

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЛЕГКИХ У НОВОРОЖДЕННЫХ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Ямпольская Е.Н., Труфанов Г.Е.

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский
центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург,
Россия

Контактная информация:
Ямпольская Екатерина Николаевна
ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова»
Минздрава России
ул. Аккуратова, д. 2, Санкт-Петербург,
Россия, 197341.
E-mail: ketrinpu@rambler.ru

Статья поступила в редакцию 02.03.2017
и принята к печати 23.05.2017.

Резюме

Отношение к ультразвуковому исследованию легких остается скептическим, так как клиницисты и рентгенологи убеждены в том, что применение ультразвука не позволяет визуализировать патологию легких.

По данным других авторов, ультразвуковой метод исследования легких оказался достоверным в оценке многих различных острых и хронических заболеваний, для быстрой диагностики такого критического состояния, как острая дыхательная недостаточность. Также для дифференциальной диагностики от кардиогенного отека легких до острого повреждения легких, от пневмоторакса до пневмонии, от интерстициальных заболеваний легких до ушибов.

УЗИ патологии легких выполняется в течение нескольких минут и обеспечивает быстрое проведение лечебных мероприятий. Это особенно ценно, поскольку метод ультразвуковой диагностики легких является более простым методом, технически возможно проведение исследования в любом положении тела больного, высокая структурность изображения, возможность непрерывной оценки движущихся структур. И, что немаловажно, при динамическом исследовании – отсутствие лучевой нагрузки.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, легкие, новорожденные.

Для цитирования: Трансляционная медицина. 2017; 4 (2): 40–45.

THE ULTRASONIC IMAGING METHOD OF THE LUNGS IN NEWBORNS (REVIEW)

Yampolskaya E.N., Trufanov G.E.

Federal Almazov North-West Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author:

Ekaterina N. Yampolskaya
Federal Almazov North-West Medical Research Centre
Akkuratova str. 2, Saint Petersburg, Russia, 197341
E-mail: ketrinpu@rambler.ru

Received 02 March 2017; accepted 23 May 2017.

Abstract

Most radiologists and clinicians stay skeptical about lung ultrasound (US) examination, since they are sure that US visualization of pathological changes in lungs is poor.

According to other authors, lung US is a reliable method in different acute and chronic pathologies assessment and for quick diagnostics of such an urgent pathology as acute respiratory failure. It also helps to differentiate cardiogenic pulmonary edema, acute lung trauma, pneumothorax and pneumonia, interstitial lung disease and lung contusion.

Lung US takes only several minutes to perform and ensues emergency treatment. It is important that lung US is technically simple, can be performed in any position of the patient, shows high tissue contrast and can evaluate structures in motion. And last, but not least for the dynamic screening method – lung US has no radiation exposure.

Key words: ultrasound (US), lung, newborns.

For citation: Translyatsionnaya meditsina = Translational Medicine. 2017; 4 (2): 40–45.

Введение

Синдром дыхательных расстройств, или «респираторный дистресс-синдром» (РДС) новорожденного представляет расстройство дыхания у детей в первые дни жизни, обусловленное первичным дефицитом сурфактанта и незрелостью легких. Встречается чаще РДС у новорожденных с низким гестационным возрастом и низкой массой тела при рождении [5, 11].

По данным EuroNeoNet (2010), распространенность респираторного дистресс-синдрома составляет у детей 24/25 недель гестации 92%, у детей 26/27 недель гестации — 88%, у детей 28/29 недель гестации — 76%, у детей 30/31 недель гестации — 57% [50].

Большинство авторов считают, что одним из основных методов ранней диагностики РДС остается рентгенографическое исследование органов грудной клетки [12, 17, 19, 41, 53].

В 80-е годы XX века при проведении клинико-рентгенологического исследования новорожденных с РДС выявлены определенные закономерности, отражающие патоморфологические изменения в легких у новорожденных [7, 13].

В дальнейшем на протяжении многих лет диагностика РДС строилась на основании выявления рентгенологических признаков. По данным некоторых авторов, на ранних стадиях заболевания типичная рентгенологическая картина не видна, она появляется через 6–12 часов [12, 46]. Также другие авторы отмечают, что рентгенологическая картина зависит не только от фазы вдоха или выдоха, но и от применения оксигенотерапии, что может приводить к различным результатам данных между клинической картиной и рентгенологическими признаками [2, 21].

По данным многих авторов, при рентгенографическом исследовании органов грудной клетки отмечаются характерные признаки [21, 30]:

- диффузное снижение прозрачности легочных полей;
- ретикулогранулярная сетчатость;
- наличие полосок просветлений в области корня легкого (воздушная бронхограмма).

В тяжелых случаях отмечается тотальное затемнение легочных полей, границы сердца не дифференцируются [9].

В течение многих лет среди ученых складывалось мнение о невозможности ультразвукового исследования легких и средостения, так как воздушная ткань легкого объективно являются непреодолимым препятствием для исследования [27, 34]. По данным других авторов, в последнее десятилетие УЗИ органов грудной клетки, несмотря на объективные сложности и ограничения, начинает занимать адекватное место среди методов лучевой диагностики патологии легких [24, 42, 48].

Все ультразвуковые методики основаны на принципе, что ультразвуковое изображение происходит при отражении ультразвуковых волн от границ тканей с разным акустическим сопротивлением [3, 28].

В норме происходит полное отражение ультразвука от воздуха в субплевральных альвеолах на границе мягких тканей грудной стенки с воздушной лёгочной паренхимой [37]. Следовательно, основным препятствием при УЗИ легких является воздушная лёгочная ткань, т.е. невозможно получить изображение лёгочной паренхимы, объектов, расположенных в толще воздушного лёгкого, так как ультразвук вглубь лёгкого не распространяется [34]. Она становится возможной, когда между объектом и датчиком отсутствует воздушная ткань лёгкого. Также костная ткань полностью отражает ультразвук, вызывая появление акустической тени, которая препятствует визуализации глубже лежащих структур. По данным литературы, многие авторы рекомендуют проводить УЗИ легких через межрёберные промежутки и верхнюю или нижнюю апертуры грудной клетки [16, 25, 28, 34].

Многие исследователи в настоящее время сходятся во мнении при описании в норме эхокартины легких и грудной стенки [6, 16, 28]. При межрёберном сканировании визуализируется тонкая ровная гиперэхогенная линия, которая подвижна при дыхании. Эта линия возникает при отражении ультразвуковых волн от воздуха в субплевральных альвеолах и имеет различные названия: «эхогенная плевральная полоса», «плевральное отражение» [4].

По мнению многих авторов, париетальная плевра, отграничивающая мягкие ткани грудной стенки, выглядит как тонкая гиперэхогенная линия неподвижная при дыхании [31, 43, 44]. Дру-

гие авторы утверждают, что париетальная плевра лучше визуализировалась при наличии плеврального выпота [14, 20].

Большинство авторов едины в интерпретации, что при УЗИ грудной клетки плевральная полость в норме визуализируется редко [26, 35, 45]. Многие авторы утверждают, что «гиперэхогенная плевральная линия» – это сумма эхосигналов от воздуха в субплевральных альвеолах и листков плевры — париетального и висцерального [36, 40].

Также многие авторы описывали, что на эхограмме визуализируется тонкое анэхогенное пространство при небольшом количестве плевральной жидкости, которая разделяет «эхогенную плевральную линию» на париетальную и висцеральную плевру [4, 7, 15, 20, 29, 39, 45].

Большинство авторов утверждают, что тонкая неподвижная гиперэхогенная линия вдоль внутренней поверхности грудной стенки является суммарным отражением ультразвука от париетальной плевры и называется «плевральной линией» [18, 23, 37, 38, 49].

Bittner R.C. определил с помощью МРТ суммарную толщину париетальной и висцеральной плевры вместе с щелевидной плевральной полостью, которая составляет в норме 0,2-0,4 мм. [22]. При УЗИ грудной клетки толщина эхогенной линии превышает фактическую толщину париетальной и висцеральной плевры, которая в норме составляет 1-2 мм [25, 33, 35, 47]. Это различия объясняются минимальным распространением ультразвука внутрь воздушной лёгочной паренхимы на малое расстояние [45, 47].

Многие авторы сходятся во мнении о происхождении А-линий. Они утверждают, что ультразвуковая волна отражается от поверхности лёгкого новорожденного и возвращается к датчику, тем самым вызывая появление первого истинного изображения гиперэхогенной линии поверхности воздушного лёгкого. Затем от датчика повторно ультразвуковая волна проходит сквозь мягкие ткани грудной стенки до лёгкого. В результате на мониторе возникает ложное изображение второй гиперэхогенной линии, расположенной на одинаковой глубине позади первого истинного эхосигнала. Тем самым на экране визуализируются гиперэхогенные линии, расположенные одна за другой на равном расстоянии с постепенным их ослаблением [1, 10, 38].

На данный момент существует несколько различных точек зрения о механизме возникновения артефактов «хвоста кометы». Многие авторы утверждают, что под воздействием ультразвуковых волн на воздушные субплевральные альвеолы возникают собственные колебания микропузырьков воздуха [1, 52]. Поэтому ниже горизонтальной эхогенной линии

в норме отходят единичные гиперэхогенные вертикальные артефакты типа «хвост кометы», называемые В – линиями. Они распространяются до конца изображения без затухания, напоминая лазерные лучи и пересекают А-линии. В-линии одновременно смещаются с гиперэхогенной линией воздушного лёгкого при дыхательных движениях. При изменении угла наклона датчика артефакты типа «хвост кометы» исчезают в одном месте и возникают в другом.

В 80-х годах XX века появились первые описания в литературе о визуализации В-линий У-методом грудной клетки [52, 54].

Первое описание в литературе наличия В-линий, как эхогенных вертикальных артефактов типа «хвост кометы», было выполнено Targhetta R. в 1994 г. [51].

Но Daniel Lichtenstein, французский реаниматолог, установил впервые корреляцию В-линии с патологическими изменениями легких, сравнивая результаты УЗИ и КТ грудной клетки [32].

Отечественные авторы, Васильев А.Ю. и Ольхова Е.Б. (2010), указывают, что в норме при УЗИ легочная паренхима недоступна визуализации, а определяется только поверхность воздушной легочной ткани в виде гиперэхогенной линии, ниже которой визуализируется В-линия за счет реверберации между плеврой и воздухом в субплевральных альвеолах легкого. Плевральная полость в норме не определяется, поверхность легкого визуализируется сразу под тонкой грудной стенкой новорожденного [4].

Выводы

Таким образом, УЗ-метод является достаточно информативным, легкодоступным, неионизирующим методом исследования заболеваний легких у новорожденных. УЗИ позволяет четко визуализировать расстояние между плевральными листками, субплеврально расположенные инфильтраты и абсцессы, достаточно достоверно диагностировать количество экссудата, а также такие патологические процессы, как ателектазы, диафрагмальные грыжи. Также УЗ-метод исследования легких у новорожденных позволяет определить дальнейшую тактику лечения. Особую ценность УЗИ представляет при динамическом исследовании новорожденных в процессе лечения, что позволяет оценивать его эффективность.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

1. Alyokhin MN. The Comet-tail Artifacts at Lungs Ultrasound in Cardiological Patients. Ultrasound and functional diagnostics. 2007; 5: 99 – 106. In Russian [Алехин М.Н. Артефакты по типу хвоста кометы при ультразвуковом исследовании легких у кардиологических больных. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2007; 5: 99–106.].
2. Berman RE, Vaughan VK. Guideline to Pediatrics. M.: Medicine, 1987. p. 234. In Russian [Берман Р.Е., Воран В.К. Руководство по педиатрии. М.: Медицина, 1987. с. 234].
3. Vasilyeva NP. Echography Opportunities in Diagnostics and the Tactics Selection for the Treatment of Lung Abscesses in Children. Ultrasound and Functional Diagnostics. 2005;4:58-63. In Russian. [Васильева Н.П. Возможности эхографии в диагностике и выборе тактики лечения абсцессов легких у детей. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2005;4:58–63].
4. Vasiliev A, Olhova EB. Ultrasound diagnosis in acute pediatric practice: a guide for physicians. M.: GEOTAR Media, 2010: 88-143. In Russian [Васильев А.Ю., Ольхова Е.Б. Ультразвуковая диагностика в неотложной детской практике: руководство для врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010: 88–143].
5. Volodin NN (edit). Management of neonatal respiratory distress syndrome. Clinical guidelines, 2015: 10. In Russian [Ведение новорожденных с респираторным дистресс синдромом. Клинические рекомендации. Под ред. Володин Н.Н., 2015: 10].
6. Dvoryakovsky IV, Odinaeva ND, Potekhina TV. Lungs Echography of Newborn Infants. Ultrasound and functional diagnostics. 2010; 6: 41–49. In Russian [Дворяковский И.В., Одинаева Н.Д., Потехина Т.В. Эхография легких у новорожденных детей. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2010; 6: 41–49].
7. Klimova LI, Lewina NP, Kovalev VG. Clinical and radiological characteristics of respiratory distress syndrome in newborns. Respiratory distress syndrome in newborns. Coll. scientific. proceedings. 1980; 15: 65-68. In Russian [Климова Л.И., Левина Н.П., Ковалёв В.Г. Клинико-рентгенологическая характеристика синдрома дыхательных расстройств у новорождённых детей. Синдром дыхательных расстройств у новорождённых. Сб. науч. трудов. 1980; 15: 65–68].
8. Myazin AA. Whether rendering the air lung tissue is possible? Ultrasound and functional diagnostics. 2002;1:138. In Russian [Мязин А.А. Возможна ли визуализация воздушной легочной ткани? Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2002;1:138].
9. Michelson VA, Grebennikov VI. Intensive care in pediatrics. A Practical Guideline. M.: GEOTARMED, 2003: 93-96. In Russian [Михельсон В.А., Гребенников В.И. Интенсивная терапия в педиатрии. Практическое руководство. М.: ГЭОТАРМЕД, 2003: 93–96].
10. Osipov LV. The ultrasound diagnostic equipment. A practical guideline for users. M.: Vidar, 1999: 256. In Russian [Осипов Л.В. Ультразвуковые диагностические приборы. Практическое руководство для пользователей. М.: Видар, 1999: 256].
11. Pavlovich SV. Antenatal prevention of the neonatal respiratory distress syndrome. Obstetrics and Gynecology. 2011; 3:81-85. In Russian [Павлович С.В. Антенатальная профилактика респираторного дистресс-синдрома

новорожденных. Акушерство и Гинекология. 2011; 3:81–85].

12. Perepelitsa SA, Golubev AM, Moroz VV. Lung X-ray changes in premature neonates with respiratory failure. *General Reanimatology*. 2011; 7(1): 25. In Russian [Перепелица С. А., Голубев А.М., Мороз В.В. Особенности рентгенологических изменений в легких у недоношенных новорожденных с дыхательной недостаточностью. *Общая реаниматология*. 2011; 7(1): 25].

13. Puzyreva NI, Lariushkina RM, Ryzhkova NK. Respiratory distress syndrome and surfactant in infants. *M.: Medicine*, 1987: 144. In Russian [Пузырева Н. И., Лариюшкина Р. М., Рыжкова Н. К. Синдром дыхательных расстройств и сурфактант легких у новорожденных. М.: Медицина, 1987: 144].

14. Repik VI. Ultrasound in the diagnosis of complex diseases of the pleura and lung. *Russian Pulmonology*. 2001;1:37–46. In Russian [Репик В.И. Ультразвуковое исследование в комплексной диагностике заболеваний плевры и легких. *Пульмонология*. 2001;1:37–46].

15. Safonov DV, Shakhov BE. Diagnostic options of transthoracic ultrasound investigation of the lungs. *Rossijskie medicinskie vesti*. 2003; 3: 31–38. In Russian [Сафонов Д.В., Шахов Б.Е. Диагностические возможности трансторакального ультразвукового исследования лёгких. *Российские медицинские вести*. 2003; 3: 31–38].

16. Safonov DV, Shakhov BE. Ultrasound diagnosis of inflammatory diseases of the lung. *M.: Publishing House Vidar-M*, 2011. p. 120. In Russian [Сафонов Д.В., Шахов Б.Е. Ультразвуковая диагностика воспалительных заболеваний лёгких. М.: Издательский дом Видар-М, 2011. с. 120].

17. Filippkin MA, Bosin VY, Baidin PS. Recommendations for X-ray examination of the chest in children. A practical guideline for physicians. *Moscow*, 2000: 8–9. In Russian [Филиппкин М.А. Босин В.Ю., Байдин П.С. Рекомендации по рентгенологическим исследованиям органов грудной клетки у детей. *Практическое пособие для врачей*. Москва, 2000: 8–9].

18. Cherkasov VA, Perepelitsyn VN, Chekletsova LI, et al. The possibilities of ultrasound diagnosis of pleural disease in patients with pleural effusion. *Vestnik. Surgery them. II Grekov*. 2003; 6: 11–15. In Russian [Черкасов В.А., Перепелицын В.Н., Чеклецова Л.И. и др. Возможности ультразвуковой диагностики патологии плевры у больных с плевральным выпотом. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2003; 6: 11–15].

19. Shalamov VY. Evaluating the effectiveness of trigger artificial ventilation in the treatment of newborns with severe respiratory failure. *Dissertation of the candidate of medical sciences*. *Moscow*, 2000: 29. In Russian [Шаламов В.Ю. Оценка эффективности триггерной искусственной вентиляции легких в лечении новорожденных с тяжелой дыхательной недостаточностью. *Автореф. канд. мед. наук*. Москва, 2000: 29].

20. Shakhov BE, Safonov DV. Transthoracic ultrasound of lung and pleura. *N. Novgorod: Publishing House of the Nizhny Novgorod State. med. Academy*, 2002. p. 118. In Russian [Шахов Б.Е., Сафонов Д.В. Трансторакальное ультразвуковое исследование лёгких и плевры. Н. Новгород: Изд-во Нижегородской гос. мед. Академии, 2002. с. 118].

21. Agrons GA, Courtney SE, Thomas Stocker J.S., et.al. Lung Disease in Premature Neonates: Radiologic-Pathologic Correlation. *RadioGraphics*. 2005; 25: 4.

22. Bittner RC, Schnoy N, Schönfeld N, et al. Hochauflösende Magnetresonanztomographie (HR-MRT) von Pleura und Thoraxwand: Normalbefund und pathologische Veränderungen. *Fortschr. Röntgenstr.* 1995; 162: 296–303.

23. Bolliger CT, Herth FJF, Mayo PH, et al. *Clinical Chest Ultrasound: From the ICU to the Bronchoscopy Suite*. Basel: Karger, 2009. p. 221.

24. Caiulo VA, Gargani L, Caiulo S, et al. Lung ultrasound in bronchiolitis: comparison with chest X-ray. *Eur J Pediatr*, 2011: 170.

25. Copetti R, Cattarossi L. The Double Lung Point: An Ultrasound Sign Diagnostic of Transient Tachypnea of the Newborn. *Neonatology*. 2007; 91(3): 203–209.

26. Eibenberger KL, Dock WL, Ammann ME, et al. Quantification of pleural effusions: sonography versus radiography. *Radiology*. 1994; 191: 681–684.

27. Fauci AS. *Harrison's principles of internal medicine*. New York: McGraw-Hill Medical, 2008.

28. Gargani L, Volpicelli G. How I do it: lung ultrasound. *Cardiovasc Ultrasound*. 2014 4;12:25.

29. Gehmacher O, Kopf A, Scheier M, et al. Ist eine Pleuritis sonographisch darstellbar? *Ultraschall Med*. 1997; 18(5): 214–219.

30. Liu J, Cao HY, Wang HW The Role of Lung Ultrasound in Diagnosis of Respiratory Distress Syndrome in Newborn Infants. *Iran J Pediatr*. 2014; 24 (2): 147–154.

31. Kroegel C, Reißig A. *Transthorakale Sonographie: Grundlagen und Anwendung; ein Leitfaden für die Praxis*. Stuttgart, New York: Thieme Verlag, 2000. p. 116.

32. Lichtenstein DA, Meziere G, Biderman P. The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*, 1997; 156 (5): 1640–1646.

33. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, et al. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology*. 2004; 100 (1): 9–15.

34. Lichtenstein DA. *General Ultrasound in the Critically ill*. 2nd ed. Heidelberg: Springer Verlag, 2005. p 128.

35. Mathis G. *Transthorakale Sonographie in der Pneumologie*. *Pneumologie*. 1995; 49: 667–673.

36. Mathis G. *Lungen- und Pleurasonographie*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1996. p. 117.

37. Mathis G, Lessnau KD. *Atlas of Chest Sonography*. Berlin Heidelberg, New-York: Springer Verlag, 2003: 72–89.

38. Mathis G. *Chest Sonography*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 2008. p. 242.

39. McLoud TC, Flower CD. Imaging the pleura: sonography, CT and MR imaging. *AJR Am J Roentgenol*. 1991; 156(6): 1145–1153.

40. Parlamento S, Copetti R, Stefano Di Bartolomeo. Evaluation of lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in the ED. *Am J Emerg Med*. 2009; 27(4):379–384.

41. Patrick Do. Respiratory Distress Syndrome Imaging. <http://emedicine.medscape.com/article/409409-overview>.

42. Raimondi F, Migliaro F, Sodano A, et al. Point-of care lung ultrasound in the NICU: uses and limitations of a new tool. *Italian Journal of Pediatrics*. 2014;40(Suppl 2): A25.

43. Reißig A, Görg C, Mathis G. *Transthorakale Sonographie bei der Diagnostik pulmonaler Erkrankungen: ein systematischer Zugang*. *Ultraschall in Med*. 2009; 30: 438–458.

44. Reissig A, Kroegel C. Sonographic diagnosis and follow up of pneumonia: a prospective study. *Respiration*. 2007; 74(5): 537–547.
45. Reuss J. Sonographic imaging of the pleura: nearly 30 years experience. *Eur. J. Ultrasound*. 1996; 3: 125–139.
46. Reuter S, Moser C, Baack M. Respiratory distress in the newborn. *Pediatrics in Review*. 2014; 35(10): 417–428.
47. Sakai F, Sone S, Kiyono K, et al. High resolution ultrasound of the chest wall. *Rofo*. 1990; 153(4): 390–394.
48. Chen SW, Zhang MY, Liu J. Application of Lung Ultrasonography in the Diagnosis of Childhood Lung Diseases. *Chin Med J (Engl)*. 2015;128(19):2672–2678.
49. Soldati G, Copetti R, Sher S. Sonographic interstitial syndrome: the sound of lung water. *J. Ultrasound Med*. 2009; 28(2): 163–174.
50. Sweet DG, Carnielli V, Greisen G, et al. European consensus guidelines on the management of neonatal respiratory distress syndrome in preterm infants 2013 update. *Neonatology*. 2013;103(4):353–368.
51. Targhetta R, Chavagneux R, Balmes P, et al. Sonographic lung surface evaluation in pulmonary sarcoidosis: preliminary results. *J Ultrasound Med*, 1994; 13(5): 381–388.
52. Thickman DI, Ziskin MC, Goldenberg NJ. Clinical manifestations of the comet tail artifact. *J. Ultrasound Med*. 1983; 2(5): 225–230.
53. Tooley J., Dyke M. Randomized study of nasal continuous positive airway pressure in the preterm infant with RDS. *Acta Pediatr*. 2003; 92(10): 1170–1174.
54. Ziskin MC, Thickman DI, Goldenberg NJ, et al. The comet tail artifact. *J Ultrasound Med*. 1982; 1(1): 1–7.

Информация об авторах:

Ямпольская Екатерина Николаевна, аспирант кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации ФГБУ «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Труфанов Геннадий Евгеньевич, д.м.н., профессор, заведующий научно-исследовательским отделом лучевой диагностики ФГБУ «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России.

Author information:

Ekaterina N. Yampolskaya, PhD student, radiological department, Federal Almazov North-West Medical Research Centre;

Gennady E. Trufanov, MD, PhD, professor, head of research department of radiology, Federal Almazov North-West Medical Research Centre.