

УДК 616.8-007.1-053.31 (075.8)

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов

DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2019-10-3-53-59>

ДИФФУЗИОННО-ТЕНЗОРНАЯ МРТ В ДИАГНОСТИКЕ ПЕРИНАТАЛЬНОГО ГИПОКСИЧЕСКИ-ИШЕМИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА У НЕДОНОШЕННЫХ НОВОРОЖДЕННЫХ

¹В. С. Львов, ^{1,2,3}А. В. Поздняков, ¹Д. О. Иванов, ¹Т. В. Мелашенко, ^{1,4}Л. М. Макаров,
^{1,2,3}О. Ф. Позднякова

¹Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

²Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

³Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. акад. А. М. Гранова, Санкт-Петербург, Россия

⁴Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, Россия

© Коллектив авторов, 2019 г.

К перинатальным поражениям нервной системы у новорожденных относят ряд состояний и заболеваний головного, спинного мозга и периферических нервов, объединенных в общую группу по времени воздействия повреждающих факторов. Метод МРТ признается наиболее информативным и специфичным для диагностики перинатальных поражений центральной нервной системы. С помощью метода МРТ возможно не только выявление структурных изменений головного мозга, но и качественная оценка миелинизации церебральных структур у недоношенных новорожденных. Показано, что при тяжелом гипоксически-ишемическом поражении ЦНС у недоношенных новорожденных дисмиелинизация определяется чаще в области задней ножки внутренней капсулы. Диффузионно-тензорная МРТ является перспективной методикой, позволяющей количественно оценить степень миелинизации головного мозга, визуализировать проводящие пути, оценить их структуру и целостность. *Целью исследования* было выявление статистически значимых различий в показателях диффузии по данным диффузионно-тензорной МРТ у недоношенных детей с тяжелым гипоксически-ишемическим поражением ЦНС в виде перивентрикулярной лейкомаляции и пери-интравентрикулярных кровоизлияний. *Методы:* 1-ю группу (10 детей) составили пациенты, не имевшие структурных изменений на МРТ. 2-ю группу (8 детей) составили дети с перивентрикулярной лейкомаляцией. 3-ю группу (4 ребенка) составили дети с пери-интравентрикулярными кровоизлияниями. Обследуемым выполнялась МРТ, диффузионно-тензорная МРТ. Проводилось сравнение показателей диффузии в задних ножках внутренних капсул и таламусах между группами. *Результаты:* выявлены изменения показателей диффузии, свидетельствующие о снижении темпов миелинизации проводящих путей на уровне задних ножек внутренних капсул у детей с тяжелым гипоксически-ишемическим поражением ЦНС.

Ключевые слова: перинатальное гипоксически-ишемическое поражение центральной нервной системы, перивентрикулярная лейкомаляция, пери-интравентрикулярное кровоизлияние, магнитно-резонансная томография, диффузионно-тензорная МРТ

DTI FOR DIAGNOSING HYPOXIC-ISCHEMIC BRAIN INJURE IN PRETERM NEONATES

¹V. S. Lvov, ^{1,2,3}A. V. Pozdniakov, ¹D. O. Ivanov, ¹T. V. Melashenko, ^{1,4}L. M. Makarov,
^{1,2,3}O. F. Pozdniakova

¹St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia

²North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

³A. M. Granov Russian Research Center for Radiology and Surgical Technologies, St. Petersburg, Russia

⁴Bonch-Bruевич St. Petersburg State University of Telecommunications, St. Petersburg, Russia

The perinatal lesions of the nervous system in newborns include a number of diseases of the brain, spinal cord and peripheral nerves, united in a group by the time of exposure to damaging factors. The MRI is recognized as the most infor-

mative and specific method for the diagnosis of perinatal lesions of the central nervous system. By using the MRI, it is possible not only to identify structural changes in the brain, but also to qualitatively assess the myelination of cerebral structures in preterm infants. It was shown that in severe hypoxic-ischemic damage in preterm infants, dysmyelination is more often determined in the posterior pedicle of the inner capsule. DTI is a promising method to quantify the degree of myelination of the brain, visualize pathways, assess their structure and integrity. The aim of the study was to identify significant differences in diffusion values according to DTI in preterm infants with severe hypoxic-ischemic brain injuries in the form of periventricular leukomalacia and peri-intraventricular hemorrhage. *Methods:* Group 1 (10 children) consisted of patients who did not have structural changes on MRI. Group 2 (8 children) consisted of children with periventricular leukomalacia. Group 3 (4 children) consisted of children with peri-intraventricular hemorrhages. The patients were underwent MRI, diffusion-tensor MRI. A comparison was made of the diffusion values in the posterior limb of inner capsules and the thalami between the groups. *Results:* there were revealed changes in diffusion values, indicating a delay of myelination at the level of the posterior legs of the inner capsules in children with severe hypoxic-ischemic brain injuries.

Key words: hypoxic-ischemic brain injury, periventricular leukomalacia, peri-intraventricular hemorrhage, magnetic resonance imaging, diffusion tensor imaging

Для цитирования: Львов В.С., Поздняков А.В., Иванов Д.О., Мелашенко Т.В., Макаров Л.М., Позднякова О.Ф. Диффузионно-тензорная МРТ в диагностике перинатального гипоксически-ишемического поражения головного мозга у недоношенных новорожденных // *Лучевая диагностика и терапия*. 2019. № 3. С. 53–59, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2019-10-3-53-59>.

Введение. К перинатальным поражениям нервной системы у новорожденных относят ряд состояний и заболеваний головного, спинного мозга и периферических нервов, объединенных в общую группу по времени воздействия повреждающих факторов (анте-, интра- или постнатально).

Рядом авторов метод МРТ признается наиболее информативным и специфичным для диагностики перинатальных поражений центральной нервной системы (ЦНС) [1, 2]. С помощью метода МРТ возможно не только выявление структурных изменений головного мозга, но и качественная оценка миелинизации церебральных структур у недоношенных новорожденных.

В настоящее время предложен ряд методик оценки миелинизации структур головного мозга у новорожденных [3–5], однако ни одна из них не является оптимальной и конечной.

Существует мнение, что при тяжелом гипоксически-ишемическом поражении ЦНС у недоношенных новорожденных дисмиелинизация определяется чаще в области задней ножки внутренней капсулы (ЗНВК) [6].

ДТ-МРТ является перспективной методикой МРТ, позволяющей количественно оценить степень миелинизации головного мозга, визуализировать проводящие пути, оценить их структуру и целостность. В ряде исследований показана высокая ценность количественных показателей диффузии в прогнозировании неблагоприятного исхода гипоксически-ишемического поражения ЦНС [7–10].

Цель исследования: выявить статистически значимые различия в показателях диффузии по данным диффузионно-тензорной МРТ (ДТ-МРТ) у недоношенных детей с тяжелым гипоксически-ишемическим поражением ЦНС в виде перивентрикулярной лейкомаляции (ПВЛ) и пери-интравентрикулярных кровоизлияний (ПИВК).

Материалы и методы. В исследование были включены 22 недоношенных ребенка, находившихся на выхаживании в условиях перинатального центра СПбГПМУ.

Гестационный возраст пациентов при рождении составлял от 25 до 31 нед.

Из них 10 пациентов имели клинику церебральной ишемии легкой степени, не имели структурных изменений головного мозга по данным НСГ. У 12 пациентов была диагностирована умеренная или тяжелая церебральная ишемия, структурные изменения головного мозга в виде ПВЛ и/или ПИВК.

К критериям включения в исследование относились: недоношенность, гестационный срок на момент проведения МРТ 28–32 нед. Постконцептуального возраста (ПКВ); к критериям исключения: верифицированное генетическое, нейрометаболическое заболевание, пороки развития ЦНС.

Всем детям была выполнена МРТ. Гестационный возраст пациентов на момент исследования составлял от 28 до 32 нед ПКВ.

МРТ проведено на томографе Philips Ingenia с индукцией магнитного поля 1,5 Т. Были получены T1-, T2-ВИ, FLAIR-ВИ. При анализе «структурной» МРТ всем пациентам проводилась оценка степени церебральной зрелости [3].

Всем детям дополнительно проведена ДТ-МРТ.

Постпроцессинговый анализ ДТ-МРТ выполнен с использованием программного обеспечения FiberTrack (Philips).

Зоны интереса — передняя и задняя часть ЗНВК (рис. 1), таламусы.

Были рассчитаны количественные показатели — фракционная анизотропия (ФА), коэффициент диффузии (apparent diffusion coefficient — ADC).

Статистическая обработка полученных данных и анализ результатов исследования проводился

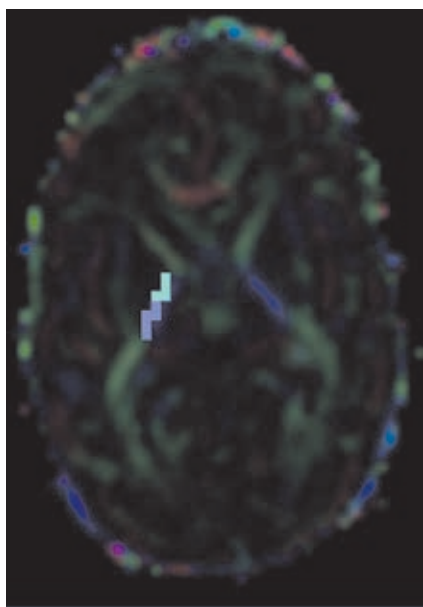


Рис. 1. Зоны интереса — передняя и задняя часть ЗНКВ. Пациент А. Гестационный возраст при рождении 26 нед., возраст к моменту проведения МРТ 30 нед. ПКВ

на персональном компьютере с использованием программ «Microsoft Office Excel 7.0» и «Statistica 10.0».

Использовался непараметрический U-критерий Манна–Уитни ввиду того, что распределение показателей существенно отличалось от нормального.

Различия считались достоверными при значении $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение. По результатам структурной МРТ дети были разделены на три группы.

1-ю группу (10 детей) составили пациенты, не имевшие структурных изменений на МРТ. У всех пациентов степень зрелости церебральных структур соответствовала ПКВ (рис. 2).

2-ю группу (8 детей) составили дети с повреждением белого вещества (ПВЛ). В 7 случаях выявленные изменения расценены как симметричные, в 1 случае отмечено преобладание изменений в правой гемисфере. У 3 детей с ПВЛ также были выявлены ПИВК (у 2 пациентов — билатеральные, у 1 пациента латерализованное справа). По данным «структурной» МРТ у всех детей отмечена задержка развития церебральных структур (рис. 3).

3-ю группу (4 ребенка) составили дети с морфологическими изменениями на МРТ в виде ПИВК (без ПВЛ) — у 2 пациентов выявлены ПИВК в правой гемисфере, у 1 пациента — в левой гемисфере, у 1 пациента — билатеральное. У пациентов данной группы также отмечена задержка развития церебральных структур.

В результате статистического сравнения были обнаружены следующие различия.

1. При сравнении показателей диффузии в задних ножках внутренних капсул между группой детей с нормальной МРТ и группой детей с ПВЛ было выявлено достоверное уменьшение ФА в области

задней части задней ножки внутренней капсулы справа у детей с ПВЛ ($p=0,02$).

В то же время значения ФА в области передней половины задней ножки правой внутренней капсулы статистически не различались. ФА в области правой ЗНКВ между группами статистически не различалась.

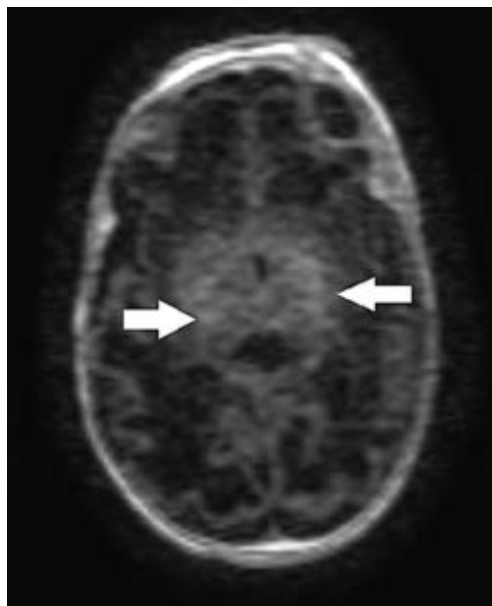


Рис. 2. Определяется первичная миелинизация в таламусах. T1-ВИ, аксиальный срез. Пациент А. Гестационный возраст при рождении 26 нед., возраст к моменту проведения МРТ 30 нед. ПКВ

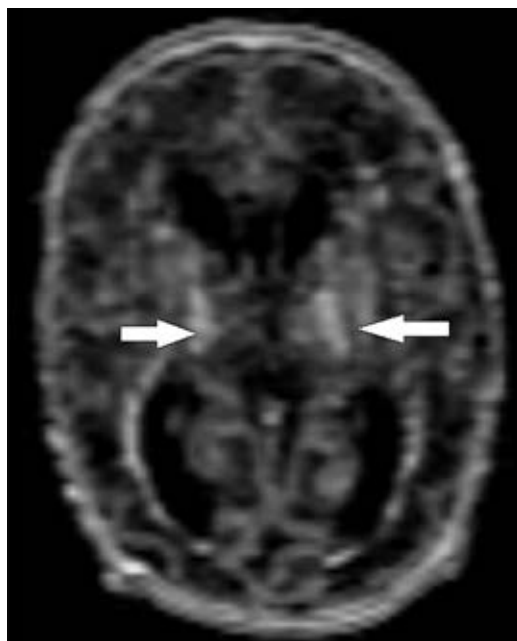


Рис. 3. Задержка миелинизации в таламусах. T1-ВИ, аксиальный срез. Пациент АС. Гестационный возраст при рождении 27 нед., возраст к моменту проведения МРТ 29 нед. ПКВ

Различий в показателях ADC между группами выявлено не было.

Средние значения показателей диффузии в области ЗНКВ приведены в табл. 1.

Таблица 1

Средние значения (медиана) количественных показателей диффузии в области ЗНБК (ФА, ADC) у детей с нормальной МРТ и детей с ПВЛ

Анатомическая структура/ Anatomical structure	Пациенты с нормальной МРТ (n=10)/ Children with normal MRI (n=10)	Дети с ПВЛ (n=8)/ Children with PVL (n=8)	P-значение/ P-value
ЗНБК прав. задн. Часть, ФА/ Right PLIC, posterior part, FA	0,322	0,268	0,02
ЗНБК прав. задн. Часть, ADC/ Right PLIC, posterior part, ADC	1,259	1,246	1,0
ЗНБК лев. задн. Часть, ФА/ Left PLIC, posterior part, FA	0,351	0,308	0,31
ЗНБК лев. задн. Часть, ADC/ Left PLIC, posterior part, ADC	1,246	1,181	0,7
ЗНБК прав. передн. Часть, ФА/ Right PLIC, anterior part, FA	0,284	0,297	0,83
ЗНБК прав. передн. Часть, ADC/ Right PLIC, anterior part, ADC	1,270	1,188	0,17
ЗНБК лев. передн. Часть, ФА/ Left PLIC, anterior part, FA	0,302	0,306	0,83
ЗНБК лев. передн. Часть, ADC/ Left PLIC, anterior part, ADC	1,259	1,175	0,1

2. При сравнении показателей диффузии в задних ножках внутренних капсул между группой детей с нормальной МРТ и группой детей с ПИВК достоверных различий выявлено не было.

Средние значения показателей диффузии в области ЗНБК приведены в табл. 2.

3. При сравнении показателей диффузии в таламусах между группой детей с нормальной МРТ и группой детей с ПВЛ достоверных различий

у детей с нормальной МРТ выявлена следующая закономерность (табл. 5).

1. ФА в задней половине правой ЗНБК был достоверно выше, чем в передней половине ($p=0,02$). В левой ЗНБК наблюдалась тенденция к подобным различиям ($p=0,06$). Показатель ADC при этом достоверно не различался.

При этом в как в группе детей с ПВЛ, так и в группе детей с ПИВК показатели диффузии

Таблица 2

Средние значения (медиана) количественных показателей диффузии в области ЗНБК (ФА, ADC) у детей с нормальной МРТ и детей с ПИВК

Анатомическая структура/ Anatomical structure	Пациенты с нормальной МРТ (n=10)/ Children with normal MRI (n=10)	Дети с ПИВК (n=4)/ Children of with PIVH (n=4)	P-значение/ P-value
ЗНБК прав. задн. Часть, ФА/ Right PLIC, posterior part, FA	0,322	0,375	0,22
ЗНБК прав. задн. Часть, ADC/ Right PLIC, posterior part, ADC	1,259	1,173	0,29
ЗНБК лев. задн. Часть, ФА/ Left PLIC, posterior part, FA	0,351	0,373	0,29
ЗНБК лев. задн. Часть, ADC/ Left PLIC, posterior part, ADC	1,246	1,120	0,22
ЗНБК прав. передн. Часть, ФА/ Right PLIC, anterior part, FA	0,284	0,358	0,08
ЗНБК прав. передн. Часть, ADC/ Right PLIC, anterior part, ADC	1,270	1,145	0,22
ЗНБК лев. передн. Часть, ФА/ Left PLIC, anterior part, FA	0,302	0,345	0,57
ЗНБК лев. передн. Часть, ADC/ Left PLIC, anterior part, ADC	1,259	1,150	0,16

выявлено не было. У детей с ПИВК по сравнению с группой детей с нормальной МРТ показатели диффузии в таламусах также не различались. Средние значения приведены в табл. 3 и 4 соответственно.

При сравнении показателей диффузии в передней и задней половинах задних ножек внутренних капсул

в передней и задней половинах задних ножек внутренних капсул значимо не различались. Средние значения приведены в табл. 6 и 7 соответственно.

Согласно представлениям об анатомии проводящих путей головного мозга, передняя часть ЗНБК содержит преимущественно двигательные пути

Таблица 3

Средние значения (медиана) количественных показателей диффузии в таламусах (ФА, ADC) у детей с нормальной МРТ и детей с ПВЛ

Анатомическая структура/ Anatomical structure	Пациенты с нормальной МРТ (n=10)/ Children with normal MRI (n=10)	Дети с ПВЛ (n=8)/ Children with PVL (n=8)	Р-значение/ P-value
Правый таламус, ФА/Right thalamus, FA	0,130	0,136	0,51
Правый таламус, ADC/Right thalamus, ADC	1,289	1,186	0,20
Левый таламус, ФА/Left thalamus, FA	0,127	0,128	0,97
Левый таламус, ADC/Left thalamus, ADC	1,247	1,245	0,69

Таблица 4

Средние значения (медиана) количественных показателей диффузии в таламусах (ФА, ADC) у детей с нормальной МРТ и детей с ПИВК

Анатомическая структура/ Anatomical structure	Пациенты с нормальной МРТ (n=10)/ Children with normal MRI (n=10)	Дети с ПИВК (n=4)/ Children of with PIVH (n=4)	Р-значение/ P-value
Правый таламус, ФА/Right thalamus, FA	0,130	0,148	0,46
Правый таламус, ADC/Right thalamus, ADC	1,289	1,203	0,11
Левый таламус, ФА/Left thalamus, FA	0,127	0,193	0,37
Левый таламус, ADC/Left thalamus, ADC	1,247	1,210	0,47

Таблица 5

Средние значения (медиана) количественных показателей диффузии (ФА, ADC) в ЗНБК у детей с нормальной МРТ

Сторона, показатель/ Side, diffusion value	Передняя часть ЗНБК/ PLIC, anterior part	Задняя часть ЗНБК/ PLIC, posterior part	Р-значение/ P-value
Правая гемисфера, ФА/Right hemisphere, FA	0,284	0,322	0,02
Правая гемисфера, ADC/Right hemisphere, ADC	1,270	1,259	0,68
Левая гемисфера, ФА/Left hemisphere, FA	0,324	0,351	0,06
Правая гемисфера, ADC/Left hemisphere, ADC	1,259	1,246	0,25

Таблица 6

Средние значения (медиана) количественных показателей диффузии (ФА, ADC) в ЗНБК у детей с ПВЛ

Сторона, показатель/ Side, diffusion value	Передняя часть ЗНБК/ PLIC, anterior part	Задняя часть ЗНБК/ PLIC, posterior part	Р-значение/ P-value
Правая гемисфера, ФА/Right hemisphere, FA	0,297	0,268	0,32
Правая гемисфера, ADC/Right hemisphere, ADC	1,188	1,246	0,80
Левая гемисфера, ФА/Left hemisphere, FA	0,306	0,308	0,38
Правая гемисфера, ADC/Left hemisphere, ADC	1,175	1,181	0,88

Таблица 7

Средние значения (медиана) количественных показателей диффузии (ФА, ADC) в ЗНБК у детей с ПИВК

Сторона, показатель/ Side, diffusion value	Передняя часть ЗНБК/ PLIC, anterior part	Задняя часть ЗНБК/ PLIC, posterior part	Р-значение/ P-value
Правая гемисфера, ФА/Right hemisphere, FA	0,358	0,375	1,0
Правая гемисфера, ADC/Right hemisphere, ADC	1,145	1,173	0,49
Левая гемисфера, ФА/Left hemisphere, FA	0,345	0,373	0,89
Правая гемисфера, ADC/Left hemisphere, ADC	1,150	1,120	0,49

(кортикоспинальный и кортиконуклеарный пути), в то время как в задней ножке ЗНБК проходят преимущественно соматосенсорные пути. По современным представлениям о миелинизации проводящих путей в ЦНС в процессе внутриутробного развития чувствительные пути миелинизируются раньше двигательных [11, 12], что возможно обуславливает более высокую чувствительность к гипоксии данных регионов мозга. Полученные данные это подтверждают, демонстрируя у детей с нормальной МРТ увеличение ФА в задней части ЗНБК (что отражает

более высокую упорядоченность проводящих путей на данном уровне). При этом в группах детей с ПВЛ и ПИВК данная закономерность не выявляется, что может свидетельствовать о снижении темпов миелинизации проводящих путей вследствие гипоксического воздействия.

В данном исследовании не было выявлено изменение показателей диффузии в области двигательных путей у детей с ПВЛ и ПИВК по сравнению с детьми с нормальной МРТ. В то же время у детей с ПВЛ отмечено снижение ФА в соматосенсорных

трактах правой гемисферы. Отсутствие различий для левой гемисферы может быть объяснено как малым объемом выборки, так и преобладанием патологических изменений в правой гемисфере у части пациентов. У детей с ПИВК достоверных различий выявлено не было, что вероятно обусловлено малым объемом выборки.

Мы не обнаружили различий показателей диффузии между группами в таламусах. В ряде обзорных работ, посвященных лучевой диагностике ППЦНС, имеются указания на низкую распространенность ГИ повреждения таламусов у недоношенных новорож-

денных [1]. В то же время имеются и противоположные мнения [13]. Отсутствие различий показателей ADC может быть объяснено его псевдонормализацией — отмечен феномен нормализации ADC через 7–10 дней после эпизода ГИ (паспортный возраст пациентов на момент МРТ составлял от 7 до 62 сут).

Заключение. Таким образом, можно считать, что показатель ФА в задней части задней ножки внутренней капсулы может служить перспективным количественным маркером тяжелого ГИП ЦНС у недоношенных детей в гестационном возрасте от 28 до 32 нед ПКВ.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Varghese B., Xavier R., Manoj V.C. et al. Magnetic resonance imaging spectrum of perinatal hypoxic-ischemic brain injury // *Indian J. Radiol. Imaging*. 2016. No. 26 (3). P. 316–327.
- Tkach J.A., Merhar S.L., Kline-Fath B.M., Pratt R.G., Loew W.M., Daniels B.R., Dumoulin C.L. MRI in the neonatal ICU: initial experience using a smallfootprint 1.5-T system // *Am. J. Roentgenol*. 2014. Vol. 202 (1). W95-W105.
- Мелашенко Т.В. Критерии церебральной зрелости у недоношенных новорожденных по результатам нейровизуализации // *Лучевая диагностика и терапия*. 2014. № 3 (5). С. 31–36. [Melashenko T.V. Criteria for cerebral maturity in preterm infants according to the results of neuroimaging // *Radiology and radiation therapy*, 2014, No. 3 (5), pp. 31–36 (In Russ.)].
- Zacharia Z., Zimine S., Lovblad K.O., Warfield S., Thoeny H., Ozdoba C., Bossi E., Kreis R., Boesch C., Schroth G., Hüppi P.S. Early Assessment of Brain Maturation by MR Imaging Segmentation in Neonates and Premature Infants // *Am. J. Neuroradiology*. 2006. No. 27. P. 972–977.
- Childs A.-M., Ramenghi L.A., Cornette L., Tanner S.F., Arthur R.J., Martinez D., Levene M.I. Cerebral Maturation in Premature Infants: Quantitative Assessment Using MR Imaging // *Am. J. Neuroradiology*. 2001. No. 22. P. 1577–1582.
- Мелашенко Т.В., Тащилкина Ю.А., Тащилкин А.И. Сравнительный анализ темпов миелинизации головного мозга по данным МРТ у недоношенных новорожденных с гипоксически-ишемической энцефалопатией // *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2013. № 1. P. 19–24. [Melashenko T.V., Tashchilkina Yu.A., Tashchilkin A.I. Comparative analysis of myelination according to MRI data in preterm infants with hypoxic-ischemic encephalopathy. *Journal of Roentgenology and Radiology*, 2013, No. 1, pp. 19–24 (In Russ.)].
- Murakami A., Morimoto M., Yamada K., Kizu O., Nishimura A., Nishimura T., Sugimoto T. Fiber-tracking techniques can predict the degree of neurologic impairment for periventricular leukomalacia // *Pediatrics*. 2008. Vol. 122. P. 500–506.
- Rose J., Mirmiran M., Butler E.E., Lin C.Y., Barnes P.D., Kermoian R., Stevenson D.K. Neonatal microstructural development of the internal capsule on diffusion tensor imaging correlates with severity of gait and motor deficits // *Dev. Med. Child. Neurol*. 2007. No. 49. P. 745–750.
- De Bruine F.T.D., Van Wezel-Meijler G., Leijser L.M., Steggerda S.J., Van Den Berg-Huysmans A.A., Rijken M., Van Buchem M.A., Van Der Grond J. Tractography and 2-year Follow-Up in Preterm Infants // *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2013. No. 55. P. 427–433.
- Ермолина Ю.В. Особенности структурных и функциональных изменений головного мозга у детей со спастическими формами церебрального паралича: дис. ... канд. мед. наук. 14.01.08, 14.01.11. М., 2016. 128 с. [Ermolina Yu.V. *Features of the structural and functional changes in the brain in children with spastic cerebral palsy*. Dissertation for the degree of candidate of medical sciences. 14.01.08, 14.01.11. Moscow, 2016, 128 p. (In Russ.)].
- Kinney H.C., Armstrong D.L. *Perinatal neuropathology* // Graham D.I., Lantos P.E., eds. *Greenfield's Neuropathology*. Vol. 7. London, Arnold, 2002.
- Kinney H.C., Brody B.A., Kloman A.S., Gilles F.H. Sequence of central nervous system myelination in human infancy. II. Patterns of myelination in autopsied infants // *J. Neuropathol. Exp. Neurol*. 1988. Vol. 47. P. 217–234.
- Volpe J.J. Brain injury in premature infants: a complex amalgam of destructive and developmental disturbances // *Lancet Neurol*. 2009. № 8 (1). P. 110–124.

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 09.07.2019 г.

Контакт: *Львов Вуктор Сергеевич*, viktorlvov@list.ru

Сведения об авторах:

Львов Вуктор Сергеевич — аспирант кафедры медицинской биофизики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; e-mail: viktorlvov@list.ru; SPIN: 5372-1970; ORCID 0000-0002-2711-5321;

Поздняков Александр Владимирович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением лучевой диагностики, заведующий кафедрой медицинской биофизики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И.Мечникова» Минздрава России; 191015, Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41; руководитель лаборатории нейровизуализации ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. акад. А.М.Гранова» Минздрава России; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 70; e-mail: Pozdnyakovalex@yandex.ru; SPIN: 1000-6408; ORCID 0000-0002-1110-066X;

Иванов Дмитрий Олегович — доктор медицинских наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; e-mail: Radiology@mail.ru; SPIN: 4437-9626; ORCID 0000-0003-2672-611X;

Мелашенко Татьяна Владимировна — кандидат медицинских наук, невролог отделения реанимации и интенсивной терапии новорожденных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; e-mail: Radiology@mail.ru; SPIN: 7069-1730; ORCID 0000-0003-1385-0728;

Макаров Леонид Михайлович — кандидат технических наук, доцент факультета информационных систем и технологий ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича»; 193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, д. 22, к. 1; доцент кафедры медицинской биофизики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; e-mail: elfbio@gmail.com; SPIN: 3674-5506; ORCID 0000-0002-6120-1194;

Позднякова Ольга Федоровна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры медицинской биофизики, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; ассистент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И.Мечникова» Минздрава России; 191015, Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41; научный сотрудник лаборатории нейровизуализации ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. акад. А.М.Гранова» Минздрава России; 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 70; e-mail: Radiology@mail.ru; SPIN: 6186-4626; ORCID 0000-0001-6977-757X.



**Курс последипломного обучения
профессора Т. Н. Трофимовой
кафедры рентгенологии и радиационной медицины
ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова
приглашает**

на программы обучения, посвященные актуальным вопросам лучевой диагностики.

Подробная информация по телефону: 7 (812) 744-72-46, e-mail: luchevayadiagnostika1@mail.ru, на сайте: radiomed.ru

Регистрация для участия в программах повышения квалификации: Отдел дополнительного профессионального образования ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. Телефон: +7 (812) 338-60-48 e-mail: edudogovor@spb-gmu.ru

Регистрация для участия в программах НМО через личный кабинет на сайте: edu.rosminzdrav.ru, sovetnmo.ru

Название программы	Вид обучения	Сроки проведения	Продолжительность, часы
Менеджмент в радиологии	ТУ	По мере комплектования групп	16
Ультразвуковая диагностика	ПП	По мере комплектования групп	504
Современные стандарты лучевой диагностики в системе ОМС	ТУ	По мере комплектования групп	16
MPT плода	ТУ	По мере комплектования групп	16
Ультразвуковая диагностика в клинической практике	СЦ	По мере комплектования групп	144
Рентгенодиагностика, КТ и МРТ	СЦ 144	По мере комплектования групп	144
Лучевая диагностика в нейроонкологии	ТУ	По мере комплектования групп	16
Лучевая диагностика опухолей мочеполовой системы	ТУ	По мере комплектования групп	16
Ранний пренатальный ультразвуковой скрининг	НМО	По мере комплектования групп	18
Лучевая диагностика в нейрорепедиатрии	НМО	По мере комплектования групп	18
Современные стандарты анализа лучевых изображений в системе ОМС	НМО 12.12– 14.12.2019	По мере комплектования групп	18
Онкология в системе ОМС: Стандарты и принципы анализа лучевых изображений	НМО	По мере комплектования групп	18
Современные стратегии лучевой диагностики онкологических заболеваний в системе ОМС	НМО По заказу ТФОМС Даты согласовываются	По мере комплектования групп	18