

Актуальность изучения состояния кровообращения нейрогенного мочевого пузыря у детей

М.А. Ромашин^{1,2,✉}, <https://orcid.org/0000-0003-3480-9812>, romashinmaxim17@yandex.ru

Н.Б. Гусева^{1,2,3}, <https://orcid.org/0000-0002-1583-1769>, guseva-n-b@yandex.ru

С.С. Никитин^{4,5}, <https://orcid.org/0000-0002-4920-1722>, ssnikitin@yandex.ru

Е.Я. Гаткин^{2,6}, <https://orcid.org/0000-0003-3529-4777>, eugatkin@mail.ru

¹ Научно-исследовательский клинический институт педиатрии имени академика Ю.Е. Вельтищева; 125412, Россия, Москва, ул. Талдомская, д. 2

² Детская городская клиническая больница №9 имени Г.Н. Сперанского; 123317, Россия, Москва, Шмитовский проезд, д. 29

³ Российская медицинская академия последиplomного образования; 125373, Россия, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 28

⁴ Петрозаводский государственный университет; 185002, Россия, Петрозаводск, проспект Ленина, д. 33

⁵ Детская республиканская больница имени И.Н. Григovichа; 185002, Россия, Петрозаводск, ул. Парковая, д. 58

⁶ Межрегиональный институт подготовки кадров; 129164, Россия, Москва, Ракетный бульвар, д. 16

Резюме

Нейрогенные расстройства мочевого пузыря разнообразны по своим механизмам и сложны в лечении. Исследователи по всему миру шаг за шагом открывали новые аспекты патогенетических механизмов, ответственных за дисфункцию детрузора. Естественно, с пониманием этих механизмов появлялись и новые линии терапии, делая лечение таких детей более эффективным и обоснованным. Только комплексная терапия, учитывающая все патогенетические механизмы, может дать лучший результат. До настоящего времени не до конца изучена степень влияния и способы решения проблемы нарушения кровоснабжения мочевого пузыря. Долгое время этому вопросу не уделялось должного внимания в виду сложности объективной оценки достаточности кровоснабжения мочевого пузыря. Однако те немногочисленные исследования говорят о том, что нельзя рассчитывать на успех в лечении таких детей без включения в терапию компонентов, направленных на нормализацию ангиологического фактора, и, как следствие, коррекцию гипоксии детрузора и нарушений энергетического метаболизма. Ангиологические нарушения имеют разнонаправленный характер: от вазоспазма и циркуляторной гипоксии до вазодилатации и застойной гиперемии. Поэтому диагностика и лечение нарушений кровоснабжения мочевого пузыря представляется очень важной и непростой задачей. Так как нейрогенные расстройства мочевого пузыря весьма распространены, необходим универсальный метод оценки состояния его сосудов, который будет удобен и доступен врачам в рутинной практике. Таким методом является реопельвиография. Внедрение данного метода в рутинную практику приведет к накоплению опыта и улучшению диагностики и лечения дисфункций мочевого пузыря.

Ключевые слова: дети, реопельвиография, нейрогенный мочевой пузырь, гипоксия, миелодисплазия

Для цитирования: Ромашин М.А., Гусева Н.Б., Никитин С.С., Гаткин Е.Я. Актуальность изучения состояния кровообращения нейрогенного мочевого пузыря у детей. *Медицинский совет*. 2023;17(1):118–122. <https://doi.org/10.21518/ms2022-014>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The relevance of studying the state of blood circulation of the neurogenic bladder in children

Maksim A. Romashin^{1,2,✉}, <https://orcid.org/0000-0003-3480-9812>, romashinmaxim17@yandex.ru

Natalia B. Guseva^{1,2,3}, <https://orcid.org/0000-0002-1583-1769>, guseva-n-b@yandex.ru

Sergey S. Nikitin^{4,5}, <https://orcid.org/0000-0002-4920-1722>, ssnikitin@yandex.ru

Evgeny Ya. Gatkin^{2,6}, <https://orcid.org/0000-0003-3529-4777>, eugatkin@mail.ru

¹ Research Clinical Institute of Pediatrics named after Academician Yu.E. Veltischev; 2, Taldomskaya St., Moscow, 125412, Russia

² Children's City Clinical Hospital No. 9 named after G.N. Speransky; 29, Shmitovskiy Proezd, Moscow, 123317, Russia

³ Russian Medical Academy of Postgraduate Education; 28, Geroev Panfilovtsev St., Moscow, 125373, Russia

⁴ Petrozavodsk State University; 33, Lenin Ave, Petrozavodsk, 185002, Russia

⁵ Children's Republican Hospital named after I.N. Grigovich; 58, Parkovaya St., Petrozavodsk, 185002, Russia

⁶ Interregional Institute of Personnel Training; 16, Raketnyy Boulevard, Moscow, 129164, Russia

Abstract

Neurogenic disorders of the bladder are diverse in their mechanisms and difficult to treat. Researchers around the world have step by step discovered new aspects of the pathogenetic mechanisms responsible for detrusor dysfunction. Naturally, with the understanding of these mechanisms, new lines of therapy appeared, making the treatment of such children more effective

and justified. Only complex therapy, considering all pathogenetic mechanisms, can give the best result. To date, the degree of influence and ways to solve the problem of impaired blood supply to the bladder have not been fully studied. For a long time, this issue has not been given due attention, due to the complexity of an objective assessment of the sufficiency of blood supply to the bladder. However, those few studies suggest that it is impossible to count on success in the treatment of such children without including in therapy components aimed at normalizing the angiological factor and, as a consequence, correcting detrusor hypoxia and energy metabolism disorders. Angiological disorders have a multidirectional character from vasospasm and circulatory hypoxia to vasodilation and congestive hyperemia. Therefore, the diagnosis and treatment of blood supply disorders of the bladder is a very important and difficult task. Since neurogenic disorders of the bladder are very common, a universal method of assessing the condition of its vessels is needed, which will be convenient and accessible to doctors in routine practice. Such a method is rheopelviography. The introduction of this method into routine practice will lead to the accumulation of experience and improve the diagnosis and treatment of bladder dysfunctions.

Keywords: children, rheopelviography, neurogenic bladder, hypoxia, myelodysplasia

For citation: Romashin M.A., Guseva N.B., Nikitin S.S., Gatkin E.Ya. The relevance of studying the state of blood circulation of the neurogenic bladder in children. *Meditsinskiy Sovet*. 2023;17(1):118–122. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2022-014>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Все клетки, органы и ткани нуждаются в постоянном и полноценном обеспечении необходимыми питательными веществами и удалении продуктов метаболизма для нормального функционирования. Именно эту функцию выполняет система кровообращения. Адекватное кровоснабжение лежит в основе нормального функционирования любого органа, и, напротив, нарушение кровоснабжения влечет за собой серьезные, порой необратимые последствия, вплоть до полной утраты функции и гибели. Поэтому особенно важно при диагностике любого заболевания понимать состояние кровообращения в пораженном органе. Для этого существуют различные инструментально-лабораторные методы регистрации нарушенного кровотока и множество консервативных и оперативных методов его коррекции. Медицинская наука далеко продвинулась в патофизиологических и клинических исследованиях нарушения кровообращения многих органов и систем. Но пока это не относится к мочевому пузырю.

В настоящее время нет никаких сомнений в важности коррекции кровоснабжения детрузора для успешности лечения его нейрогенных расстройств. Особенно это важно у пациентов со стойкими нарушениями мочеиспускания в результате миелодисплазии (оперированных по поводу различных вариантов спинномозговых грыж пояснично-крестцового отдела позвоночника) или травм спинного мозга. У этих детей детрузор находится в состоянии хронической ишемии и энергетического дефицита. В таких условиях нельзя рассчитывать на успешное восстановление нормальной функции мочевого пузыря без восстановления адекватного кровотока [1–4].

Роль ангиологических нарушений в формировании дисфункции мочевого пузыря была определена коллективом авторов под руководством Е.Л. Вишневого. Отечественными исследователями было доказано влияние состояния кровотока на нарушение функции тазовых органов [5].

ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ

Методов регистрации нарушенного кровотока органов малого таза не так много, среди них ангиография, ультразвуковая доплерография (УЗДГ), реоцистоцервикография (РЦЦГ) и реопельвиография (РПЕГ).

Ангиография в диагностике нарушения функции тазовых органов имеет весьма ограниченное применение ввиду большой инвазивности процедуры и неоправданных рисков проведения. Вдобавок при ангиографии нередко затруднительно оценить степень спазма или дилатации мелких артерий, поэтому применение ангиографии в рутинной практике клинициста распространения не нашло [6, 7].

Ультразвуковая доплерография сосудов (УЗДГ) также имеет свои недостатки. Во-первых, расположение интересующих сосудов труднодоступно для УЗИ-датчика, вследствие чего методика имеет ограниченную информативность. Во-вторых, данный метод имеет большую зависимость от квалификации специалиста, что во многих случаях делает метод весьма субъективным. И главный недостаток – отсутствие конкретного количественного и качественного отображения состояния кровотока – тонуса сосудов и достаточности кровенаполнения органа, т. е. регистрации наличия или отсутствия ишемии. Последний недостаток (в сочетании со вторым) во многих случаях делает метод весьма субъективным. В связи с этим УЗДГ имеет ограниченную информативность для регистрации хронической ишемии детрузора и изменения тонуса сосудов [8–10].

Методом, лишенным вышеперечисленных недостатков, является реография. Этот метод представляет собой графическую запись изменяющейся величины электрического сопротивления тканей органов или участков тела при пропускании через них переменного электрического тока высокой частоты. В таком случае ткань является электрическим проводником. Метод предназначен для исследования кровотока в различных органах, основан

на измерении биологического импеданса тканей, меняющегося пропорционально пульсовому кровенаполнению органа. Полное электрическое сопротивление, или импеданс, состоит из постоянного, зависящего от характера и структуры органа, и переменного, обусловленного изменением кровенаполнения. Регистрация пульсовых колебаний переменной составляющей импеданса и представляет собой реограмму [11–13].

Реография с достоверно высокой степенью точности может определить следующие моменты:

- Проходимость крупных артерий.
- Объемное пульсовое кровенаполнение исследуемого участка.
- Эластичность и тонус артерий различного калибра (в т. ч. мелких артерий).
- Состояние венозного оттока.

Конкретно для органов малого таза, в частности мочевого пузыря, существует два варианта проведения реографии – реоцистоцервикогграфия и реопельвиогграфия.

Реоцистоцервикогграфия (РЦЦГ) – интрауретральный способ исследования локального кровообращения в области шейки мочевого пузыря, основанный на вышеописанном принципе. РЦЦГ является инвазивным исследованием: электроды размещаются на катетере Фолея, который вводится и фиксируется раздутой манжетой внутри мочевого пузыря, прижатый к внутреннему устью уретры таким образом, что электроды находятся в области шейки мочевого пузыря. В результате данный метод является непосредственным определением состояния кровотока в области шейки мочевого пузыря [14]. Главный недостаток метода – инвазивность и, соответственно, ограниченность его применения в рутинной практике у детей.

Наиболее оптимальным со всех точек зрения является реопельвиогграфия (РПег). Это неинвазивный способ реовазографии, который позволяет определить кровенаполнение органов переднего отдела малого таза. При этом наибольший вклад в реографическую кривую при этом методе вносят две артерии: а. vesicalis inferior и ветви а. pudenda interna, что является основанием практически говорить об оценке кровоснабжения мочевого пузыря. Вдобавок при сопоставлении данных РПег и РЦЦГ принципиальных различий в информативности получено не было, а между результатами исследования (в т. ч. непосредственно цифровыми) имеется прямая корреляция. РПег лишена болевых ощущений и дискомфорта, что имеет особую важность для обследования детей, и может рассматриваться как метод выбора в повседневной практике врача для оценки состояния кровоснабжения мочевого пузыря [15–18]. Помимо вышеперечисленных достоинств, реография, несмотря на диагностическую ценность, является относительно недорогим методом исследования [19].

ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования кровообращения мочевого пузыря привели к более дифференцированному подходу терапии его нейрогенных расстройств. Как следствие,

улучшились и результаты лечения. Коррекция нарушений кровоснабжения мочевого пузыря – достаточно сложная задача, т. к. эти нарушения зачастую имеют разнонаправленный характер. У одних больных они выражаются в застойной гиперемии и вазодилатации с явлениями тканевой гипоксии, у других – имеется вазоспазм, обуславливающий циркуляторную гипоксию [2, 20].

Исследователи данного вопроса предложили различные методы коррекции ангиологических нарушений мочевого пузыря. Они учитывают различные аспекты его хронической ишемии. Для устранения вазоспазма применяются альфа-адреноблокаторы, действующие на альфа-адренорецепторы, располагающиеся в стенках периферических сосудов и шейке мочевого пузыря, снижая тонус сосудов и улучшая микроциркуляцию. Альфа-адреноблокаторы показали свою эффективность в различных аспектах коррекции нейрогенных расстройств мочевого пузыря. Так, в определенных клинических ситуациях терапия адреноблокаторами может привести к таким результатам, как уменьшение степени пузырно-мочеточникового рефлюкса (ПМР), улучшение со стороны императивного недержания, более редкие обострения инфекций мочевыводящих путей, выраженное улучшение уродинамических показателей, уменьшение или устранение остаточной мочи [21–24].

Также применяют энергию лазера низкой интенсивности (НИЛИ). Многими авторами доказано, что НИЛИ обладает противовоспалительным, биостимулирующим действием и усиливает регенеративные способности ткани, а что касается мочевого пузыря, то НИЛИ способно улучшать кровоток в бассейне верхней пузырной артерии у больных с гиперрефлексией детрузора. Лазерное излучение обладает выраженным действием на тканевое дыхание и оказывает активизирующее действие на микроциркуляцию и трофику мочевого пузыря [25–27].

Во время мочеиспускания детрузор выполняет работу, требующую больших энергетических затрат. Для этого процесса необходим высокий энергетический потенциал миоцитов. Важную роль в энергообмене клетки выполняют митохондрии, и осуществление любых обменных и энергетических процессов возможно только при нормальной доставке необходимых веществ через систему микроциркуляции. Также для нормального функционирования этой системы необходимо удаление из тканей углекислого газа и других продуктов метаболизма и предупреждение повреждения свободными радикалами митохондриальных мембран. Именно поэтому хроническая гипоксия миоцитов детрузора вследствие сосудистых нарушений ведет к митохондриальным нарушениям и дисфункции энергетического метаболизма [28–30]. Все вышеперечисленное требует добавления в комплексную терапию таких больных антиоксидантов и препаратов, обеспечивающих перенос электронов в дыхательной цепи. К ним относятся такие препараты, как янтарная кислота, убихинон, витамины С, Е. Доказанными ангиопротекторными и антигипоксическими свойствами в отношении мочевого пузыря обладает натриевая соль N-никотиноил-гамма-аминомасляной кислоты [31].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги, можно сказать, что специалисты уделяют недостаточно внимания исследованию и коррекции нарушений кровоснабжения и микроциркуляции мочевого пузыря. Без успешного купирования дефицита кровоснабжения нельзя рассчитывать на перспективы и успехи в коррекции нейрогенных расстройств мочевого пузыря у детей со спинальным поражением. В связи с этим необходим метод оценки состояния кровотока мочевого пузыря, который будет обладать достаточной информативностью и широкой доступностью, чтобы стать

рутинным методом в практике врача-уролога. Таким методом, по нашему мнению, является реопельвиография. Достоинства этого исследования заключаются в его неинвазивности, объективности получаемых данных и простоте выполнения. Внедрение РПЕГ в рутинную практику врача-уролога на всех этапах оказания медицинской помощи приведет к накоплению опыта, улучшению качества лечения и разработке новых методов коррекции нейрогенных дисфункций мочевого пузыря. 

Поступила / Received 30.08.2022

Поступила после рецензирования / Revised 15.12.2022

Принята в печать / Accepted 25.12.2022

Список литературы / References

1. Данилов В.В., Данилов В.В. *Нейроурология*. Владивосток; 2019. Danilov V.V., Danilov V.V. *Neurology*. Vladivostok; 2019. (In Russ.)
2. Osman N.I., Esperto F., Chapple C.R. Detrusor underactivity and the underactive bladder: a systematic review of preclinical and clinical studies. *Eur Urol*. 2018;74(5):633–643. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2018.07.037>.
3. Tykocki N.R., Monson F.C. Excitability and contractility in arterioles and venules from the urinary bladder. *Curr Top Membr*. 2020;85:301–326. <https://doi.org/10.1016/bs.ctm.2020.01.003>.
4. Nitti V.W., Patel A., Karim M. Diagnosis and management of overactive bladder: A review. *J Obstet Gynaecol Res*. 2021;47(5):1654–1665. <https://doi.org/10.1111/jog.14708>.
5. Гусева Н.Б., Игнатьев Р.О., Вишневский А.Е., Игнатьев Г.Р. История развития отечественной детской урологии. К 80-летию со дня рождения профессора Евгения Леонидовича Вишневецкого. *Педиатрия. Consilium Medicum*. 2021;(1):10–12. Режим доступа: <https://pediatria.orscience.ru/2658-6630/article/view/71092>.
6. Guseva N.B., Ignatiev R.O., Vishnevsky A.E., Ignatiev G.R. History of the development of Russian pediatric neurourology. To the 80th anniversary of professor Evgeny Leonidovich Vishnevsky. *Pediatrics. Consilium Medicum*. 2021;(1):10–12. (In Russ.) Available at: <https://pediatria.orscience.ru/2658-6630/article/view/71092>.
7. Omeh D.J., Shlofmitz E. Angiography. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK57477>.
8. Lütken C.D., Achiam M.P., Svendsen M.B., Boni L., Nerup N. Optimizing quantitative fluorescence angiography for visceral perfusion assessment. *Surg Endosc*. 2020;34(12):5223–5233. <https://doi.org/10.1007/s00464-020-07821-z>.
9. Özçağlayan Ö., Akgül M., Yazıcı C., Özçağlayan T.I., Malak A., Doğru M. Is bladder blood flow an etiologic factor for the bladder pain syndrome? *Neurourol Urodyn*. 2019;38(4):1135–1141. <https://doi.org/10.1002/nau.23969>.
10. Liu Q., Gong H., Zhu H., Yuan C., Hu B. Contrast-enhanced ultrasound in the bladder: critical features to differentiate occupied lesions. *Comput Math Methods Med*. 2021;2021:1047948. <https://doi.org/10.1155/2021/1047948>.
11. Kim E.S., Sharma A.M., Scissons R., Dawson D., Eberhardt R.T., Gerhard-Herman M., et al. Interpretation of peripheral arterial and venous Doppler waveforms: A consensus statement from the Society for Vascular Medicine and Society for Vascular Ultrasound. *Vasc Med*. 2020;25(5):484–506. <https://doi.org/10.1177/1358863X20937665>.
12. Anand G., Yu Y., Lowe A., Kalra A. Bioimpedance analysis as a tool for hemodynamic monitoring: overview, methods and challenges. *Physiol Meas*. 2021;42(3). <https://doi.org/10.1088/1361-6579/abe80e>.
13. Waisman G. Current status of noninvasive hemodynamics in hypertension. *Hipertens Riesgo Vasc*. 2018;35(1):30–36. <https://doi.org/10.1016/j.hipert.2017.11.004>.
14. Lee K., Yoo H.J. Simultaneous electrical bio-impedance plethysmography at different body parts: continuous and non-invasive monitoring of pulse wave velocity. *IEEE Trans Biomed Circuits Syst*. 2021;15(5):1027–1038. <https://doi.org/10.1109/TBCAS.2021.3115021>.
15. Лоран О.Б., Гусева Н.Б., Демидов А.А. Влияние имплантата на кровоснабжение мочевого пузыря у детей с миелодисплазией в результате sling-операций. *Детская хирургия*. 2015;(2):7–13. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-implantata-na-krovoznabzhenie-mochevogo-puzyrya-u-detey-s-mielodisplaziey-v-rezultate-slingovykh-operatsiy>.
16. Loran O.B., Guseva N.B., Demidov A.A. The influence of an implant on vesicular blood flow with myelodysplasia resulting from sling surgeries. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2015;(2):7–13. (In Russ.) Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-implantata-na-krovoznabzhenie-mochevogo-puzyrya-u-detey-s-mielodisplaziey-v-rezultate-slingovykh-operatsiy>.
17. Курлыкин А.В., Константинова А.Н., Жикменко В.А., Овсянников Ю.Г. Биоимпедансометрия в комплексе предоперационного обследования в детской гематологии (обзор литературы). *Доктор.Ру*. 2016;(5):36–39. Режим доступа: <https://journaldoctor.ru/catalog/terapiya/bioimpedansometriya-v-komplekse-predoperatsionnogo-obsledovaniya-v-detskoy-gematologii-obzor-literat/?lang=ru>.
18. Kurlykin A.V., Konstantinova A.N., Yakimenko V.A., Ovsyannikov Yu.G. Bioimpedance analysis as part of pre-surgery examination in pediatric hematology: literature review. *Doctor.Ru*. 2016;(5):36–39. (In Russ.) Available at: <https://journaldoctor.ru/catalog/terapiya/bioimpedansometriya-v-komplekse-predoperatsionnogo-obsledovaniya-v-detskoy-gematologii-obzor-literat/?lang=ru>.
19. Vasold K.L., Parks A.C., Phelan D., Pontifex M.B., Pivarnik J.M. Reliability and validity of commercially available low-cost bioelectrical impedance analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2019;29(4):406–410. <https://doi.org/10.1123/ijns.2018-0283>.
20. Wiegerinck A., Thomsen A., Hisdal J., Kalvøy H., Tronstad C. Electrical impedance plethysmography versus tonometry to measure the pulse wave velocity in peripheral arteries in young healthy volunteers: a pilot study. *J Electr Bioimpedance*. 2021;12(1):169–177. <https://doi.org/10.2478/joeb-2021-0020>.
21. Haapala M., Lyytikäinen L.P., Peltokangas M., Koivisto T., Hutri-Kähönen N., Laurila M.M. et al. Impedance plethysmography-based method in the assessment of subclinical atherosclerosis. *Atherosclerosis*. 2021;319:101–107. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2021.01.006>.
22. Scudder M.R., Jennings J.R., DuPont C.M., Lockwood K.G., Gadagkar S.H., Best B. et al. Dual impedance cardiography: an inexpensive and reliable method to assess arterial stiffness. *Psychophysiology*. 2021;58(7):e13772. <https://doi.org/10.1111/psyp.13772>.
23. Токарев А.Р., Киреев С.С. Гипоксия при артериальной гипертензии (краткий обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий*. 2016;(2):233–239. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/gipoksiya-pri-arterialnoy-gipertenzii-kratkiy-obzor-literatury>.
24. Tokarev A.R., Kireev S.S. Hypoxia in the hypertension (brief review). *Journal of New Medical Technologies*. 2016;(2):233–239. (In Russ.) Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/gipoksiya-pri-arterialnoy-gipertenzii-kratkiy-obzor-literatury>.
25. Борисова С.А., Зоркин С.Н., Артюхина С.В. Современная фармакотерапия нейрогенной дисфункции мочевого пузыря у детей. *Педиатрическая фармакология*. 2003;(4):28–32. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-farmakoterapiya-neyrogennoy-disfunktsii-mochevogo-puzyrya-u-detey>.
26. Borisova S.A., Zorkin S.N., Artyukhina S.V. Present-day drug therapy of neurogenic dysfunction of the urinary bladder in children. *Pediatric Pharmacology*. 2003;(4):28–32. (In Russ.) Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-farmakoterapiya-neyrogennoy-disfunktsii-mochevogo-puzyrya-u-detey>.
27. Henningsohn L., Kilany S., Svensson M., Jacobsen J.L. Patient-perceived effectiveness and impact on quality of life of solifenacin in combination with an α -blocker in men with overactive bladder in Sweden: a non-interventional study. *Aging Male*. 2017;20(4):266–276. <https://doi.org/10.1080/13685538.2017.1358258>.
28. Andersson K.E., Bird L. Current pharmacologic approaches in painful bladder research: an update. *Int Neurourol J*. 2017;21(4):235–242. <https://doi.org/10.5213/inj.1735022.511>.
29. Kwon S.Y., Park D.J., Seo Y.J., Lee K.S. Efficacy of adding mirabegron to alpha-adrenoreceptor blocker in patients with benign prostatic hyperplasia with persistent overactive bladder symptoms: A prospective study. *Investig Clin Urol*. 2020;61(4):419–424. <https://doi.org/10.4111/icu.2020.61.4.419>.
30. Гаткин Е.Я., Гусева Н.Б., Божендаев Т.Л. Возможности лечебного воздействия энергии лазеров низкой интенсивности (квантовой терапии) в реабилитации детей с нейрогенной дисфункцией мочевого пузыря.

- Детская и подростковая реабилитация.* 2020;(1):72–76. Режим доступа: https://association-dcp.ru/?page_id=13732.
- Gatkin E.Ya., Guseva N.B., Bozhendaev T.L. Possibilities for therapeutic effects of energy of lasers of low intensity (quantum therapy) in rehabilitation of children with neurogenic dysfunction of the bladder. *Child and adolescent rehabilitation.* 2020;(1):72–76. (In Russ.) Available at: https://association-dcp.ru/?page_id=13732.
26. Новикова Е.В., Меновщикова Л.Б., Прикул В.Ф., Трунова О.В. Комплексное применение лазерного излучения и интерференционных токов в медицинской реабилитации детей с нейрогенной дисфункцией мочевого пузыря. *Вестник восстановительной медицины.* 2020;(4):71–76. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-98-4-71-76>.
- Novikova E.V., Menovshikova L.B., Prikul V.F., Trunova O.V. Complex application of laser radiation and interference currents in medical rehabilitation of children with neurogenic dysfunction of the bladder. *Vestnik Vosstanovitel'noy Meditsiny.* 2020;(4):71–76. (In Russ.) <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-98-4-71-76>.
27. Божендаев Т.Л., Гусева Н.Б., Гаткин Е.Я., Игнатьев Р.О., Заботина Э.К. Коррекция дисфункционального мочеиспускания у детей. *Педиатрия. Журнал имени Г.Н. Сперанского.* 2016;(5):62–66. Режим доступа: <https://pediatrjournal.ru/archive?show=354§ion=4715>.
- Bojendaev T. L., Guseva N.B., Gatkin E.YA., Ignatyev R.O., Zabolina E.K. Correction of dysfunctional urination in children. *Pediatrya – Zhurnal im G.N. Speranskogo.* 2016;(5):62–66. (In Russ.) Available at: <https://pediatrjournal.ru/archive?show=354§ion=4715>.
28. Медведев Ю.В., Толстой А.Д. *Гипоксия и свободные радикалы в развитии патологических состояний организма.* М.; 2000. 227 с. Medvedev Yu.V., Tolstoy A.D. *Hypoxia and free radicals in the development of pathological conditions of the body.* Moscow; 2000. 227 p. (In Russ.)
29. Annesley S.J., Fisher P.R. Mitochondria in health and disease. *Cells.* 2019;8(7):680. <https://doi.org/10.3390/cells8070680>.
30. Yang J.H., Choi H.P., Niu W., Azadzi K.M. Cellular stress and molecular responses in bladder ischemia. *Int J Mol Sci.* 2021;22(21):11862. <https://doi.org/10.3390/ijms222111862>.
31. Морозов В.И., Аюпова В.А., Салихова Л.Т. Лечение различных клинических форм энуреза у детей. *Практическая медицина.* 2016;(7):77–80. Режим доступа: <https://pmarchive.ru/el-arxiv/arxiv-za-2016-god/prakticheskaya-medicina-7-99-2016-aktualnye-problemy-pediatrii>. Morozov V.I., Ayupova V.A., Salikhova L.T. Treatment of various clinical forms of enuresis in children. *Practical Medicine.* 2016;(7):77–80. (In Russ.) Available at: <https://pmarchive.ru/el-arxiv/arxiv-za-2016-god/prakticheskaya-medicina-7-99-2016-aktualnye-problemy-pediatrii>.

Информация об авторах:

Ромашин Максим Александрович, младший научный сотрудник отдела хирургии детского возраста, Научно-исследовательский клинический институт педиатрии имени академика Ю.Е. Вельтищева; 125412, Россия, Москва, ул. Талдомская, д. 2; детский хирург, Детская городская больница №9 имени Г.Н. Сперанского; 123317, Россия, Москва, Шмитовский проезд, д. 29; romashinmaxim17@yandex.ru

Гусева Наталья Борисовна, д.м.н., главный научный сотрудник, Научно-исследовательский клинический институт педиатрии имени академика Ю.Е. Вельтищева; 125412, Россия, Москва, ул. Талдомская, д. 2; профессор кафедры педиатрии имени Г.Н. Сперанского, Российская медицинская академия последилового образования; 125373, Россия, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 28; руководитель центра урологии-андрологии и патологии тазовых органов, Детская городская клиническая больница №9 имени Г.Н. Сперанского; 123317, Россия, Москва, Шмитовский проезд, д. 29; guseva-n-b@yandex.ru

Никитин Сергей Сергеевич, д.м.н., профессор кафедры педиатрии и детской хирургии Медицинского института, Петрозаводский государственный университет; 185002, Россия, Петрозаводск, проспект Ленина, д. 33; заведующий Центром детской урологии, андрологии и нефрологии, Детская республиканская больница имени И.Н. Григоровича; 185002, Россия, Петрозаводск, ул. Парковая, д. 58; ssnikitin@yandex.ru

Гаткин Евгений Яковлевич, д.м.н., профессор, детский уролог-андролог, Детская городская клиническая больница №9 имени Г.Н. Сперанского; 123317, Россия, Москва, Шмитовский проезд, д. 29; заведующий кафедрой реабилитологии и инновационных медицинских технологий, Межрегиональный институт подготовки кадров; 129164, Россия, Москва, Ракетный бульвар, д. 16; 2; eugatkin@mail.ru

Information about the authors:

Maksim A. Romashin, Junior Researcher of the Department of Pediatric Surgery, Research Clinical Institute of Pediatrics named after Academician Yu.E. Veltischev; 2, Taldomskaya St., Moscow, 125412, Russia; Pediatric Surgeon, Children's City Clinical Hospital No. 9 named after G.N. Speransky; 29, Shmitovskiy Proezd, Moscow, 123317, Russia; romashinmaxim17@yandex.ru

Natalia B. Guseva, Dr. Sci. (Med.), Chief Scientific Officer, Research Clinical Institute of Pediatrics named after Academician Yu.E. Veltischev; 2, Taldomskaya St., Moscow, 125412, Russia; Professor of the Department of Pediatrics named after G.N. Speransky, Russian Medical Academy of Postgraduate Education; 28, Geroev Panfilovtsev St., Moscow, 125373, Russia; Head of the Center of Urology-Andrology and Pathology of Pelvic Organs, Children's City Clinical Hospital No. 9 named after G.N. Speransky; 29, Shmitovskiy Proezd, Moscow, 123317, Russia; guseva-n-b@yandex.ru

Sergey S. Nikitin, Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Pediatrics and Pediatric Surgery of the Medical Institute, Petrozavodsk State University; 33, Lenin Ave, Petrozavodsk, 185002, Russia; Head of the Center for Pediatric Urology, Andrology and Nephrology, Children's Republican Hospital named after I.N. Grigovich; 58, Parkovaya St., Petrozavodsk, 185002, Russia; ssnikitin@yandex.ru

Evgeny Ya. Gatkin, Dr. Sci. (Med.), Professor, Pediatric Urologist-andrologist, Children's City Clinical Hospital No. 9 named after G.N. Speransky; 29, Shmitovskiy Proezd, Moscow, 123317, Russia; Head of the Department of Rehabilitation and Innovative Medical Technologies, Interregional Institute of Personnel Training; 16, Raketnyy Boulevard, Moscow, 129164, Russia; eugatkin@mail.ru