



# Применение метода периферической сакральной магнитной стимуляции у пациентов с идиопатическим гиперактивным мочевым пузырем: одиночное слепое проспективное рандомизированное сравнительное клиническое исследование

Бородулина И.В.<sup>1,\*</sup>, Ковалев Г.В.<sup>2</sup>, Лабетов И.А.<sup>2</sup>, Волкова О.В.<sup>2</sup>,  
 Шкарупа Д.Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

## РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Гиперактивный мочевой пузырь (ГАМП) — это симптомокомплекс, включающий в себя urgency, учащенное мочеиспускание, императивное недержание мочи и ноктурию. Идиопатическая форма ГАМП связана с дисфункцией передачи сенсорного сигнала на уровне периферических и центральных отделов нервной системы, что приводит к гиперсенсорности мочевого пузыря. Низкий уровень приверженности пациентов к лекарственной терапии ГАМП и высокий уровень отказа от приема препаратов подчеркивают актуальность поиска новых эффективных методов воздействия на нижние мочевые пути. Магнитная стимуляция (МС) является перспективным немедикаментозным методом лечения дисфункции нижних мочевых путей.

**ЦЕЛЬ.** Изучить эффективность и безопасность метода сакральной МС у женщин с идиопатической детрузорной гиперактивностью (ДГ) и симптомами ГАМП.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В одиночное слепое проспективное рандомизированное сравнительное исследование включены 55 пациентов женского пола с уродинамически подтвержденной идиопатической ДГ. Пациентки были разделены методом простой рандомизации на основную группу ( $n = 29$ ), получавшую в течение 5 недель 3 раза в неделю МС с частотой 5 Гц на область сакральных корешков (S2–S4), и группу плацебо ( $n = 26$ ), в которой проводилась имитация стимуляции.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** Проведенное исследование выявило, что сакральная МС достоверно эффективна в отношении клинических симптомов ГАМП при идиопатической ДГ. Динамика клинических симптомов подтверждается изменением уродинамических параметров. Эффект сакральной МС достоверно превосходит плацебо. МС является безопасной процедурой и хорошо переносится пациентами.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Метод сакральной МС, эффективность которого доказана в сравнении с плацебо, рекомендуется включать в схему терапии пациентов с идиопатической формой ГАМП. Механизм действия сакральной МС связан с активацией симпатических и ингибированием парасимпатических влияний, а также изменением супраспинального контроля и церебральной активности.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** гиперактивный мочевой пузырь, сакральная магнитная стимуляция, недержание мочи, идиопатическая детрузорная гиперактивность.

**Для цитирования / For citation:** Бородулина И.В., Ковалев Г.В., Лабетов И.А., Волкова О.В., Шкарупа Д.Д. Применение метода периферической сакральной магнитной стимуляции у пациентов с идиопатическим гиперактивным мочевым пузырем: одиночное слепое проспективное рандомизированное сравнительное клиническое исследование. Вестник восстановительной медицины. 2023; 22(4):50-59. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-50-59> [Borodulina I.V., Kovalev G.V., Labetov I.A., Volkova O.V., Shkarupa D.D. Peripheral Sacral Magnetic Stimulation in Patients with Idiopathic Overactive Bladder: a Single Blind Prospective Randomized Comparative Clinical Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):50-59. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-50-59> (In Russ.).]

\* **Для корреспонденции:** Бородулина Ирина Владимировна, E-mail: [irina.borodulina@gmail.com](mailto:irina.borodulina@gmail.com), [borodulinaiv@rmapo.ru](mailto:borodulinaiv@rmapo.ru)

Статья получена: 08.06.2023

Статья принята к печати: 11.08.2023

Статья опубликована: 31.08.2023

# Peripheral Sacral Magnetic Stimulation in Patients with Idiopathic Overactive Bladder: a Single Blind Prospective Randomized Comparative Clinical Study

 Irina V. Borodulina<sup>1,\*</sup>,  Gleb V. Kovalev<sup>2</sup>,  Ivan A. Labetov<sup>2</sup>,  Olga V. Volkova<sup>2</sup>,  
 Dmitry D. Shkarupa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Russian Medical Academy of Continuing Postgraduate Education of the Ministry of Health of Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Saint Petersburg State University, St Petersburg, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Overactive bladder (OAB) is a symptom complex that includes urgency, frequent urination, imperative urinary incontinence and nocturia. The idiopathic form of OAB is associated with dysfunction of sensory signal transmission at the level of the peripheral and central nervous system, which leads to bladder hypersensitivity. The low level of patients' compliance to OAB drug therapy and the high level of refusal to take drugs emphasize the urgency of finding new effective methods of influencing the lower urinary tract. Magnetic stimulation (MS) is a non-drug treatment for lower urinary tract dysfunction.

**AIM.** To study the efficacy and safety of the sacral MS method in women with idiopathic detrusor overactivity (DO) and OAB symptoms.

**MATERIALS AND METHODS.** A single blind prospective randomized comparative study included 55 female patients with urodynamically confirmed idiopathic DO. The patients were divided by simple randomization into the main group ( $n = 29$ ), which received MS 3 times a week for 5 weeks with a frequency of 5 Hz per sacral root area (S2–S4), and the placebo group ( $n = 26$ ), in which sham stimulation was performed.

**RESULTS AND DISCUSSION.** The study revealed that sacral MS is reliably effective against the clinical symptoms of OAB in idiopathic DO. The dynamics of clinical symptoms is confirmed by changes in urodynamic parameters. The effect of sacral MS significantly exceeds placebo. MS is a safe procedure and is well tolerated by patients.

**CONCLUSION.** The sacral MS method, the effectiveness of which has been proven in comparison with placebo, is recommended to be included in the treatment regimen of patients with idiopathic OAB. The mechanism of action of sacral MS is associated with the activation of sympathetic and inhibition of parasympathetic influences, as well as changes in supraspinal control and cerebral activity.

**KEYWORDS:** overactive bladder, sacral magnetic stimulation, urinary incontinence, idiopathic detrusor overactivity.

**For citation:** Borodulina I.V., Kovalev G.V., Labetov I.A., Volkova O.V., Shkarupa D.D. Peripheral Sacral Magnetic Stimulation in Patients with Idiopathic Overactive Bladder: a Single Blind Prospective Randomized Comparative Clinical Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4):50-59. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2023-22-4-50-59> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Irina V. Borodulina, E-mail: [irina.borodulina@gmail.com](mailto:irina.borodulina@gmail.com), [borodulinaiv@mapo.ru](mailto:borodulinaiv@mapo.ru)

**Received:** 08.06.2023

**Accepted:** 11.08.2023

**Published:** 31.08.2023

## ВВЕДЕНИЕ

Гиперактивный мочевого пузыря (ГАМП) — это симптомокомплекс, включающий в себя urgency (императивный позыв на мочеиспускание), учащенное мочеиспускание, императивное недержание мочи и nocturia [1]. Существует множество этиологических факторов развития данной патологии, и универсального патогенетического лечения для нее на данный момент не разработано. ГАМП является клиническим состоянием, подразумевающим наличие вышеуказанных симптомов у пациента, при этом, согласно предложенной терминологии ICS (International Continence Society, Международное общество по исследованию проблем недержания мочи), патофизиологической основой, выявляемой в ходе комплексного уродинамического исследования (КУДИ), может выступать детрузорная гиперрефлексия (при нали-

чии неврологического заболевания как этиологического фактора) или детрузорная гиперактивность, ДГ (в случае отсутствия неврологической или какой-либо другой причины, объясняющей развитие патологии) [2, 3]. Однако только у 50 % пациентов с симптомами ГАМП в ходе КУДИ может быть выявлена гиперактивность детрузора [4].

Идиопатическая форма ГАМП, как считают исследователи, связана с дисфункцией передачи сенсорного сигнала на уровне периферических и центральных отделов нервной системы, что приводит к гиперсенсорности мочевого пузыря [5–8]. По данным литературы, наиболее часто идиопатический ГАМП встречается у женщин [9]. Установлено, что сенсорная информация от мочевого пузыря передается по тазовым и гипогастральным нервам, в то время как от шейки мочевого пузыря и мочеиспускательного канала сигнал передается по половым

и гипогастральным нервам [10, 11]. Аfferентные компоненты этих нервов состоят из миелинизированных (Аδ) и немиелинизированных С-аксонов. Имеются данные, что при ГАМП основная роль в проведении сенсорной информации от мочевого пузыря в спинной мозг переходит от Аδ-волокон к неактивным в норме С-волокам [12]. На уровне спинного мозга центрами — «коллекторами» чувствительной информации являются ядра Онуфа (половой нерв), сакрального центра мочеиспускания (тазовый нерв), расположенные в сегментах S2–S4, и интермедии-олатеральные ядра боковых рогов (гипогастральные нервы) груднопоясничного перехода (Th10–L1). Нейроны спинальных центров связаны между собой и вышележащими управляющими структурами головного мозга с помощью проекционных связей [13].

В современных руководствах предлагается линейный путь коррекции данной патологии, основанный исключительно на степени инвазивности мероприятия (физиотерапевтическое лечение и поведенческая терапия, прием медикаментозной терапии, минимально-инвазивные процедуры и хирургическое лечение). Тем не менее низкий уровень приверженности пациентов к лекарственной терапии и высокий уровень отказа от приема препаратов в связи с развивающимися нежелательными явлениями и неоднозначные результаты проведенных клинических исследований, сравнивающих исходы хирургического лечения, подчеркивают актуальность поиска новых эффективных методов воздействия на нижние мочевые пути [14–17].

Среди перспективных методов неинвазивного физиотерапевтического воздействия значительное распространение получила магнитная стимуляция (МС), представляющая собой воздействие импульсным магнитным полем различной интенсивности [18–20]. Эффективное применение в современной практике МС как в виде транскраниальных, так и периферических методик стало возможным благодаря специально сконструированным магнитным стимуляторам, которые представляют собой генератор сильноточных импульсов, способных создавать разрядный ток до нескольких тысяч ампер, который, попадая на стимулирующий индуктор, преобразуется в короткий магнитный импульс с интенсивностью поля в несколько Тесла. В настоящее время многочисленные опубликованные данные свидетельствуют о несомненном влиянии МС на функцию нижних мочевых путей (НМП) [10, 21–30]. При этом эффективность МС продемонстрирована при различных вариантах ирритативных нарушений мочеиспускания (симптомы ГАМП, императивное, стрессовое, смешанное недержание мочи), в то время как данные применения МС при гипотонии и атонии мочевого пузыря, сопровождающихся задержкой мочи, весьма немногочисленны и противоречивы, что не позволяет рекомендовать методику в терапии этих форм дисфункции НМП [31, 32]. В нейроурологической практике в качестве мишени для воздействия используется область тазового дна (для данной методики часто используется термин «экстракорпоральная магнитная стимуляция») и проекция выхода сакральных корешков (сакральная или трансвертебральная МС). И в том, и в другом случае предполагаемым механизмом действия является стимуляция аfferентных волокон тазового и полового нерва, что приводит к активации симпатических влияний и по-

давлению парасимпатических [10]. Однако в доступных источниках, проанализированных коллективом авторов, имеются единичные публикации о возможности применения МС при идиопатической форме ГАМП [33, 34]. В связи с этим актуальным представляется изучение эффективности и безопасности сакральной МС при идиопатическом ГАМП и детрузорной гиперактивности.

## ЦЕЛЬ

Изучить эффективность и безопасность метода сакральной МС у женщин с идиопатической детрузорной гиперактивностью и симптомами ГАМП.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено одиночное слепое проспективное рандомизированное сравнительное исследование. В исследование включены 55 пациентов женского пола в возрасте от 32 до 76 лет (средний возраст составил  $43 \pm 14$  лет). Данное исследование было одобрено этическим комитетом Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ) № 05/02 от 05.02.2019. Перед началом исследования было получено информированное согласие у каждой пациентки на участие согласно Хельсинкской декларации. Протокол дизайна исследования зарегистрирован на ClinicalTrials.gov под номером NCT04578899.

### Критерии включения

Женский пол; возраст старше 18 лет; наличие симптомов ГАМП (ургентность, учащенное мочеиспускание, императивное недержание мочи и ноктурия); уродинамически подтвержденная идиопатическая детрузорная гиперактивность; подписанное информированное согласие.

### Критерии исключения

Наличие металлических имплантов с высокой электропроводностью; наличие электронных имплантированных устройств, управляющих физиологическими функциями организма, в зоне воздействия; эпилептические приступы в анамнезе; прием медикаментов, способных спровоцировать судорожный приступ; беременность; текущие опухолевые процессы в малом тазу или анамнестическое указание на них; наличие подтвержденной неврологической патологии, которая могла бы быть причиной нарушения функции НМП; инфекционные процессы в малом тазу; соматическая патология в стадии декомпенсации; пролапс органов малого таза (II–IV стадии по системе количественной оценки пролапса тазовых органов POP-Q); отказ подписать информированное согласие; одновременное применение других физиотерапевтических методов воздействия.

### Критерии исключения

Развитие в процессе исследования серьезных нежелательных явлений на фоне воздействия МС; развитие в ходе исследования состояний, ассоциирующихся с критериями невключения; добровольный отказ пациентки от дальнейшего участия в исследовании.

Для оценки ритма мочеиспускания и выявления симптомов ГАМП до включения в исследование пациентки заполняли дневник мочеиспускания, валидизированный

для русскоязычной популяции опросник «Шкала симптомов ГАМП» (OAB q-SF/Overactive Bladder questionnaire Short Form) и опросник по оценке влияния на качество жизни недержания мочи ICIQ-SF. Дневник мочеиспускания является достаточно простым и информативным диагностическим методом, который применяется во многих исследовательских работах для оценки динамики симптомов. В данном исследовании пациентки заполняли его в течение 72 часов и отмечали следующие параметры: время мочеиспускания, эпизоды недержания мочи и/или императивные позывы, количество использованных прокладок, а также количество выпитой жидкости. Шкала симптомов ГАМП, предложенная в 2015 г., может использоваться для дифференциальной диагностики типов недержания мочи и оценки эффективности лечения [35]. Опросник состоит из 6 вопросов и оценивает, насколько указанные симптомы расстройства мочеиспускания беспокоили пациента за последние 4 недели, при этом большее количество выбранных баллов соответствует худшему состоянию. Опросник ICIQ-SF, предложенный обществом ICS, оценивает влияние недержания мочи на качество жизни пациентов. Полученные на его основании результаты интерпретируются следующим образом: 0 баллов — незначительная степень недержания мочи; 1–5 баллов — легкая степень недержания мочи; 6–12 баллов — средняя степень недержания мочи; 13–18 баллов — тяжелая степень недержания мочи; 19–21 балл — очень тяжелая степень недержания мочи [36].

После заполнения диагностических опросников пациенткам проводилось уродинамическое исследование: устанавливались уродинамические катетеры (Laborie, Канада) 8 Fr в мочевого пузыря и 10 Fr во влагалище. Фазовая гиперактивность детрузора и терминальная гиперактивность детрузора определялись как подъемы детрузорного давления (Pdet) в фазу накопления [11]. Также определялась максимальная цистометрическая емкость (объем, при котором пациент чувствует сильный позыв и больше не может откладывать мочеиспускание), максимальная и средняя скорости потока мочи (Q-max и Q-average соответственно), остаточный объем мочи, емкость мочевого пузыря при первом ощущении, первом позыве и сильном позыве на мочеиспускание и давление, создаваемое детрузором в момент достижения максимальной скорости мочеиспускания (PdetQmax).

После скрининга и соответствия критериям включения пациентки были рандомизированы в две группы: основную группу 1 ( $n = 29$ ) и группу плацебо 2 ( $n = 26$ ). Скрытое распределение пациенток осуществлялось с использованием последовательно пронумерованных запечатанных непрозрачных конвертов, содержащих цифровой код пациента. В исследовании был применен одиночный слепой метод, вследствие чего пациентки были лишены информации о полученном лечении (стимуляция/плацебо).

Испытуемым группы 1 (группа активного лечения) проводилась магнитная стимуляция в области сакральных корешков спинного мозга одновременно с двух сторон (проекция выхода корешков S2–S4) на аппарате «Нейро МС/Д Расширенный Терапевтический» (ООО «Нейрософт», Россия) непрерывно с частотой 5 Гц, длительностью 20 минут 3 раза в неделю на протяжении 5 недель (общее количество процедур — 15), интенсивность подбиралась индивидуально, по ощущениям комфортной

переносимости. Для процедур использовался магнитный индуктор в форме восьмерки (индуктор двойной охлаждаемый ИД-02-100-О, 100 мм). В группе 2 (плацебо) применялся протокол лечения «Плацебо», предусмотренный техническими характеристиками магнитного стимулятора, с применением индуктора-плацебо в форме восьмерки (индуктор двойной ИД-02-100-П, 100 мм — placebo). Протокол стимуляции был аналогичным таковому в группе активного лечения, при этом имитация работы прибора достигалась за счет звукового эффекта («щелчка»), который слышали пациентки. Пациентки не были осведомлены о том, в какую группу лечения они распределены согласно процедуре одиночного ослепления.

Оценка результатов лечения производилась после окончания полного курса, через 5 недель. Пациентки заполняли опросники (дневник мочеиспускания, шкалу симптомов ГАМП, опросник ICIQ-SF) и проходили контрольное уродинамическое исследование. Кроме оценки указанных параметров, производили подсчет количества пациенток с паттернами фазовой, терминальной и стрессиндуцированной ДГ до и после лечения.

Количественные признаки описывались как медиана и межквартильное расстояние. Для описания качественных признаков использовали абсолютные значения ( $n$ ) и проценты (%). При сравнении групп использовался непараметрический критерий рангов Вилкоксона — Манна — Уитни. Анализ качественных признаков производился при помощи таблиц сопряженности и критерия Хи-квадрат Пирсона. В случае если не выполнялось допущение об ожидаемых значениях хотя бы в одной ячейке таблицы сопряженности, использовался точный критерий Фишера. Уровень значимости для всех тестов был установлен как «0,05». Вычисления были произведены с использованием языка программирования R версии 4.1.3 в интерактивной среде Rstudio.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование завершили пациентки всех групп: основной ( $n = 29$ ) и плацебо ( $n = 26$ ). Ни у кого из испытуемых не было зафиксировано нежелательных явлений, которые могли бы послужить прекращением проводимой терапии. При анализе исходных характеристик пациентки обеих групп были сопоставимы по клиническим параметрам и возрасту.

Оценка эффективности проводимой терапии основывалась на динамике балльной оценки по диагностическим шкалам ГАМП, ICIQ-SF, параметров дневника мочеиспускания и КУДИ. Первичной конечной точкой служила динамика частоты дневных мочеиспусканий по дневнику мочеиспускания после завершения курса терапии по отношению к исходному уровню. Вторичными конечными точками служили динамика по шкале симптомов ГАМП, опроснику ICIQ-SF и дневнику мочеиспускания (данные представлены в табл. 1). Анализ клинических симптомов показал, что в группе пациенток, получавших магнитную стимуляцию, наблюдался отчетливый, статистически значимый терапевтический эффект по всем методам оценки, при этом в группе плацебо динамика была недостоверной. Полученные результаты демонстрируют достижение заявленной первичной конечной точки и вторичных точек, что доказывает эффективность периферической магнитной стимуляции в сравнении с плацебо.

**Таблица 1.** Динамика по шкале симптомов ГАМП, ICIQ-SF и дневнику мочеиспускания в основной и плацебо группах на фоне терапии

**Table 1.** Dynamics of OAB q-SF, ICIQ-SF scales and urination diary in the main and placebo groups before and after treatment

Характеристика	Пациентки основной группы (n = 29)		Уровень значимости p	Пациентки группы плацебо (n = 26)		Уровень значимости p
	До <sup>1</sup>	После <sup>1</sup>		До <sup>1</sup>	После <sup>1</sup>	
Шкала симптомов ГАМП (OAB q-SF), баллы	24 [22; 30]	11 [6; 15]	< 0,001	13 [12; 14]	16 [13; 18]	0,2
Количество мочеиспусканий днем	14 [13; 16]	9 [8; 11]	< 0,001	15 [13; 17]	16 [13; 16]	> 0,9
Количество используемых прокладок/сутки	2 [2; 4]	2 [2; 3]	0,025	4 [2; 4]	3 [2; 3]	0,4
Эпизоды ургентного недержания, количество/сутки	5 [5; 6]	4 [3; 4]	< 0,001	5 [4; 5]	5 [4; 6]	> 0,9
Количество эпизодов ноктурии	4 [3; 4]	2 [1; 2]	< 0,001	3 [2; 4]	2 [1; 3]	0,3
Опросник недержания мочи ICIQ-SF, баллы	16 [12; 18]	9 [8; 10]	< 0,001	13 [12; 14]	16 [13; 18]	0,2

**Примечание:** <sup>1</sup> Данные представлены в виде медианы и межквартильного расстояния (Median [1stQ; 3rdQ]); анализ внутригрупповых различий произведен по критерию Вилкоксона.

**Note:** <sup>1</sup> The data is presented in the form of median and interquartile range (Median [1stQ; 3rdQ]); the analysis of intra-group differences was carried out according to the Wilcoxon criterion.

При анализе межгруппового сравнения полученных данных (табл. 2) отмечается статистически значимая достоверность различий по большинству параметров, что доказывает терапевтическое превосходство магнитной стимуляции над плацебо в отношении симптомокомплекса ГАМП при идиопатической детрузорной гиперактивности.

При оценке результатов, полученных в ходе уродинамического исследования, в группе, получавшей магнитную стимуляцию, отмечено статистически достоверное увеличение емкости при первом ощущении (p = 0,008) и максимальной цистометрической емкости мочевого пузыря (p < 0,001); по остальным параметрам также

**Таблица 2.** Сравнительный анализ результатов лечения между группами по шкале симптомов ГАМП, ICIQ-SF и дневнику мочеиспускания

**Table 2.** Comparative analysis of treatment results between groups measured using OAB q-SF, ICIQ-SF scales and urination diary

Характеристика	Основная группа (n = 29) <sup>1</sup>	Группа плацебо (n = 26) <sup>1</sup>	Уровень значимости p
Опросник недержания мочи ICIQ-SF, баллы	9 [8; 10]	16 [13; 18]	< 0,001
Количество мочеиспусканий днем	9 [8; 11]	16 [13; 16]	< 0,001
Количество используемых прокладок/сутки	2 [2; 3]	3 [2; 3]	0,2
Эпизоды ургентного недержания, кол-во/сутки	4 [3; 4]	5 [4; 6]	0,037
Шкала симптомов ГАМП (OAB q-SF), баллы	11 [6; 15]	23 [21; 26]	< 0,001
Количество эпизодов ноктурии	2 [1; 2]	2 [1; 3]	0,4

**Примечание:** <sup>1</sup> Данные представлены в виде медианы и межквартильного расстояния (Median [1stQ; 3rdQ]). Анализ межгрупповых различий произведен по критерию Манна — Уитни.

**Note:** <sup>1</sup> The data is presented in the form of median and interquartile range (Median [1stQ;3rdQ]). The analysis of intra-group differences was carried out according to the Mann-Whitney criterion.

**Таблица 3.** Изменение уродинамических параметров в основной и плацебо группах на фоне терапии  
**Table 3.** Changes in urodynamic parameters in the main and placebo groups before and after treatment

Характеристика	Пациентки основной группы (n = 29)		Уровень значимости P	Пациентки группы плацебо (n = 26)		Уровень значимости P
	До <sup>1</sup>	После <sup>1</sup>		До <sup>1</sup>	После <sup>1</sup>	
Максимальная цистометрическая емкость, мл	266 [160; 300]	390 [280; 440]	< 0,001	282 [240; 338]	290 [259; 392]	0,5
Максимальная скорость потока мочи, мл/с	23 [19; 26]	23 [20; 26]	0,8	23 [18; 28]	24 [18; 28]	> 0,9
Средняя скорость потока мочи, мл/с	10 [6; 12]	12 [9; 14]	0,2	10 [7; 14]	11 [8; 14]	0,6
Остаточный объем мочи, мл	0 [0; 20]	0 [0; 10]	0,12	0 [0; 11]	0 [0; 0]	0,6
Максимальное давление детрузора, см вод. ст.	41 [32; 47]	34 [29; 39]	0,053	27 [24; 32]	28 [20; 31]	> 0,9
Давление детрузора в момент достижения Qmax, см вод. ст.	26 [19; 31]	23 [19; 29]	0,4	30 [21; 35]	28 [19; 37]	> 0,9
Емкость мочевого пузыря при первом ощущении позыва, мл	81 [63; 112]	112 [94; 123]	0,008	105 [59; 130]	114 [70; 138]	0,8
Емкость мочевого пузыря при первом позыве, мл	130 [120; 160]	139 [128; 169]	0,2	186 [152; 202]	200 [161; 225]	0,5
Емкость мочевого пузыря при сильном позыве на мочеиспускание, мл	197 [160; 233]	230 [190; 302]	0,4	215 [195; 307]	239 [208; 341]	0,5

**Примечание:** <sup>1</sup> Данные представлены в виде медианы и межквартильного расстояния (Median [1stQ; 3rdQ]); анализ внутригрупповых различий произведен по критерию Вилкоксона.

**Note:** <sup>1</sup> The data is presented in the form of median and interquartile range (Median [1stQ; 3rdQ]); the analysis of intra-group differences was carried out according to the Wilcoxon criterion.

зафиксирована положительная динамика, в том числе регресс объема остаточной мочи и снижение уровня повышенного внутрипузырного давления, однако она была ниже уровня статистической значимости (табл. 3). В группе пациенток, получавших плацебо-стимуляцию, по анализу медиан изменения были незначительными, ни один из параметров не был достоверным. Также при межгрупповом сравнении (табл. 4) отмечались статистически значимые различия в динамике показателей емкости мочевого пузыря при первом позыве и максимальном давлении детрузора ( $p = 0,017$  и  $p = 0,02$  соответственно).

При анализе количества пациенток с паттернами фазовой, терминальной и стресс-индуцированной ДГ до и после лечения в обеих группах наблюдалась тенденция к уменьшению доли испытуемых с выявляемой в ходе КУДИ гиперактивностью, однако статистической достовер-

ности динамики параметра не отмечалось ни при внутригрупповом, ни при межгрупповом сравнении (табл. 5 и 6).

Полученные данные свидетельствуют о том, что сакральная магнитная стимуляция обладает достоверной эффективностью в отношении клинических симптомов ГАМП при идиопатической детрузорной гиперактивности, что подтверждается положительной динамикой ключевых уродинамических параметров. При этом эффективность МС достоверно доказана в сравнении с плацебо. В данном исследовании выбор параметров стимуляции: частота, интенсивность и продолжительность воздействия — осуществлялся эмпирически. В работах других исследователей показано терапевтическое влияние сакральной МС на различные симптомы ГАМП, при этом отмечается вариабельность параметров в различных протоколах стимуляции [23, 24, 37, 38]. В настоящем наблюдении продемонстрирована

**Таблица 4.** Сравнительный анализ результатов лечения между группами по данным уродинамического исследования

**Table 4.** Comparative analysis of treatment results between groups according to urodynamic study data

Характеристика	Основная группа (n = 29) <sup>1</sup>	Группа плацебо (n = 26) <sup>1</sup>	Уровень значимости p
Максимальная цистометрическая емкость, мл	390 [280; 440]	290 [259; 392]	0,3
Максимальная скорость потока мочи, мл/с	23 [20; 26]	24 [18; 28]	0,5
Средняя скорость потока мочи, мл/с	12 [9; 14]	11 [8; 14]	> 0,9
Остаточный объем мочи, мл	0 [0; 10]	0 [0; 0]	0,6
Максимальное давление детрузора, см вод. ст.	34 [29; 39]	28 [20; 31]	0,020
Давление детрузора в момент достижения Qmax, см вод. ст.	23 [19; 29]	28 [19; 37]	0,3
Емкость мочевого пузыря при первом ощущении позыва, мл	112 [94; 123]	114 [70; 138]	> 0,9
Емкость мочевого пузыря при первом позыве, мл	139 [128; 169]	200 [161; 225]	0,017
Емкость мочевого пузыря при сильном позыве на мочеиспускание, мл	230 [190; 302]	239 [208; 341]	0,2

**Примечание:**<sup>1</sup> Данные представлены в виде медианы и межквартильного расстояния (Median [1stQ; 3rdQ]). Анализ межгрупповых различий произведен по критерию Манна — Уитни.

**Note:**<sup>1</sup> The data is presented in the form of median and interquartile range (Median [1stQ; 3rdQ]). The analysis of intra-group differences was carried out according to the Mann-Whitney criterion.

эффективность методики МС с частотой 5 Гц, однако остается открытым вопрос о подборе оптимальной частоты и длительности процедур. В связи с этим представляется актуальным проведение соответствующих сравнительных исследований применения разночастотных протоколов стимуляции. Выбор локуса МС в настоящей работе был продиктован как данными других опубликованных исследований, так и предполагаемым механизмом действия метода, связанным с активацией симпатических и ингибированием парасимпатических влияний при воздействии на область выхода сакральных корешков, несущих волокна pudendального и тазового нервов [10, 39, 40]. Кроме того, при идиопатической форме ГАМП, которая патогенетически

рассматривается как вариант детрузорной (висцеральной) гиперсенситивности, отмечается изменение церебральной активности при воздействии стимуляции крестовых корешков [41]. Liao K. et al. в своей работе показали, что под воздействием сакральной стимуляции, обладающей деафферентационным влиянием, происходит реорганизация некоторых участков мозга и меняется мочепузырная перцепция, что коррелирует с клиническим улучшением [41].

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Сакральная магнитная стимуляция при воздействии с частотой 5 Гц на область S2–S4 корешков 20 минут 3 раза в неделю курсом в течение 5 недель достоверно эффек-

**Таблица 5.** Анализ динамики количества пациенток с паттерном детрузорной гиперактивности в основной и плацебо группах на фоне терапии

**Table 5.** Dynamics of the patients' number with OAB in the main and placebo groups before and after treatment

Характеристика	Пациентки основной группы (количество пациенток, n = 29)		Уровень значимости p	Пациентки группы плацебо (количество пациенток, n = 26)		Уровень значимости p
	До <sup>1</sup>	После <sup>1</sup>		До <sup>1</sup>	После <sup>1</sup>	
Фазовая ДГ	4 (14 %)	3 (10 %)	> 0,9	6 (23 %)	5 (19 %)	> 0,9
Терминальная ДГ	10 (34 %)	7 (24 %)	0,4	7 (27 %)	6 (23 %)	0,4
Стресс-индуцированная ДГ	19 (66 %)	16 (55 %)	0,4	11 (42 %)	9 (35 %)	> 0,9

**Примечание:**<sup>1</sup> Данные представлены в виде абсолютного (n) и относительного (%) количества пациентов. Анализ произведен по критерию Хи-квадрат Пирсона.

**Note:**<sup>1</sup> Data are presented in the form of absolute (n) and relative (%) number of patients. The analysis was performed according to Pearson's Chi-square criterion.

**Таблица 6.** Сравнительный межгрупповой анализ динамики количества пациенток с паттерном детрузорной гиперактивности в основной группе и группе плацебо на фоне терапии

**Table 6.** Comparative intergroup analysis of the patients' number with OAB in the main and placebo groups before and after treatment

Характеристика	Основная группа (количество пациенток, $n = 29$ ) <sup>1</sup>	Группа плацебо (количество пациенток, $n = 26$ ) <sup>1</sup>	Уровень значимости $p$
Фазовая ДГ	3 (10 %)	5 (19 %)	0,08
Терминальная ДГ	7 (24 %)	6 (23 %)	> 0,9
Стресс-индуцированная ДГ	16 (55 %)	9 (35 %)	0,1

**Примечание:** <sup>1</sup> Данные представлены в виде абсолютного ( $n$ ) и относительного (%) количества пациентов. Анализ произведен по критерию Хи-квадрат Пирсона.

**Note:** <sup>1</sup> Data are presented in the form of absolute ( $n$ ) and relative (%) number of patients. The analysis was performed according to Pearson's Chi-square criterion.

тивна в отношении клинических симптомов ГАМП при идиопатической детрузорной гиперактивности. Динамика клинических симптомов подтверждается изменением уродинамических параметров, значимыми из которых являются увеличение максимальной цистометрической емкости мочевого пузыря и емкости при первом ощущении. Эффект сакральной МС достоверно превосходит плацебо по данным КУДИ и клинической оценке. Механизм действия са-

кральной МС, обладающей деафферентационным влиянием на сенсорные сигналы, связан с активацией симпатических и ингибированием парасимпатических влияний, а также изменением супраспинального контроля вследствие реорганизации некоторых участков мозга и модуляции церебральной активности. МС является безопасной процедурой, хорошо переносится пациентами, что позволяет включать данный немедикаментозный метод в схему лечения ГАМП.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Бородулина Ирина Владимировна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры физической терапии, спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России.

E-mail: irina.borodulina@gmail.com, borodulinaiv@rmapo.ru;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7526-1553>

**Ковалев Глеб Валерьевич**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4884-6884>

**Лабетов Иван Антонович**, врач-уролог Клиники высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9813-7483>

**Волкова Ольга Владимировна**, врач-уролог Клиники высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5382-0833>

**Шкарупа Дмитрий Дмитриевич**, доктор медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», директор Клиники высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0489-3451>

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают свое авторство в соответствии с международными критериями ICMJE (все авторы внесли значительный вклад в концепцию, дизайн исследования и подготовку статьи, прочитали и одобрили окончательный вариант до публикации). Наибольший вклад распределен следующим образом: Бородулина И.В., Ковалев Г.В., Лабетов И.А., Волкова О.В., Шкарупа Д.Д. — концепция и дизайн; Ковалев Г.В., Лабетов И.А., Волкова О.В. — сбор и обработка материала; Лабетов И.А. — статистическая обработка данных; Бородулина И.В., Лабетов И.А. — написание текста; Шкарупа Д.Д., Бородулина И.В. — редактирование.

**Источники финансирования.** Данное исследование не было поддержано никакими внешними источниками финансирования.

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

**Этическое утверждение.** Авторы заявляют, что все процедуры, использованные в данной статье, соответствуют этическим стандартам учреждений, проводивших исследование, и соответствуют Хельсинкской декларации в редакции 2013 г. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ) № 05/02 от 05.02.2019.

**Доступ к данным.** Данные, подтверждающие выводы этого исследования, можно получить по обоснованному запросу у корреспондирующего автора.

#### ADDITIONAL INFORMATION

**Irina V. Borodulina**, Ph. D (Med.), Associate Professor at the Department of Physical Therapy, Sports Medicine and Medical Rehabilitation, Russian Medical Academy of Continuing Postgraduate

Education of the Ministry of Health of Russian Federation.

E-mail: irina.borodulina@gmail.com, borodulinaiv@rmapo.ru;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7526-1553>

**Gleb V. Kovalev**, Ph. D (Med.), Associate Professor at the Department of Hospital Surgery, St. Petersburg State University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4884-6884>

**Ivan A. Labetov**, urologist, Clinic of High Medical Technologies named after N.N. Pirogov, St. Petersburg State University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9813-7483>

**Olga V. Volkova**, urologist, Clinic of High Medical Technologies named after N.N. Pirogov, St. Petersburg State University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5382-0833>

**Dmitry D. Shkarupa**, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Hospital Surgery, St. Petersburg State University, Director of the Pirogov Clinic of High Medical Technologies of St. Petersburg State University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0489-3451>

**Author Contributions.** All authors confirm their authorship according to the international ICMJE criteria (all authors contributed significantly to the conception, study design and preparation of the article, read and approved the final

version before publication). Special contributions: Borodulina I.V., Kovalev G.V., Labetov I.A., Volkova O.V., Shkarupa D.D. — concept and design; Kovalev G.V., Labetov I.A., Volkova O.V. — collection and processing of material; Labetov I.A. — statistical data processing; Borodulina I.V., Labetov I.A. — text writing; Shkarupa D.D., Borodulina I.V. — editing.

**Funding.** This study was not supported by any external funding sources.

**Disclosure.** The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**Ethics Approval.** The authors declare that all procedures used in this article are in accordance with the ethical standards of the institutions that conducted the study and are consistent with the 2013 Declaration of Helsinki. The study was approved by the Local Ethics Committee of St. Petersburg State University (SPbSU) No.05/02, 05.02.2019.

**Data Access Statement.** The data that support the findings of this study are available on reasonable request from the corresponding author.

## Список литературы / References

- Abrams P, Cardozo L, Fall M. et al. The standardisation of terminology of lower urinary tract function: Report from the standardisation sub-committee of the international continence society. *Neurourology and Urodynamics*. 2002; 21: 167–178. <https://doi.org/10.1002/nau.10052>
- McGuire E. Bladder instability and stress incontinence. *Neurourology and Urodynamics*. 1988; 7: 563–567. <https://doi.org/10.1002/nau.1930070605>
- Third Report on the Standardisation of Terminology of Lower Urinary Tract Function Procedures related to the evaluation of micturition: pressure-flow relationships. Residual urine. Produced by the International Continence Society, February 1977. *British Journal of Urology*. 1980; 52(5): 348–350. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410x.1980.tb03058.x>
- Gajewski J.B., Gammie A., Speich J. et al. Are there different patterns of detrusor overactivity which are clinically relevant? ICI-RS 2018. *Neurourology and Urodynamics*. 2019; 38(Suppl 5): S40–S45. <https://doi.org/10.1002/nau.23964>
- Reynolds W.S., Dmochowski R., Wein A., Bruehl S. Does central sensitization help explain idiopathic overactive bladder? *Nature Reviews Urology*. 2016; 13(8): 481–491. <https://doi.org/10.1038/nrurol.2016.95>
- Artibani W. Diagnosis and significance of idiopathic overactive bladder. *Urology*. 1997; 50(6A Suppl): 25–32; discussion 33–5. [https://doi.org/10.1016/s0090-4295\(97\)00583-9](https://doi.org/10.1016/s0090-4295(97)00583-9)
- Clemens J.Q. Afferent neurourology: A novel paradigm. *Neurourology and Urodynamics*. 2010; 29(Suppl 1): S29–31. <https://doi.org/10.1002/nau.20792>
- Homma Y. Hypersensitive bladder: a solution to confused terminology and ignorance concerning interstitial cystitis. *International Journal of Urology*. 2014; 21(Suppl1): 43–47. <https://doi.org/10.1111/iju.12314>
- Peyronnet B., Mironska E., Chapple C. et al. A comprehensive review of overactive bladder pathophysiology: On the way to tailored treatment. *European Urology*. 2019; 75: 988–1000. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2019.02.038>
- Volovets S.A., Badalov N.G., Borodulina I.V. et al. Safety and Effectiveness of Magnetic Stimulation in the Rehabilitation of Children with Neurogenic Urinary Incontinence: a Prospective Open Randomized Controlled Clinical Study. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21(5): 68–77. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-5-68-77>
- Liao L, Madersbacher H. *Neurourology: Theory and practice*. Springer; 2019.
- Fall M., Lindström S., Mazieres L. A bladder-to-bladder cooling reflex in the cat. *The Journal of Physiology*. 1990; 427:281–300. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1990.sp018172>
- de Groat W.C. *Female Urology*. Saunders. Philadelphia, 1996. 42 p.
- Chapple C.R., Nazir J., Hakimi Z. et al. Persistence and adherence with mirabegron versus antimuscarinic agents in patients with overactive bladder: A retrospective observational study in UK clinical practice. *European Urology*. 2017; 72: 389–399. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2017.01.037>
- Amundsen C.L., Richter H.E., Menefee S.A. et al. Onabotulinumtoxin A vs sacral neuromodulation on refractory urgency urinary incontinence in women. *The Journal of the American Medical Association*. 2016; 316: 1366. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.14617>
- Walters M.D., Karram M.M. *Urogynecology and reconstructive pelvic surgery*. Elsevier Health Sciences; 2014.
- Rapp D.E., Lyon M.B., Bales G.T., Cook S.P. A role for the P2X receptor in urinary tract physiology and in the pathophysiology of urinary dysfunction. *European Urology*. 2005; 48: 303–308. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2005.04.019>
- Groppa S., Oliviero A., Eisen A. et al. A practical guide to diagnostic transcranial magnetic stimulation: Report of an IFCN committee. *Clinical Neurophysiology*. 2012; 123: 858–882. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2012.01.010>
- Beaulieu L.-D., Schneider C. Repetitive peripheral magnetic stimulation to reduce pain or improve sensorimotor impairments: A literature review on parameters of application and afferents recruitment. *Clinical Neurophysiology*. 2015; 45: 223–237. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2015.08.002>
- Khedr E.M., Ahmed M.A., Alkady E.A.M. et al. Therapeutic effects of peripheral magnetic stimulation on traumatic brachial plexopathy: Clinical and neurophysiological study. *Clinical Neurophysiology*. 2012; 42: 111–118. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2011.11.003>
- Бородулина И.В., Рачин А.П., Бадалов Н.Г., Гуша А.О. Периферическая ритмическая магнитная стимуляция при нейрогенных расстройствах мочеиспускания: обзор литературы и результаты клинического исследования. *Нервно-мышечные болезни*. 2017; 7(2): 54–66. <https://doi.org/10.17650/2222-8721-2017-7-2-54-66> [Borodulina I.V., Rachin A.P., Badalov N.G., Goushcha A.O. Peripheral repetitive magnetic stimulation for the treatment of neurogenic urinary disorders: literature review and investigational study. *Neuromuscular Diseases*. 2017; 7(2): 54–66. <https://doi.org/10.17650/2222-8721-2017-7-2-54-66> (In Russ.)]

22. Ковалев Г.В., Шкарупа Д.Д., Кубин Н.Д., Зайцева А.О., Бородулина И.В., Мусяенко П.Е. Трансвертебральная магнитная нейромодуляция как метод лечения гиперактивности мочевого пузыря: 6 месяцев наблюдения. Вестник урологии. 2020; 8(4): 62–71. [Kovalev G.V., Shkarupa D.D., Kubin N.D., Zaitseva A.O., Borodulina I.V., Musienko P.E. Transvertebral magnetic neuromodulation for the treatment of overactive bladder: 6 months follow-up. *Urology Herald*. 2020; 8(4): 62–71. <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2020-8-4-62-71> (In Russ.).]
23. Khedr E.M., Alkady E.A., El-Hammady D.H. et al. Repetitive lumbosacral nerve magnetic stimulation improves bladder dysfunction due to lumbosacral nerve injury: a pilot randomized controlled study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2011; 25(6): 570–576. <https://doi.org/10.1177/1545968311400091>
24. Li J., Wang J., Hu Y. et al. Effects of repetitive functional magnetic stimulation in the sacral nerve in patients with neurogenic detrusor overactivity after suprasacral spinal cord injury: a study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2023; 24(1): 199. <https://doi.org/10.1186/s13063-023-07207-1>
25. 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. *Neurourology and Urodynamics*. 2007; 26(6): 767–72. <https://doi.org/10.1002/nau.20423>
26. Galloway N.T., El-Galley R.E., Sand P.K. et al. Extracorporeal magnetic innervation therapy for stress urinary incontinence. *Urology*. 1999; 53(6): 1108–11. [https://doi.org/10.1016/s0090-4295\(99\)00037-0](https://doi.org/10.1016/s0090-4295(99)00037-0)
27. Lukanović D., Kunič T., Batkoska M., Matjašič M., Barbič M. Effectiveness of Magnetic Stimulation in the Treatment of Urinary Incontinence: A Systematic Review and Results of Our Study. *Journal of Clinical Medicine*. 2021; 10(21): 5210. <https://doi.org/10.3390/jcm10215210>
28. Braga A., Castronovo F., Caccia G. et al. Efficacy of 3 Tesla Functional Magnetic Stimulation for the Treatment of Female Urinary Incontinence. *Journal of Clinical Medicine*. 2022; 11(10): 2805. <https://doi.org/10.3390/jcm11102805>
29. González-Isaza P., Sánchez-Borrego R., Lugo Salcedo F. et al. Pulsed Magnetic Stimulation for Stress Urinary Incontinence and Its Impact on Sexuality and Health. *Medicina (Kaunas)*. 2022; 58(12): 1721. <https://doi.org/10.3390/medicina58121721>
30. Lo T.S., Tseng L.H., Lin Y.H. et al. Effect of extracorporeal magnetic energy stimulation on bothersome lower urinary tract symptoms and quality of life in female patients with stress urinary incontinence and overactive bladder. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*. 2013; 39(11): 1526–32. <https://doi.org/10.1111/jog.12090>
31. Brodak P.P., Bidair M., Joseph A. et al. Magnetic stimulation of the sacral roots. *Neurourology and Urodynamics*. 1993; 12(6): 533–40. <https://doi.org/10.1002/nau.1930120603>
32. Shafik A. Magnetic stimulation: a novel method for inducing evacuation of the neuropathic rectum and urinary bladder in a canine model. *Urology*. 1999; 54(2): 368–72. [https://doi.org/10.1016/s0090-4295\(99\)00083-7](https://doi.org/10.1016/s0090-4295(99)00083-7)
33. McFarlane J.P., Foley S.J., de Winter P. et al. Acute suppression of idiopathic detrusor instability with magnetic stimulation of the sacral nerve roots. *British Journal of Urology*. 1997; 80(5): 734–41. <https://doi.org/10.1046/j.1464-410x.1997.00446.x>
34. Morris A.R., O'Sullivan R., Dunkley P., Moore K.H. Extracorporeal magnetic stimulation is of limited clinical benefit to women with idiopathic detrusor overactivity: a randomized sham controlled trial. *European Urology*. 2007; 52(3): 876–81. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2007.02.026>
35. Coyne K.S., Thompson C.L., Lai J.S., Sexton C.C. An overactive bladder symptom and health-related quality of life short-form: validation of the OAB-q SF. *Neurourology and Urodynamics*. 2015; 34(3): 255–63. <https://doi.org/10.1002/nau.22559>
36. Corcos J., Beaulieu S., Donovan J. et al. Symptom Quality of Life Assessment Committee of the First International Consultation on Incontinence. Quality of life assessment in men and women with urinary incontinence. *Journal of Urology*. 2002; 168(3): 896–905. [https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(05\)64540-5](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(05)64540-5)
37. Zhao Y., Wang D., Zou L. et al. Comparison of the efficacy and safety of sacral root magnetic stimulation with transcutaneous posterior tibial nerve stimulation in the treatment of neurogenic detrusor overactivity: an exploratory randomized controlled trial. *Translational Andrology and Urology*. 2022; 11(6): 821–831. <https://doi.org/10.21037/tau-22-249>
38. O'Reilly B.A., Fynes M., Ahtari C. et al. A prospective randomised double-blind controlled trial evaluating the effect of trans-sacral magnetic stimulation in women with overactive bladder. *International Urogynecology Journal*. 2008; 19(4): 497–502. <https://doi.org/10.1007/s00192-007-0481-y>
39. Fujishiro T., Enomoto H., Ugawa Y. et al. Magnetic stimulation of the sacral roots for the treatment of stress incontinence: an investigational study and placebo controlled trial. *Journal of Urology*. 2000; 164(4): 1277–9
40. Sheriff M.K., Shah P.J., Fowler C. et al. Neuromodulation of detrusor hyper-reflexia by functional magnetic stimulation of the sacral roots. *British Journal of Urology*. 1996; 78(1): 39–46. <https://doi.org/10.1046/j.1464-410x.1996.00358.x>
41. Liao K.K., Chen J.T., Lai K.L. et al. Effect of sacral-root stimulation on the motor cortex in patients with idiopathic overactive bladder syndrome. *Clinical Neurophysiology*. 2008; 38(1): 39–43. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2007.09.004>