет их ранняя диагностика. Надежность интерпретации неврологического статуса

новорожденных низкая. Переломам костей свода черепа и ЭГ часто сопутствует удовлетворительный клинический статус новорожденного ребенка [18]. Наибольшими перспективами обладают методы нейровизуализации, которые характеризуются минимальной инвазивностью, широкой доступностью и возможностью проведения исследования, не извлекая новорожденного из кувеза. Один из таких методов — ультразвукография (УС) [1, 4, 17, 19, 20].

Цель — оценить возможности УС в диагностике переломов костей свода черепа и эпидуральных гематом у новорожденных с кефалогематомами и обеспечить снижение лучевой нагрузки при родовой травме головы.

Материалы и методы

Исследования проводились в родильном доме № 10 и детской городской больнице № 1 Санкт-Петербурга в период с сентября 2014 по февраль 2017 г. В родильном доме обследовано 449 новорожденных с КГ: 396 (88,2 %) — с односторонними теменными; 42 (9,4 %) — с двусторонними теменными; 6 (1,3 %) — с двусторонними теменными в сочетании с затылочной; 5 (1,1 %) — с изолированными затылочными. Всем пациентам с КГ проводили транскраниально-чрезродничковую УС (ТЧУС) для выявления внутричерепных изменений и УС-черепа для оценки состояния кости в области КГ (по методикам А.С. Иова (1996)).

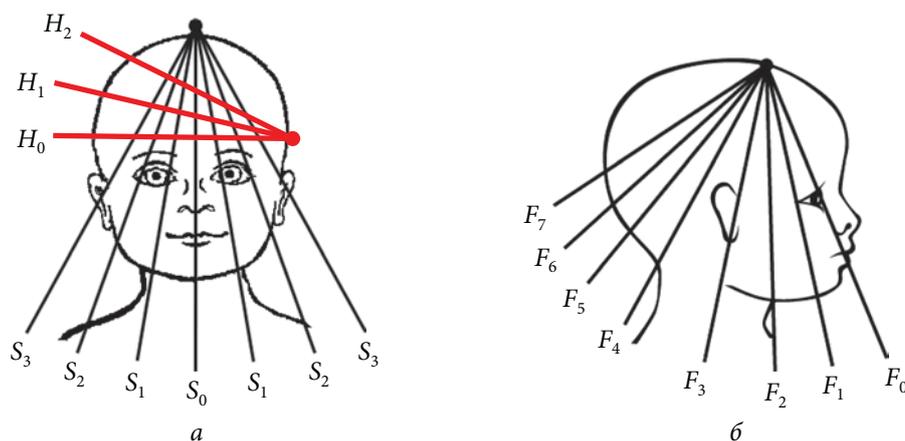


Рис. 1. Схема ориентации и обозначение плоскостей сканирования при транскраниально-чрезродничковой ультразвукографии: *а* — сагиттальные и горизонтальные плоскости; *б* — фронтальные плоскости



Рис. 2. Значение транстемпорального ультразвукографического сканирования при кефалогематомах: *а* — новорожденный с кефалогематомой правой теменной кости; *б* — схема исследования, датчик располагается на стороне, противоположной кефалогематоме, оценивается внутричерепное пространство в области кефалогематомы; *в* — вариант ультразвукографического изображения без признаков оболочечной гематомы (мозг прилежит к внутренней костной пластинке); *г* — вариант ультразвукографического изображения с признаками оболочечной гематомы (двояковыпуклый гиперэхогенный объект между костью и мозгом)

При обследовании новорожденных с родовой травмой скальпа (например, при КГ) особое значение имеет оценка внутричерепного состояния непосредственно в зоне внешнего повреждения. Широко применяемая чрезродничковая УС не способна решить эту задачу. Основные ее недостатки: 1) невозможность оценки внутричерепного состояния в зонах, расположенных непосредственно под костями свода черепа (именно в тех зонах, где чаще всего локализуются оболочечные гематомы); 2) недостаточность визуализации среднего мозга (отсутствие надежных УС-критериев дислокаций и отека мозга); 3) зависимость от размеров переднего родничка; 4) при сканировании только одним датчиком (секторным/микроконвексным) невозможно провести дифференциальную диагностику патологических состояний в конвексительно-парасагиттальной области (субдуральные скопления/наружная гидроцефалия).

При стандартной ТЧУС сканирование осуществляется через родничок и через чешую височных костей с обязательным применением двух датчиков (секторного/микроконвексного и линейного). Для чрезродничкового сканирования мы использовали мультисекторные датчики (7–12 МГц, микроконвексный и линейный), для транстемпорального — мультисекторный секторный (2–4 МГц). На рисунке 1 схематично представлена ориентация плоскостей сканирования при ТЧУС. Показано, что визуализация «слепых» зон, характерных для чрезродничковой УС, обеспечивается транстемпоральными горизонтальными плоскостями H_0 , H_1 и H_2 .

При проведении ТЧУС у детей с теменной КГ зоной интереса является внутричерепное пространство в области КГ, визуализируемое при сканировании через противоположную височную кость (рис. 2).

При УС-черепе линейный мультисекционный датчик (5–10 МГц) устанавливали на область КГ, осуществляли продольное и поперечное сканирование по всей площади КГ. Ближайшая к датчику гиперэхогенная линия — это изображение кожи, следующая за ней линия — изображение кости, между ними — гипоэхогенные мягкие ткани (подкожно-жировая клетчатка, апоневроз) (рис. 3).

При линейных переломах черепа отмечалось прерывание гиперэхогенного рисунка кости, «гиперэхогенная метка» располагалась под областью перелома (рис. 4). Следует помнить, что при УС линейный перелом и нормальный шов черепа выглядят идентично. При подозрении на перелом надо быть уверенным, что датчик не располагается над черепным швом.

Дети с выявленными в родильном доме УС-признаками перелома костей свода черепа и ЭГ были переведены в ДГБ № 1 (17 пациентов), где им проводилась рентгенография черепа и/или КТ головы. Все представители пациентов дали согласие на обследование, участие в исследовании и обработку персональных данных.

Результаты и обсуждения

При КГ теменной области (444 ребенка) у 17 (3,8 %) выявлены УС-признаки линейного перелома теменной кости на стороне КГ, в 5 случаях (1,1 %) с ЭГ на стороне перелома. ЭГ были видны только из транстемпорального доступа, что еще раз подтверждает низкую эффективность чрезродничковой УС в диагностике оболочечных конвекситальных гематом. Наличие перелома и ЭГ не зависело от размеров КГ. При затылочных КГ (11 детей) переломах затылочной кости и внутричерепных гематом обнаружено не было. ЭГ подтверждены при КТ во всех случаях, а линейные переломы в 94 % случаев (16 новорожденных) (рис. 5, 6).

Результаты исследования показали высокую эффективность УС черепа в диагностике переломов костей свода черепа и ТЧУС в диагностике оболочечных гематом у новорожденных с КГ.

В 69 % случаев (11 новорожденных) переломы сочетались с УС- и/или КТ-признаками лакунарной краниопатии (ЛК) теменных костей. ЛК представляет собой единичные или множественные округлые дефекты костей свода черепа (чаще теменных), которые оссифицируются в течение первых месяцев жизни. Изолированная ЛК не требует специального лечения. Клинические признаки ЛК: мягкость и истончение теменных костей (симптом «фетровой шляпы»), реже пальпируемые округлые дефекты кости. УС-признаки ЛК: локальные

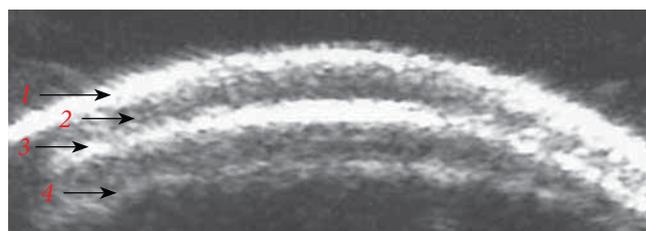


Рис. 3. Ультрасонография скальпа и черепа в норме: 1 — кожа; 2 — подкожная клетчатка; 3 — кость; 4 — реверберационный артефакт

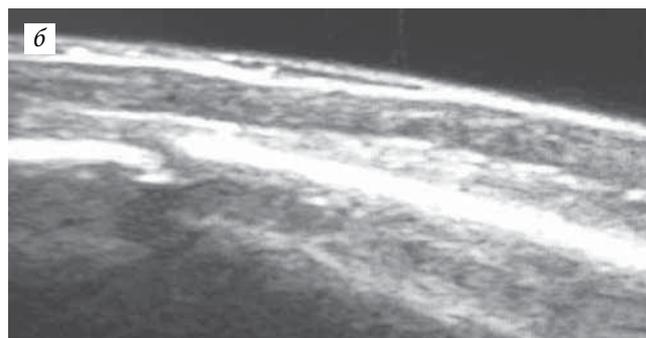
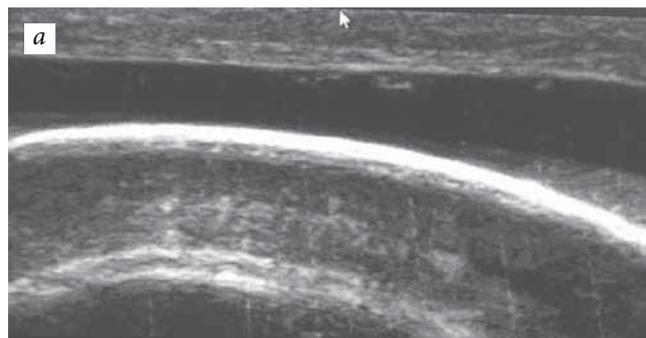


Рис. 4. Ультрасонографическая краниография в области кефалогематомы: а — норма, признаков перелома нет (непрерывность кости не нарушена); б — признаки линейного перелома теменной кости (непрерывность кости нарушена, непосредственно под переломом выявляется феномен «гиперэхогенной метки»)

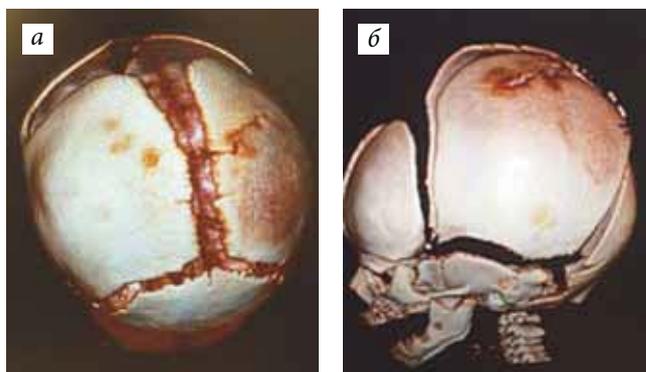


Рис. 5. Спиральная компьютерная томограмма черепа. Линейный перелом на фоне лакунарной краниопатии: а — вид сверху; б — вид сбоку

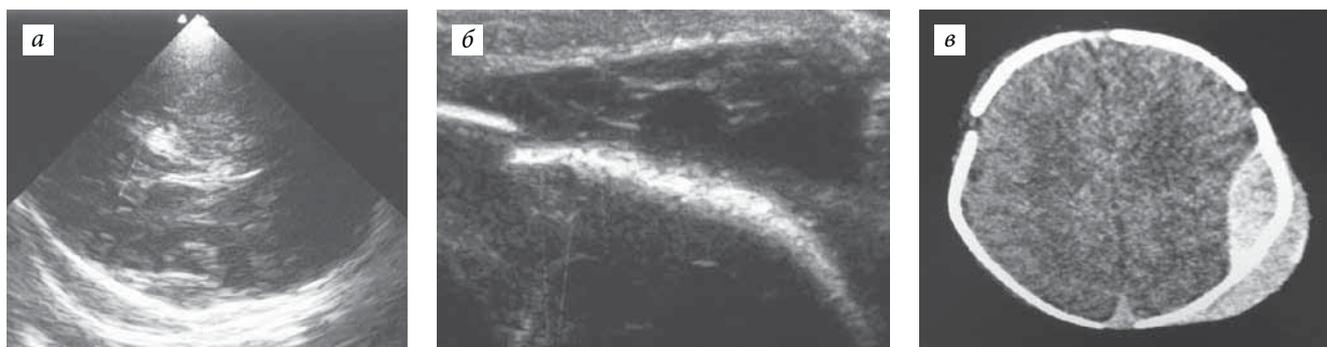


Рис. 6. Кефалогематома, ассоциированная с эпидуральной гематомой и линейным переломом теменной кости, новорожденный 5 суток жизни: *а* — транскраниально-чрезрентгенографическая ультрасонография, транстемпоральное сканирование, визуализируются поднадкостничная и эпидуральная гематомы; *б* — ультрасонография черепа (линейный перелом правой теменной кости); *в* — компьютерная томограмма головы, подтверждающая данные ультрасонографии

участки истончения кости без прерывания ее гиперэхогенного рисунка. Полученные данные позволяют предположить, что ЛК теменных костей повышает риск возникновения линейных переломов даже при физиологических родах.

Заключение

Ультрасонография черепа и транскраниально-чрезрентгенографическая ультрасонография позволяют решить очень важную для современной медицины практическую задачу — значительно расширить доступность визуализации переломов костей свода черепа и оболочечных гематом у новорожденных, одновременно сократив использование методов лучевой диагностики.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Финансирование статьи не проводилось. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Список литературы

1. Лучевые исследования головного мозга плода и новорожденного / под ред. Т.Н. Трофимовой. — СПб.: Балт. медиц. образоват. центр, 2011. — 200 с. [Luchevye issledovaniya golovnogo mozga ploda i novorozhdennogo. Ed by T.N. Trofimovoy. Saint Petersburg: Balt. medits. obrazovat. tsentr; 2011. 200 p. (In Russ.)]
2. Краснов А.С., Терещенко Г.В. Клиническое значение лучевой нагрузки при исследовании детей с онкологическими заболеваниями // Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии. — 2017. — № 2. — С. 75–79. [Krasnov AS, Tereshchenko GV. Klinicheskoe znachenie luchevoy nagruzki pri issledovanii detey s onkologicheskimi zabolevaniyami. *Voprosy gematologii/onkologii i immunopatologii v pediatrii*. 2017;(2):75-79. (In Russ.)]
3. Лучевая диагностика в педиатрии: национальное руководство / А.Ю. Васильев, М.В. Выклюк, Е.А. Зубарева и др.; под ред. А.Ю. Васильева, С.К. Тернового. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. — 368 с. [Vasil'ev AYu, Vykyuk MV, Zubareva EA, et al.; Luchevaya diagnostika v pediatrii: nacional'noe rukovodstvo. Ed by A.Yu. Vasil'eva, S.K. Ternovogo. Moscow: GEOTAR-Media; 2010. 368 p. (In Russ.)]
4. Труфанов Г.Е., Фокин В.А., Иванов Д.О., и др. Особенности применения методов лучевой диагностики в педиатрической практике // Вестник современной клинической медицины. — 2013. — № 6. — С. 48–54. [Trufanov GE, Fokin VA, Ivanov DO, et al. Osobennosti primeneniya metodov luchevoy diagnostiki v pediatricheskoy praktike. *Vestnik sovremennoy klinicheskoy meditsiny*. 2013;(6):48-54. (In Russ.)]
5. Детская нейрохирургия: клинические рекомендации / под ред. С.К. Горельшева. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. — 256 с. [Detskaya neyrokhirurgiya: klinicheskie rekomendatsii. Ed by S.K. Gorelysheva. Moscow: GEOTAR-Media; 2016. 256 p. (In Russ.)]
6. Неонатология: национальное руководство. Краткое издание / Под ред. акад. Н.Н. Володина. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. — 896 с. [Neonatologiya: natsional'noe rukovodstvo. Kratkoe izdanie. Ed by akad. N.N. Volodina. Moscow: GEOTAR-Media; 2013. 896 p. (In Russ.)]
7. Федеральное руководство по детской неврологии / под ред. В.И. Гузевой. — М.: Спец. изд-во мед. книг, 2016. — 668 с. [Federal'noe rukovodstvo po detskoj nevrologii. Ed by V.I. Guzevov. Moscow: Spets. izd-vo med. knig; 2016. 668 p. (In Russ.)]
8. Kmietowicz Z. Computed tomography in childhood and adolescence is associated with small increased risk of cancer. *BMJ*. 2013;(346):33-48. doi: 10.1136/bmj.f3348.
9. Brenner DJ, Hall EJ. Cancer risks from CT scans: now we have data, what next? *Radiology*. 2012;(265):330-1. doi: 10.1148/radiol.12121248.
10. Cardis E, Vrijheid M, Blettner M, et al. Risk of cancer after low doses of ionising radiation: retrospective cohort study in 15 countries. *BMJ*. 2005;331(7508):77-80. doi: 10.1136/bmj.38499.599861.E0.
11. Einstein AJ. Beyond the bombs: cancer risks of low-dose medical radiation. *Lancet*. 2012;380(9840):455-7. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60897-6.

12. Güzel A, Niçdönmez T, Temizöz O, et al. Indications for brain computed tomography and hospital admission in pediatric patients with minor head injury: how much can we rely upon clinical findings? *Pediatric Neurosurgery*. 2009;45(4):262-70. doi: 10.1159/000228984.
13. Mathews JD, Forsythe AV, Brady Z, et al. Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMJ*. 2013;(346). doi: 10.1136/bmj.f2360.
14. Шабалов Н.П. Неонатология: В 2 т. Т. 1. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 704 с. [Shabalov NP. Neonatologiya. In 2 Vol. Vol. 1. Moscow: GEOTAR-Media; 2016. 704 p. (In Russ.)]
15. Ромоданов А.П., Бродский Ю.С. Родовая черепно-мозговая травма у новорожденных. – Киев, 1981. – 199 с. [Romodanov AP, Brodskiy YuS. Rodovaya cherepno-mozgovaya travma u novorozhdennykh. Kiev; 1981. 199 p. (In Russ.)]
16. Власюк В.В. Родовая травма и перинатальные нарушения мозгового кровообращения. – СПб.: Нестор История, 2009. – 252 с. [Vlasyuk VV. Rodovaya travma i perinatal'nye narusheniya mozgovogo krovobrashcheniya. Saint Petersburg: Nestor Istoriya; 2009. 252 p. (In Russ.)]
17. Иова А.С., Артарян А.А., Бродский Ю.С., Гармашов Ю.А. Родовая травма головы. Черепно-мозговая травма: Клиническое руководство / Под ред. А.Н. Коновалова, Л.Б. Лихтермана, А.А. Потапова. – М., 2001. – Т. 2, Гл. 26. – С. 560–601. [Iova AS, Artaryan AA, Brodskiy YuS, Garmashov YuA. Rodovaya travma golovy. Cherepno-mozgovaya travma. Klinicheskoe rukovodstvo. Ed by A.N. Konovalova, L.B. Likhtermans, A.A. Potapova. Moscow; 2001. P. 560-601. (In Russ.)]
18. Крюкова И.А. Оптимизация скрининг-диагностики структурных внутричерепных изменений у новорожденных: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2009. – 25 с. [Kryukova IA. Optimizatsiya skrining-dagnostiki strukturnykh vnutricherepnykh izmeneniy u novorozhdennykh [dissertation]. Saint Petersburg; 2009. 25 p. (In Russ.)]
19. Иова А.С. Минимально инвазивные методы диагностики и хирургического лечения заболеваний головного мозга у детей: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 1996. – 44 с. [Iova AS. Minimal'no invazivnye metody diagnostiki i khirurgicheskogo lecheniya zabolevaniy golovnoy mozga u detey. [dissertation]. Saint Petersburg; 1996. 44 p. (In Russ.)]
20. Иова А.С., Гармашов Ю.А., Андрущенко Н.В., и др. Ультрасонография в нейроредиапии (новые возможности и перспективы) // Ультрасонографический атлас. – СПб.: Петроградский и Ко, 1997. – 170 с. [Iova AS, Garmashov JuA, Andrushhenko NV, et al. Ul'trasonografija v nejropediatrii (novye vozmozhnosti i perspektivy). Ul'trasonograficheskij atlas. Saint Petersburg: Petrogradskij i Ko; 1997. 170 p. (In Russ.)]

Сведения об авторах

Ирина Александровна Крюкова — канд. мед. наук, невролог, врач ультразвуковой диагностики, доцент кафедры детской травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: i_krukova@mail.ru.

Евгений Юрьевич Крюков — д-р мед. наук, доцент, нейрохирург, врач ультразвуковой диагностики, заведующий кафедрой детской невропатологии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России, СПбГБУЗ «Детская городская больница № 1», Санкт-Петербург. E-mail: e.krukov@mail.ru.

Данил Александрович Козырев — нейрохирург, врач ультразвуковой диагностики, СПбГБУЗ «Детская городская больница № 1», Санкт-Петербург. E-mail: nil_dk@mail.ru.

Семен Александрович Сотников — нейрохирург, врач ультразвуковой диагностики, СПбГБУЗ «Детская городская больница № 1», младший научный сотрудник НИЛ инновационных технологий медицинской навигации ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: sot-sem@yandex.ru.

Irina A. Kriukova — MD, PhD, neurologist, sonologist, assistant of the Department of Pediatric Traumatology and Orthopedics. North-Western State Medical University n.a. I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia. E-mail: i_krukova@mail.ru.

Evgeniy Y. Kriukov — MD, PhD, neurosurgeon, sonologist, head of the Department of Pediatric Neurology and Neurosurgery of North-Western State Medical University n.a. I.I. Mechnikov. Children City Hospital No 1, Saint Petersburg, Russia. E-mail: e.krukov@mail.ru.

Danil A. Kozyrev — MD, neurosurgeon, sonologist. Children City Hospital No 1, Saint Petersburg, Russia. E-mail: nil_dk@mail.ru.

Semen A. Sotnikov — MD, neurosurgeon, sonologist, junior researcher at the research laboratory "Innovative technologies of medical navigation" at North-Western State Medical University n.a. I.I. Mechnikov. Children City Hospital No 1, Saint Petersburg, Russia. E-mail: sot-sem@yandex.ru.

Дмитрий Александрович Иова — нейрохирург, врач ультразвуковой диагностики, младший научный сотрудник НИЛ инновационных технологий медицинской навигации ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: iova@rnova.ru.

Иван Николаевич Усенко — нейрохирург, ФГБОУ ВО «СПб ГПМУ» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: ivan_usenko91@mail.ru.

Александр Сергеевич Иова — д-р мед. наук, профессор, нейрохирург, врач ультразвуковой диагностики, профессор кафедры детской невропатологии и нейрохирургии, заведующий НИЛ инновационных технологий медицинской навигации ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России и НИЛ перинатальной нейрохирургии ФГБУ НМИЦ им. В.А. Алмазова, Санкт-Петербург. E-mail: a_iova@mail.ru.

Dmitriy A. Iova — MD, neurosurgeon, sonologist, junior researcher at the research laboratory “Innovative technologies of medical navigation” at North-Western State Medical University n.a. I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia. E-mail: iova@rnova.ru.

Ivan N. Usenko — MD, neurosurgeon, Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia. E-mail: ivan_usenko91@mail.ru.

Alexander S. Iova — MD, PhD, professor, neurosurgeon, sonologist, professor of the department of pediatric neurology and neurosurgery; head of laboratory “Innovative technologies of medical navigation” at St. Petersburg North-Western State Medical University n.a. I.I. Mechnikov, head of laboratory “Innovative technologies of medical navigation” at St. Petersburg North-Western State Medical University n.a. I.I. Mechnikov, head of research laboratory “Perinatal Neurosurgery” at Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia. E-mail: a_iova@mail.ru.