

DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpb117478>

Применение магнитной стимуляции при нейрогенных и психогенных нарушениях мочеиспускания

И.В. Бородулина¹, М.Ю. Герасименко^{1,2}¹ Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Российская Федерация² Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Магнитная стимуляция является разновидностью хорошо известного в физиотерапевтической практике метода магнитотерапии. В противоположность электрической стимуляции, при которой происходит непосредственное возбуждение афферентных и эфферентных нервных волокон, переменное магнитное поле вызывает опосредованную вторичную деполяризацию мембраны клетки за счёт возникающей разницы потенциалов.

Магнитная стимуляция с целью коррекции нарушения функции нижних мочевых путей получила значительное распространение с 1990-х годов в виде метода экстракорпоральной магнитной стимуляции и стимуляции области са크ральных корешков S3.

Магнитная стимуляция тазового дна и области сакральных корешков представляет собой перспективный метод реабилитации пациентов с нарушением функции нижних мочевых путей и может рассматриваться как одно из альтернативных безопасных мероприятий в лечении данной категории больных, что позволяет уменьшить степень выраженности симптоматики. Эффективность данного метода проявляется преимущественно при ирритативных формах нарушений, обусловленных нейрогенным и психогенным характером поражения.

Ключевые слова: магнитная стимуляция; нарушение функции нижних мочевых путей; неинвазивная стимуляция; нейрогенные нарушения мочеиспускания; психогенные нарушения мочеиспускания.

Как цитировать:

Бородулина И.В., Герасименко М.Ю. Применение магнитной стимуляции при нейрогенных и психогенных нарушениях мочеиспускания // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2022. Т. 21, № 6. С. 447–453. DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpb117478>

Рукопись получена: 20.12.2022

Рукопись одобрена: 15.01.2023

Опубликована: 20.05.2023

DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpbr117478>

The use of magnetic stimulation in neurogenic and psychogenic urination disorders

Irina V. Borodulina¹, Marina Yu. Gerasimenko^{1, 2}

¹ Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation

² The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Magnetic stimulation is a type of well-known method of magnetic therapy in physiotherapy practice. In contrast to electrical stimulation, in which afferent and efferent nerve fibers are directly excited, an alternating magnetic field causes an indirect secondary depolarization of the cell membrane due to the resulting potential difference.

Magnetic stimulation for the purpose of correcting the dysfunction of the lower urinary tract symptoms has become widespread since the 90s of the XX century in the form of the method of extracorporeal magnetic stimulation and stimulation of the sacral roots S3 area.

Magnetic stimulation of the pelvic floor and the area of the sacral roots is a promising method of rehabilitation with impaired lower urinary tract symptoms function and can be considered as one of the alternative safe measures in the treatment of this category of patients, which reduces the severity of symptoms. The effectiveness of this method is manifested mainly in irritative forms of disorders caused by the neurogenic and psychogenic nature of the lesion.

Keywords: magnetic stimulation; lower urinary tract dysfunction; noninvasive stimulation; neurogenic urination disorders; psychogenic urination disorders.

To cite this article:

Borodulina IV, Gerasimenko MYu. The use of magnetic stimulation in neurogenic and psychogenic urination disorders. *Russian journal of the physical therapy, balneotherapy and rehabilitation*. 2022;21(6):447–453. DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpbr117478>

Received: 20.12.2022

Accepted: 15.01.2023

Published: 20.05.2023

ВВЕДЕНИЕ

Магнитная стимуляция (МС) является разновидностью хорошо известного в физиотерапевтической практике метода магнитотерапии — лечебного воздействия переменным или пульсирующим низкочастотным магнитным полем с помощью индукторов (индукторов-соленоидов) или постоянным магнитным полем с помощью постоянных магнитов. Возможность клинического применения МС основана на принципах физического явления электромагнитной индукции, которое открыл и описал в середине XIX века М. Фарадей. Благодаря его трудам, было установлено, что в ответ на переменное магнитное поле в проводящей среде возникает электрический ток [1, 2]. На этом постулате физики в последующем базировалось понимание механизма воздействия магнитного импульса на живую ткань. В противоположность электрической стимуляции, при которой происходит непосредственное возбуждение афферентных и эфферентных нервных волокон, переменное магнитное поле вызывает опосредованную вторичную деполяризацию мембраны клетки за счёт возникающей разницы потенциалов [2, 3].

КЛИНИЧЕСКИЕ И УРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ

Возможность стимуляции периферического нерва и последующего мышечного сокращения при воздействии переменного магнитного поля частотой 500 Гц впервые показали R.G. Bickford и B.D. Fremming в 1965 году [4]. В последующем эксперимент воздействия магнитного стимула на нервную ткань был воспроизведён P.A. Öberg в 1973 году [5]. Таким образом, были сформулированы основные теоретические принципы действия переменного магнитного поля на периферические нервы человека, а также показана возможность клинического применения МС.

Возможность применения МС у пациентов с нарушением функции нижних мочевых путей стала рассматриваться после внедрения метода инвазивной сакральной электрической стимуляции, когда в 1971 году была показана её способность активизировать сокращение мочевого пузыря при экстра- и интрадуральном размещении электродов, а в 1981 году E.A. Tanagho и R.A. Schmidt зафиксировали обратный эффект замедления сократительной способности детрузора путём чрескожного воздействия [6, 7]. После этого были предприняты попытки использования МС для коррекции тазовых нарушений. В частности, в 1996 году M.K. Sheriff и соавт. [8] опубликовали одно из первых клинических исследований с участием 7 пациентов с травматическим повреждением спинного мозга и некупируемой гиперактивностью мочевого пузыря, в котором продемонстрировали эффект снижения давления детрузора и подавления его гиперрефлексии при неинвазивной

МС в проекции S3 корешков. J.P. McFarlane и соавт. [9] в 1997 году на 12 пациентах с идиопатической гиперактивностью мочевого пузыря показали возможность немедленного кратковременного подавления его сократимости при аналогичном воздействии, M.D. Craggs и соавт. [10] также воспроизвели в своей работе указанный эффект. В 1999 году R.A. Schmidt и соавт. [11] показали возможность применения стимуляции сакральных корешков для лечения императивного недержания мочи.

МС с целью коррекции нарушения функции нижних мочевых путей получила значительное распространение с 90-х годов XX века в виде метода экстракорпоральной магнитной стимуляции. В 1998 году Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (Food and Drug Administration, FDA) одобрило применение новой технологии экстракорпоральной МС тазового дна, разработанной N.T. Galloway и соавт. [12] для лечения стрессового недержания мочи у женщин. Данная технология, равно как и термин, возникли в противоположность уже используемой и показавшей свою эффективность электрической стимуляции с применением вагинальных и ректальных электродов. В противоположность электрической стимуляции, импульсное магнитное поле вызывает опосредованную вторичную деполяризацию нервного волокна за счёт возникающей разницы потенциалов, что ведёт к дальнейшему распространению возбуждения и последующим эффектам [13, 14]. Прямая электрическая стимуляция ткани запускает электрохимические реакции, которые могут быть причиной возможного повреждения тканей, а также снижают стимулирующий эффект за счёт изменения импеданса. Подобных эффектов не наблюдается при воздействии магнитного поля, беспрепятственно проходящего через ткани в области наложения индуктора. Таким образом, несмотря на схожие физические и биологические механизмы, МС является более предпочтительным методом вследствие более высокой эффективности и безопасности. Об этом свидетельствуют следующие факты:

- способность проникновения МС через все тканевые структуры без затухания импульса;
- потеря напряжённости электрического поля, индуцированного магнитным импульсом, намного меньше, чем при его возникновении за счёт наложения поверхностных электродов при электрической стимуляции, что позволяет стимулировать глубоко залегающие структуры без боли и дискомфорта, сопряжённых с генерацией тока на поверхности кожи;

МС не требует специальной подготовки кожных покровов и полного физического контакта с ними, т.е. воздействие достигается даже на расстоянии нескольких десятков миллиметров стимулируемой поверхности от индуктора [1].

Многочисленные опубликованные данные свидетельствуют о несомненном влиянии МС на функцию нижних мочевых путей. При использовании МС многими исследователями был достигнут эффект лечения патогенетически разнородных форм расстройства мочеиспускания,

что позволяет сделать предположение об активизации различных структур, вовлечённых в регуляцию функции нижних мочевых путей, при воздействии МС [15, 16].

В настоящее время механизм действия МС на физиологию нижних мочевых путей не до конца изучен. Многоступенчатость и сложность нервной регуляции процесса удержания мочи и акта мочеиспускания предполагают возможность вовлечения различных структур в ответ на воздействие МС. Показано, что клинические и уродинамические эффекты МС, по всей вероятности, связаны с восстановлением интеграции регуляторных рефлексов, при этом наблюдается эффект нейромодуляции, когда происходит изменение активности (торможение или возбуждение) структур центральной, периферической и вегетативной нервной систем [16].

По мнению ряда исследователей, при МС тазового дна подавление гиперактивности мочевого пузыря реализуется механизмами, аналогичными таковым при электрической стимуляции [15, 16]:

- стимуляция афферентных волокон в составе пудендального нерва с последующей активацией гипогастрального нерва при низком внутрипузырном давлении в фазе накопления мочи;
- прямое подавление тазового нерва при высоком внутрипузырном давлении;
- супраспинальное ингибирование детрузорактивирующего рефлекса.

Результаты проведённых клинических и экспериментальных исследований свидетельствуют, что метод экстракорпоральной МС тазового дна имеет преимущественно нейромодулирующее действие и обладает эффективностью при ирритативных формах нарушения мочеиспускания, в то время как воздействие его на обструктивные формы нарушения мочеиспускания (гипотония/атония мочевого пузыря и задержка мочеиспускания) не продемонстрировало какого-либо значимого терапевтического воздействия. Несмотря на многочисленные попытки сформировать искусственно управляемый акт мочеиспускания при нарушении функции нижних мочевых путей, они не увенчались успехом. В связи с этим МС представляет собой перспективный метод физиотерапии в лечении пациентов с нарушением функции нижних мочевых путей ирритативного характера.

Кроме термина «экстракорпоральная магнитная стимуляция», в литературе можно встретить и другие обозначения метода воздействия магнитным импульсом на область промежности: «перинеальная магнитная стимуляция», «функциональная магнитная стимуляция» [17, 18]. Однако общим механизмом являются воздействие на область промежности, активация волокон пудендального нерва с последующей стимуляцией симпатических влияний посредством стимуляции гипогастрального нерва.

МС для коррекции тазовых нарушений применяется также в виде методики сакральной стимуляции, при этом используется воздействие на проекционные

точки, соответствующие выходу S3 корешков. Сакральная МС, как и МС тазового дна, демонстрирует эффективность в отношении ирритативных форм нарушения мочеиспускания — императивного и стрессового недержания мочи. В качестве механизма действия сакральной МС рассматриваются следующие аспекты:

- подавление детрузорной гиперрефлексии (прямое действие на мочевой пузырь);
- активация периферических афферентных волокон и сенсорного сигнала, стремящегося в спинной мозг;
- активация супраспинальных проводящих путей и коры головного мозга (постцентральной извилины) [19–21].

Таким образом, данные литературы свидетельствуют о несомненном влиянии МС на функцию нижних мочевых путей. Различные параметры стимуляции, применённые авторами многих исследований, приводили к похожему клиническому результату.

Следует отметить, что МС в представленных исследованиях демонстрирует клинический эффект в отношении нарушения функции нижних мочевых путей нейрогенного и психогенного характера. Скоординированность процессов накопления и выделения мочи достигается за счёт сложного взаимодействия различных структур путём реализации специфических рефлекторных механизмов. При различных формах нейрогенных расстройств мочеиспускания, обусловленных травмой, демиелинизирующим процессом, дегенерацией, ишемией регуляторных центров, происходят нарушение рефлекторных взаимосвязей и рассинхронизация функции регулирующих центров и передачи сигнала в пределах периферических нервных волокон. В клинической картине наблюдаются потеря скоординированности процессов удержания и изгнания мочи, изменение интеграции произвольной и автономной составляющих контроля нервной системы.

Психогенные нарушения мочеиспускания связаны с нарушением «эмоционального» контроля функции нижних мочевых путей, опосредованного работой околоводопроводного серого вещества, паравентрикулярного ядра гипоталамуса и медиальной преоптической области [22, 23]. Самой частой формой психогенных нарушений мочеиспускания является психогенная поллакиурия — частое мочеиспускание с императивными позывами (с/без эпизодов недержания) в отсутствие признаков детрузорной гиперактивности при комплексном уродинамическом исследовании. Психогенная поллакиурия является частым соматическим проявлением тревожно-депрессивного расстройства и встречается в 25,9% случаев при данной патологии [24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Магнитная стимуляция тазового дна и области сакральных корешков представляет собой перспективный метод реабилитации с нарушением функции нижних

мочевых путей и может рассматриваться как одно из альтернативных безопасных мероприятий в лечении данной категории больных, что позволяет уменьшить степень выраженности симптоматики. Эффективность данного метода проявляется преимущественно при ирритативных формах нарушений, обусловленных нейрогенным и психогенным характером поражения.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО / ADDITIONAL INFORMATION

Источник финансирования. Исследование проведено на личные средства авторского коллектива.

Funding source. The authors declare no external funding for the study.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведённым исследованием и публикацией настоящей статьи.

Conflict of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Authors' contributions. All authors' made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Barker A.T. An introduction to the basic principles of magnetic nerve stimulation // *J Clin Neurophysiol.* 1991. Vol. 8, N 1. P. 26–37. doi: 10.1097/00004691-199101000-00005
- Никитин С.С. Магнитная стимуляция в диагностике и лечении болезней нервной системы. Москва: САНКО, 2003. 378 с.
- Червяков А.В. Транскраниальная магнитная стимуляция как метод нейромодуляции при болезни Паркинсона и дистонии // *Бюллетень Национального общества по изучению болезни Паркинсона и расстройств движений.* 2011. № 3. С. 15–21.
- Bickford R.G., Fremming B.D. Neuronal stimulation by pulsed magnetic fields in animals and man. Digest of the 6th International Conference on Medicine and Electronics Biology and Engineering. Tokyo, 1965. 112 p.
- Öberg P.A. Magnetic stimulation of nerve tissue // *Med Biol Eng Comput.* 1973. Vol. 11, N 1. P. 55–64. doi: 10.1007/BF02477296
- Vignes J.R., Seze M.D., Dobremez E., et al. Sacral neuromodulation in lower urinary tract dysfunction. *Advances and Technical Standards in Neurosurgery.* Vol. 30. Ed. by J.D. Pickard. Austria, 2005. P. 177–224.
- Tanagho E.A., Schmidt R.A. Electrical stimulation in the clinical management of the neurogenic bladder // *J Urol.* 1988. Vol. 140, N 6. P. 1331–1339. doi: 10.1016/s0022-5347(17)42038-6
- Sheriff M.K., Shah P.J., Fowler C.J., et al. Neuromodulation of detrusor hyper-reflexia by functional magnetic stimulation of the sacral roots // *Br J Urol.* 1996. Vol. 78, N 1. P. 39–46. doi: 10.1046/j.1464-410x.1996.00358.x
- McFarlane J.P., Foley S.J., de Winter P., et al. Acute suppression of idiopathic instability with magnetic stimulation of the sacral nerve roots // *Br J Urol.* 1997. Vol. 80, N 5. P. 734–741. doi: 10.1046/j.1464-410x.1997.00446.x
- Craggs M.D., McFarlane J.P., Foley S.J., et al. Detrusor relaxation following suppression of normal voiding reflexes by magnetic stimulation of the sacral nerves // *J Physiol.* 1997. Vol. 53. P. 501–505.
- Schmidt R.A., Jonas U., Oleson K.A., et al. Sacral nerve stimulation for treatment of refractory urinary urge incontinence. *Sacral nerve stimulation study group // J Urol.* 1999. Vol. 162, N 2. P. 352–357.
- Galloway N.T., El-Galley R.E., Sand P.K., et al. Extracorporeal magnetic innervation therapy for stress urinary incontinence // *Urology.* 1999. Vol. 53, N 6. P. 1108–1111. doi: 10.1016/s0090-4295(99)00037-0
- Yamanishi T., Sakakibara R., Uchiyama T., et al. Comparative study of magnetic versus electrical stimulation on inhibition of detrusor overactivity // *Urology.* 2000. Vol. 56, N 5. P. 777–781. doi: 10.1016/s0090-4295(00)00779-2
- But I., Faganelj M., Sostaric A. Functional magnetic stimulation for mixed urinary incontinence // *J Urol.* 2005. Vol. 173, N 5. P. 1644–1646. doi: 10.1097/01.ju.0000157336.87781.32
- Пушкарь Д.Ю., Куликов А.Г., Касян Г.Р., и др. Экстракорпоральная магнитная стимуляция нервно-мышечного аппарата тазового дна в урологической практике. Учебное пособие. Москва, 2017. 43 с.
- Бородулина И.В., Рачин А.П., Бадалов Н.Г., Гуца А.О. Периферическая ритмическая магнитная стимуляция при нейрогенных расстройствах мочеиспускания: обзор литературы и результаты клинического исследования // *Нервно-мышечные болезни.* 2017. Т. 7, № 2. С. 54–66. doi: 10.17650/2222-8721-2017-7-2-54-66
- Suzuki T., Yasuda K., Yamanishi T., et al. Randomized, double-blind, sham-controlled evaluation of the effect of functional continuous magnetic stimulation in patients with urgency incontinence // *Neurourol Urodyn.* 2007. Vol. 26, N 6. P. 767–772. doi: 10.1002/nau.20423
- Almeida F.G., Bruschini H., Srougi M. Urodynamic and clinical evaluation of 91 patients with urinary incontinence treated with perineal magnetic stimulation: 1-year followup // *J Urol.* 2004. Vol. 171, N 4. P. 1571–1575. doi: 10.1097/01.ju.0000117791.72151.f8
- Khedr E.M., Elbeh K.A., Baky A.A., et al. A double-blind randomized clinical trial on the efficacy of magnetic sacral root stimulation for the treatment of Monosymptomatic Nocturnal Enuresis // *Restorative Neurology and Neuroscience.* 2015. Vol. 33, N 4. P. 435–445. doi: 10.3233/RNN-150507

20. Braun P.M., Baezner H., Seif C., et al. Alterations of cortical electrical activity in patients with sacral neuromodulator // *Eur Urol*. 2002. Vol. 41, N 5. P. 562–566. doi: 10.1016/s0302-2838(02)00029-5
21. Quek P. A critical review on magnetic stimulation: what is its role in the management of pelvic floor disorders? // *Curr Opin Urol*. 2005. Vol. 15, N 4. P. 231–235. doi: 10.1097/01.mou.0000172395.54643.4d
22. Blok B.F., Holstege G. Direct projections from the periaqueductal gray to the pontine micturition center (M-region). An anterograde

- and retrograde tracing study in the cat // *Neurosci Lett*. 1994. Vol. 166, N 1. P. 93–96. doi: 10.1016/0304-3940(94)90848-6
23. Holstege G. Descending motor pathways and the spinal motor system: Limbic and non-limbic components // *Prog Brain Res*. 1991. Vol. 87. P. 307–421. doi: 10.1016/s0079-6123(08)63057-5
24. Sakakibara R., Ito T., Yamamoto T., et al. Depression, anxiety and the bladder // *Low Urin Tract Symptoms*. 2013. Vol. 5, N 3. P. 109–120. doi: 10.1111/luts.12018

REFERENCES

1. Barker AT. An introduction to the basic principles of magnetic nerve stimulation. *J Clin Neurophysiol*. 1991;8(1):26–37. doi: 10.1097/00004691-199101000-00005
2. Nikitin SS. Magnetic stimulation in the diagnosis and treatment of diseases of the nervous system. Moscow: SASHKO; 2003. 378 p. (In Russ).
3. Chervyakov AV. Transcranial magnetic stimulation as a method of neuromodulation in Parkinson's disease and dystonia. *Bulletin National Soc Study Parkinson's Dis Movement Disorders*. 2011;(3):15–21. (In Russ).
4. Bickford RG, Fremming BD. Neuronal stimulation by pulsed magnetic fields in animals and man. Digest of the 6th International Conference on Medicine and Electronics Biology and Engineering. Tokyo; 1965. 112 p.
5. Öberg PA. Magnetic stimulation of nerve tissue. *Med Biol Eng Comput*. 1973;11(1):55–64. doi: 10.1007/BF02477296
6. Vignes JR, Seze MD, Dobremez E, et al. Sacral neuromodulation in lower urinary tract dysfunction. *Advances and Technical Standards in Neurosurgery*. Vol. 30. Ed. by J.D. Pickard. Austria; 2005. P. 177–224.
7. Tanagho EA, Schmidt RA. Electrical stimulation in the clinical management of the neurogenic bladder. *J Urol*. 1988;140(6):1331–1339. doi: 10.1016/s0022-5347(17)42038-6
8. Sheriff MK, Shah PJ, Fowler CJ, et al. Neuromodulation of detrusor hyper-reflexia by functional magnetic stimulation of the sacral roots. *Br J Urol*. 1996;78(1):39–46. doi: 10.1046/j.1464-410x.1996.00358.x
9. McFarlane JP, Foley SJ, de Winter P, et al. Acute suppression of idiopathic instability with magnetic stimulation of the sacral nerve roots. *Br J Urol*. 1997;80(5):734–741. doi: 10.1046/j.1464-410x.1997.00446.x
10. Craggs MD, McFarlane JP, Foley SJ, et al. Detrusor relaxation following suppression of normal voiding reflexes by magnetic stimulation of the sacral nerves. *J Physiol*. 1997;53:501–505.
11. Schmidt RA, Jonas U, Oleson KA, et al. Sacral nerve stimulation for treatment of refractory urinary urge incontinence. Sacral nerve stimulation study group. *J Urol*. 1999;162(2):352–357.
12. Galloway NT, El-Galley RE, Sand PK, et al. Extracorporeal magnetic innervation therapy for stress urinary incontinence. *Urology*. 1999;53(6):1108–1111. doi: 10.1016/s0090-4295(99)00037-0
13. Yamanishi T, Sakakibara R, Uchiyama T, et al. Comparative study of magnetic versus electrical stimulation on inhibition of detrusor overactivity. *Urology*. 2000;56(5):777–781. doi: 10.1016/s0090-4295(00)00779-2
14. But I, Faganelj M, Sostaric A. Functional magnetic stimulation for mixed urinary incontinence. *J Urol*. 2005;173(5):1644–1646. doi: 10.1097/01.ju.0000157336.87781.32
15. Pushkar DY, Kulikov AG, Kasyan GR, et al. Extracorporeal magnetic stimulation of the neuromuscular apparatus of the pelvic floor in urological practice. Study guide. Moscow; 2017. 43 p. (In Russ).
16. Borodulina IV, Rachin AP, Badalov NG, Gushcha AO. Peripheral rhythmic magnetic stimulation in neurogenic urination disorders: Literature review and results of a clinical study. *Neuromuscular Dis*. 2017;7(2):54–66. (In Russ). doi: 10.17650/2222-8721-2017-7-2-54-66
17. Suzuki T, Yasuda K, Yamanishi T, et al. Randomized, double-blind, sham-controlled evaluation of the effect of functional continuous magnetic stimulation in patients with urgency incontinence. *NeuroUrol Urodyn*. 2007;26(6):767–772. doi: 10.1002/nau.20423
18. Almeida FG, Bruschini H, Srougi M. Urodynamic and clinical evaluation of 91 patients with urinary incontinence treated with perineal magnetic stimulation: 1-year followup. *J Urol*. 2004;171(4):1571–1575. doi: 10.1097/01.ju.0000117791.72151.f8
19. Khedr EM, Elbeh KA, Baky AA, et al. A double-blind randomized clinical trial on the efficacy of magnetic sacral root stimulation for the treatment of Monosymptomatic Nocturnal Enuresis. *Restorative Neurol Neuroscience*. 2015;33(4):435–445. doi: 10.3233/RNN-150507
20. Braun PM, Baezner H, Seif C, et al. Alterations of cortical electrical activity in patients with sacral neuromodulator. *Eur Urol*. 2002;41(5):562–566. doi: 10.1016/s0302-2838(02)00029-5
21. Quek P. A critical review on magnetic stimulation: What is its role in the management of pelvic floor disorders? *Curr Opin Urol*. 2005;15(4):231–235. doi: 10.1097/01.mou.0000172395.54643.4d
22. Blok BF, Holstege G. Direct projections from the periaqueductal gray to the pontine micturition center (M-region). An anterograde and retrograde tracing study in the cat. *Neurosci Lett*. 1994;166(1):93–96. doi: 10.1016/0304-3940(94)90848-6
23. Holstege G. Descending motor pathways and the spinal motor system: Limbic and non-limbic components. *Prog Brain Res*. 1991;(87):307–421. doi: 10.1016/s0079-6123(08)63057-5
24. Sakakibara R, Ito T, Yamamoto T, et al. Depression, anxiety and the bladder. *Low Urin Tract Symptoms*. 2013;5(3):109–120. doi: 10.1111/luts.12018

ОБ АВТОРАХ

Автор, ответственный за переписку:

Бородулина Ирина Владимировна, канд. мед. наук, доцент;
адрес: Россия, 125993, Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7526-1553>;
eLibrary SPIN: 2152-5737;
e-mail: irina.borodulina@gmail.com

Герасименко Марина Юрьевна, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1741-7246>;
eLibrary SPIN: 7625-6452;
e-mail: mgerasimenko@list.ru

AUTHORS' INFO

The author responsible for the correspondence:

Irina V. Borodulina, MD, Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor;
address: 2/1 Barrikadnaya street, 125993 Moscow, Russia;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7526-1553>;
eLibrary SPIN: 2152-5737;
e-mail: irina.borodulina@gmail.com

Marina Yu. Gerasimenko, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1741-7246>;
eLibrary SPIN: 7625-6452;
e-mail: mgerasimenko@list.ru