

¹А. А. РАГУЗИН, ¹А. В. СТРОЦКИЙ, ²Р. Р. СИДОРОВИЧ, ²Г. В. ЗАБРОДЕЦ

САКРАЛЬНАЯ НЕЙРОМОДУЛЯЦИЯ КАК МЕТОД ЛЕЧЕНИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ ДИСФУНКЦИИ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ У ПАЦИЕНТОВ С ПОВРЕЖДЕНИЕМ СПИННОГО МОЗГА: ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

¹Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

²Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии, Минск, Беларусь

Цель исследования. Изучить эффективность постоянной сакральной нейромодуляции у пациентов с нервно-мышечной дисфункцией мочевого пузыря после травматического повреждения спинного мозга в отдаленном периоде.

Материал и методы. С августа 2020 г. по сентябрь 2023 г. на базе нейрохирургических отделений РНПЦ неврологии и нейрохирургии совместно с врачом-урологом по показаниям выполнено 30 операций по установке крестцового нейромодулятора. Пациентов разделили на две группы: группа 1 — 20 пациентов (с частично или полностью сохраненным мочеиспусканием); группа 2 — 10 пациентов (без сохраненного мочеиспускания). У 1 пациента из группы 2 работа нейромодулятора оказалась неэффективной, в связи с этим импульсный генератор был удален.

Результаты. Пациенты были обследованы через 6 и 12 мес.: через 6 мес. заполнены опросник и дневники мочеиспусканий; через 12 мес. выполнено комплексное уродинамическое исследование (КУДИ), заполнены опросник и дневник мочеиспусканий. У пациентов в группе 1 через 6 мес. после установки постоянного сакрального нейромодулятора качество жизни согласно шкале опросника SF-Qualiveen улучшилось с исходных $3,2 \pm 0,7$ до $1,6 \pm 0,4$ балла (улучшение на 50 %), а через 12 мес. сохранилось — $1,7 \pm 0,3$ балла (улучшение на 46,8 %). В группе 2 динамика показателей была менее выражена, чем в группе 1, однако изменения были также статистически достоверны ($p < 0,05$). В группе 2 через 6 мес. качество жизни согласно опроснику SF-Qualiveen улучшилось с исходных $3,5 \pm 0,4$ до $2,4 \pm 0,3$ балла (улучшение на 31,4 %), через 12 мес. сохранилось на уровне $2,5 \pm 0,3$ балла (улучшение на 28,6 %). Уродинамический показатель maxPdet, полученный в ходе выполнения КУДИ исходно и через 12 мес. после установки постоянного СНМ, имел следующую динамику: в группе 1 снизился с $40,8 \pm 12$ до $32,5 \pm 8,3$ см водн. ст. (улучшение на 20,3 %); в группе 2 повысился с $5,8 \pm 1,2$ до $7,0 \pm 1,1$ см водн. ст. (улучшение на 17,1 %).

Заключение. Качество жизни пациентов с нервно-мышечной дисфункцией мочевого пузыря после травматического повреждения спинного мозга после установки постоянного нейромодулятора улучшилось как в группе 1, так и в группе 2 ($p < 0,05$).

Ключевые слова: дисфункция мочевого пузыря, повреждение спинного мозга, сакральная нейромодуляция, отдаленные результаты.

Objective. To study the long-term effectiveness of continuous sacral neuromodulation in patients with spinal cord injury.

Materials and methods. From August 2020 to September 2023, 30 surgeries to install a sacral neuromodulator were performed at the neurosurgical departments of the Republican Scientific and Practical Center of Neurology and Neurosurgery together with a urologist, according to indications. Patients were divided into two groups: group 1 — 20 patients (with partially or completely preserved urination); group 2 — 10 patients (without preserved urination). In one patient from group 2, the neuromodulator was ineffective, and therefore the pulse generator was removed.

Results. The patients were examined after 6 and 12 months: after 6 months, a questionnaire and voiding diaries were filled in; after 12 months, a comprehensive urodynamic study (CUDS) was performed, and a questionnaire and voiding diary were filled in. In patients in group 1, 6 months after the installation of a permanent SUI, the quality of life according to the SF-Qualiveen questionnaire scale improved from the initial 3.2 ± 0.7 points to 1.6 ± 0.4 points (an improvement of 50 %), and after 12 months it remained at 1.7 ± 0.3 points (an improvement of 46.8 %). In group 2 the dynamics of the indicators were less pronounced than in group 1, but the changes were also statistically significant ($p < 0.05$). In group 2, after 6 months, the quality of life according to the SF-Qualiveen questionnaire improved from the initial 3.5 ± 0.4 points to 2.4 ± 0.3 points (improvement by 31.4 %) and after 12 months remained at the level of 2.5 ± 0.3 points (improvement by 28.6 %). The urodynamic index maxPdet obtained during the cystometry initially and 12 months after the installation of a permanent SNM had the following dynamics: in group 1, this index decreased from 40.8 ± 12 to 32.5 ± 8.3 cm H₂O (improvement by 20.3 %); group 2, this index increased from 5.8 ± 1.2 to 7.0 ± 1.1 cm H₂O (improvement by 17.1 %).

Conclusion. The quality of life of patients with neuromuscular dysfunction of the bladder after traumatic spinal cord injury after the installation of permanent neuromodulators improved in both group 1 and group 2 ($p < 0.05$).

Key words: bladder dysfunction, spinal cord injury, sacral neuromodulation, long-term results.

HEALTHCARE. 2024; 12: 12—17
SACRAL NEUROMODULATION AS A METHOD FOR TREATING NEUROMUSCULAR DYSFUNCTION OF THE BLADDER IN PATIENTS WITH SPINAL CORD INJURY: LONG-TERM RESULTS
 A. A. Rahuzin, A. V. Strotsky, R. R. Sidorovich, G. V. Zabrodets

Пациенты с нейрогенной дисфункцией мочевого пузыря представляют собой наиболее тяжелый контингент реабилитационных центров. Распространенность нейрогенной дисфункции мочевого пузыря в популяции, по данным российских исследователей, составляет 6—15 % [1; 2]. Зарубежные публикации указывают частоту в популяции нейрогенных расстройств мочеиспускания 10—30 % [3—5]. Значимость данных нарушений обусловлена не столько их высокой распространенностью, сколько возможностью развития тяжелых осложнений и влиянием на качество жизни пациентов [6]. Контроль за функцией нижних мочевыводящих путей — сложный, многоуровневый процесс, включающий в себя взаимодействие периферической и центральной нервных систем [7].

Нейрогенная дисфункция нижних мочевых путей (НДНМП) влияет на жизни миллионов людей по всему миру, оказывая значительное влияние на качество их жизни, а также приводит к значительным экономическим затратам для системы здравоохранения [8; 9]. Стандартное лечение, такое как применение антимускариновых препаратов, альфа1-адреноблокаторов и/или самокатетеризация, часто имеет побочные эффекты или оказывается недостаточно эффективными [10]. Сакральная нейромодуляция (СНМ) — минимально инвазивный метод лечения, успешно применяется у пациентов с ненейрогенной дисфункцией нижних мочевых путей (ненДНМП), рефрактерных к консервативной терапии [11—16]. Поскольку СНМ заключается в электрической стимуляции афферентных сакральных нервов, первоначально этот метод лечения рассматривали только у пациентов с идиопатическими нарушениями нервной системы. Однако появляется все больше сообщений, предполагающих, что СНМ также может быть эффективна у пациентов, у которых в основе имеется конкретное неврологическое расстройство [17—22]. В настоящее время недостаточно рандомизированных контролируемых исследований, оценивающих СНМ для пациентов с НДНМП после травмы спинного мозга [17—19; 21].

При СНМ электроды помещают в крестцовое отверстие S3 или S4 в качестве пробной терапии [23—26]. Если у пациента наблюдается улучшение как минимум на 50 % ключевых переменных данных дневника мочеиспусканий (например, частота мочеиспусканий, количество подтеканий мочи за сутки, объем остаточной мочи после мочеиспускания), нейромодулятор имплантируется для постоянного использования [13; 27]. Поскольку данные рандомизированных контролируемых исследований у пациентов с нервно-мышечной дисфункцией мочевого пузыря (НМДМП) отсутствуют, мы оценили эффективность и безопасность СНМ для лечения пациентов с НМДМП после травмы спинного мозга. Информация по постоянной фазе СНМ у пациентов с НМДМП после травмы спинного мозга крайне противоречива, а результаты считаются непредсказуемыми. Нет работ, детально описывающих параметры изменения мочеиспускания и качества жизни у пациентов с НМДМП после травмы спинного мозга.

Цель исследования — изучить эффективность постоянной сакральной нейромодуляции у пациентов с НМДМП после травмы спинного мозга в отдаленном периоде.

Материал и методы

С августа 2020 г. по сентябрь 2023 г. на базе нейрохирургических отделений РНПЦ неврологии и нейрохирургии совместно с врачом-урологом по показаниям выполнено 30 операций по установке крестцового нейромодулятора у пациентов с неврогенными расстройствами мочеиспускания после травм спинного мозга.

Пациенты были разделены на две группы: группа 1 — 20 пациентов с частично или полностью сохраненным мочеиспусканием; группа 2 — 10 пациентов без сохраненного мочеиспускания. Пробный (тестовый) период для оценки эффективности тестовой фазы СНМ длился от 7 до 14 дней. В результате у 1 (3,3 %) пациента в группе 2 СНМ оказалась неэффективной, поэтому 29 (96,6 %) пациентам после оценки тестовой фазы был установлен постоянный сакральный нейромодулятор.

Статистическую обработку данных осуществляли при помощи пакета программ Statistica 12.0. Достоверность различий данных в сравниваемых группах определяли по критерию Стьюдента (T-test). Достоверными считались различия при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Пациенты были обследованы через 6 и 12 мес.: через 6 мес. заполнены опросник и дневники мочеиспусканий; через 12 мес. выполнено комплексное уродинамическое исследование, заполнены опросник и дневник мочеиспусканий. Полученные данные отражены в табл. 1.

Через 6 мес. у пациентов в группе 1 после установки постоянного сакрального нейромодулятора качество жизни согласно шкале опросника SF-Qualiveen улучшилось с исходных $3,2 \pm 0,7$ до $1,6 \pm 0,4$ балла (улучшение на 50 %) и сохранилось на этом уровне через 12 мес. — $1,7 \pm 0,3$ балла (улучшение на 46,8 %). При этом количество остаточной мочи уменьшилось через 6 мес. с исходных $250,5 \pm 55,5$ до $115 \pm 23,7$ мл (улучшение на 54,1 %) и сохранилось через 12 мес. на уровне $117 \pm 22,5$ мл (улучшение на 53,3 %). Среднее количество мочеиспусканий/кате-

теризаций уменьшилось с исходных $9,5 \pm 2,9$ до $5,7 \pm 2,0$ раз в сутки (улучшение на 40 %) через 6 мес. и сохранилось через 12 мес. на уровне $5,8 \pm 2,5$ раз в сутки (улучшение на 38,9 %). Из этого видно, что эффект от СНМ стабильный в течение 6 мес. и практически не изменяется через 12 мес.

У пациентов в группе 2 динамика показателей была менее выражена, чем в группе 1, однако изменения были статистически достоверны ($p < 0,05$) (табл. 2). Качество жизни согласно опроснику SF-Qualiveen улучшилось через 6 мес. с исходных $3,5 \pm 0,4$ до $2,4 \pm 0,3$ балла (улучшение на 31,4 %) и сохранилось через 12 мес. — $2,5 \pm 0,3$ балла (улучшение на 28,6 %). Объем остаточной мочи уменьшился через 6 мес. с исходных $470 \pm 180,4$ до $235 \pm 48,2$ мл (улучшение на 50 %) и сохранился через 12 мес. на уровне $232,5 \pm 47$ мл (улучшение на 50,5 %). Среднее количество мочеиспусканий/катетеризаций уменьшилось через 6 мес. с исходных $5,4 \pm 1,1$ до $3,8 \pm 1,0$ раз в сутки (улучшение на 27,8 %) и сохранилось через 12 мес. на уровне $3,8 \pm 0,7$ раз в сутки (улучшение на 29,6 %). Полученные данные свидетельствуют о том, что гипорефлекторный мочевой пузырь после травмы спинного мозга более неблагоприятен для восстановления мочеиспускания с использованием

Таблица 1

Данные параметров мочеиспускания и качества жизни пациентов группы 1 через 6 и 12 мес. после установки постоянного сакрального нейромодулятора

Критерий	Исходные данные	Через 6 мес.	Через 12 мес.
Опросник SF-Qualiveen, баллы	$3,2 \pm 0,7$	$1,6 \pm 0,4$ $p < 0,05^*$	$1,7 \pm 0,3$ $p < 0,05^*$
Объем остаточной мочи, мл	$250,5 \pm 55,5$	$115 \pm 23,7$ $p < 0,05^*$	$117 \pm 22,5$ $p < 0,05^*$
Среднее количество мочеиспусканий в сутки, в том числе самокатетеризаций, раз в сутки	$9,5 \pm 2,9$	$5,7 \pm 2,0$ $p < 0,05^*$	$5,8 \pm 2,5$ $p < 0,05^*$

Примечание: * — по отношению к исходным данным.

Таблица 2

Данные параметров мочеиспускания и качества жизни пациентов группы 2 через 6 и 12 мес. после установки постоянного сакрального нейромодулятора

Критерий	Исходные данные	Через 6 мес.	Через 12 мес.
Опросник SF-Qualiveen, баллы	$3,5 \pm 0,4$	$2,4 \pm 0,3$ $p < 0,05^*$	$2,5 \pm 0,3$ $p < 0,05^*$
Объем остаточной мочи, мл	$470 \pm 180,4$	$235 \pm 48,2$ $p < 0,05^*$	$232,5 \pm 47$ $p < 0,05^*$
Среднее количество мочеиспусканий в сутки, в том числе самокатетеризаций, раз в сутки	$5,4 \pm 1,1$	$3,9 \pm 1,0$ $p < 0,05^*$	$3,8 \pm 0,7$ $p < 0,05^*$

Примечание: * — по отношению к исходным данным.

СНМ, чем гиперрефлекторный, так как полного восстановления мочеиспускания не наблюдалось ни у одного пациента этой группы.

Уродинамический показатель maxPdet, полученный в ходе выполнения комплексного уродинамического исследования исходно и через 12 мес. после установки постоянного сакрального нейромодулятора, имел следующую динамику: в группе 1 снизился с $40,8 \pm 12$ до $32,5 \pm 8,3$ см водн. ст. (улучшение на 20,3 %); в группе 2 повысился с $5,8 \pm 1,2$ до $7,0 \pm 1,1$ см водн. ст. (улучшение на 17,1 %). Полученные данные объективно подтверждают положительные изменения в мочевом пузыре после выполнения СНМ. Они свидетельствуют о снижении максимального внутрипузырного давления у пациентов с гиперактивным мочевым пузырем после установки сакрального нейромодулятора и его повышении у пациентов с гипоактивным пузырем. К сожалению, повышение сократительной способности детрузора у пациентов группы 2 было не столь выражено после установки сакрального нейромодулятора, чтобы у них восстанавливалось самостоятельное мочеиспускание, что обусловлено, по-видимому, истощением резервных возможностей детрузора. Вполне возможно, что это связано также с тем, что мы устанавливали сакральные нейромодуляторы пациентам спустя длительное время после травмы спинного мозга, когда репаративные и восстановительные процессы самого травматического повреждения организма были исчерпаны. Резервы для восстановления мочеиспускания после завершения последствий травматического повреждения были небольшими, поэтому результаты нейростимуляции не столь выражены, как бы хотелось. В то же время для решения вопроса о проведении СНМ пациентам в более ранние сроки после травмы спинного мозга требуется специальное, хорошо спланированное исследование. Основная трудность, на наш взгляд, будет заключаться в отборе однородных групп, поскольку процессы репарации после травмы у этих пациентов будут еще не завершены, поэтому неврологический статус, а также характер расстройств мочеиспускания могут меняться. В то же время могут быть получены более значимые результаты СНМ, чем в нашем исследовании, поскольку у пациентов будет сохранен гораздо больший потенциал для восстановления нарушенной иннервации и мочеиспускания.

Arndt van Ophoven и соавт. в 2021 г. опубликовали данные по эффективности лечения пациентов с НДНМП [21]. Так, у пациентов с задержкой мочеиспускания количество остаточной мочи после применения СНМ снизилось с 361 ± 97 до 126 ± 47 мл; у пациентов с гиперрефлекторным мочевым пузырем оценивали частоту мочеиспусканий, которая снизилась с $13,5 \pm 2,1$ до $7,4 \pm 0,9$ раза в сутки, также оценивали maxPdet — отмечается снижение показателя с $52,7 \pm 14,9$ до $27,2 \pm 8,8$ см водн. ст. Согласно данным M. Hohenfellner и соавт. (1998) [32], при нейрогенном гиперрефлекторном мочевом пузыре зафиксировано снижение maxPdet с 48 до 24 см водн. ст. на фоне применения СНМ; данные по гипорефлекторному мочевому пузырю отсутствуют. По данным M. D. Liechti (2022) [33], на фоне СНМ улучшение качества жизни согласно шкале SF-Qualiveen произошло с $1,76 \pm 0,81$ до $1,09 \pm 0,73$ балла. Отбор пациентов в этой работе проводили у пациентов с изначально лучшим качеством жизни, чем в нашем исследовании.

В современной литературе выявляется однаковая эффективность среди нейрогенных и ненейрогенных расстройств мочеиспускания с точки зрения успешной фазы тестирования, имплантации постоянного генератора, результатов уродинамических исследований, данных об изменении качества жизни и безопасности самого медицинского вмешательства. У пациентов с НДНМП показатели успеха фазы постоянной имплантации варьируют от 80 до 92 %, что сравнимо с показателями у пациентов с неНДНМП [29—32]. В работе A. van Ophoven и соавт. (2021) показатель успеха СНМ ($n = 887$) составил 66,2 %. В зависимости от типа нейрогенной дисфункции мочевого пузыря показатели успешности тестов сильно различались. Самые высокие показатели успеха были достигнуты у пациентов после хирургических вмешательств на спинном мозге и малом тазу (84,1 % и 77,8 % соответственно), что свидетельствует о более высокой вероятности сохранения пластичности или обратимости повреждений. Показатели успешности СНМ трех основных типов НДНМП были несколько ниже: 61 % — для нейрогенного гиперактивного мочевого пузыря; 52 % — для нейрогенной необструктивной задержки мочи; 69 % — для их комбинации. При метаанализе применения постоянных устройств ($n = 428$) вероятность успеха составила 84,2 %.

Выводы

1. Пациенты с нейрогенными расстройствами мочеиспускания после травм спинного мозга не одинаково реагируют на установку сакрального нейромодулятора.

2. У пациентов с полностью или частично сохраненным мочеиспусканием результаты СНМ лучше, что проявилось снижением значений показателя максимального давления в мочевом пузыре (maxPdet) с $40,8 \pm 12$ до $32,5 \pm 8,3$ см водн. ст. (улучшение на 20,3 %); улучшением качества жизни с исходных $3,2 \pm \pm 0,7$ до $1,6 \pm 0,4$ балла (улучшение на 50 %), уменьшением частоты мочеиспусканий/катетеризаций мочевого пузыря с $9,5 \pm 2,9$ до $5,7 \pm 2,0$ раза в сутки (улучшение на 40 %) и остаточной мочи с $250,5 \pm 55,5$ до $115 \pm \pm 23,7$ мл (улучшение на 54,1 %).

3. У пациентов без сохраненного мочеиспускания результаты СНМ менее выражены: значение показателя maxPdet повысилось с $5,8 \pm 1,2$ до $7,0 \pm 1,1$ см водн. ст. (улучшение на 17,1 %); улучшилось качество жизни с $3,5 \pm 0,4$ до $2,4 \pm 0,3$ балла (улучшение на 31,4 %), уменьшились частота катетеризаций мочевого пузыря с $5,4 \pm 1,1$ до $3,8 \pm 1,0$ раза в сутки (улучшение на 27,8 %) и остаточная моча с исходных $470 \pm 180,4$ до $235 \pm 48,2$ мл (улучшение на 50 %); полного восстановления мочеиспускания не наблюдалось ни у одного из пациентов.

4. Улучшения параметров мочеиспускания и качества жизни, достигнутые к 6 мес. наблюдения после установки сакрального нейромодулятора, оставались стабильными в течение 12 мес. в обеих группах пациентов.

Контактная информация:

Рагузин Андрей Александрович — старший преподаватель кафедры урологии и нефрологии с курсом повышения квалификации и переподготовки.

Белорусский государственный медицинский университет. Пр. Дзержинского, 83, 220083, г. Минск.

Сл. тел. +375 29 628-71-40.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: А. А. Р., А. В. С., Р. Р. С., Г. В. З.

Сбор информации и обработка материала: А. А. Р., Г. В. З.

Статистическая обработка данных: А. А. Р., Г. В. З.

Написание текста: А. А. Р., Г. В. З.

Редактирование: А. В. С., Р. Р. С.

Конфликт интересов отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневский, Е. Л. Клиническая оценка расстройств мочеиспускания / Е. Л. Вишневский, О. Б. Лоран, А. Е. Вишневский. — М. : ТЕРРА, 2001. — 96 с.

2. Сочетанные дисфункции висцеральных органов у детей с нейрогенной дисфункцией мочевого пузыря / В. И. Морозов [и др.] // Педиатрия. Журнал им. Г. Н. Сперанского. — 2007. — Т. 86, № 6. — С. 35—40.

3. Sacral neurostimulation for urinary retention: 10-year experience from one UK center / S. N. Datta [et al.] // BJU Int. — 2008. — Vol. 101, № 2. — P. 192—196.

4. Dorsher, P. T. Neurogenic bladder / P. T. Dorsher, P. M. McIntosh // Adv. Urol. — 2012. — Vol. 2012. — P. 16.

5. Stohrer, M. The standardization of terminology in neurogenic lower urinary tract dysfunction with suggestions for diagnostic procedures / M. Stohrer // Neurourol. Urodyn. — 1999. — Vol. 18, № 2. — P. 139—158.

6. Шахпаронова, Н. В. Хронические сосудистые заболевания головного мозга: алгоритм диагностики и лечения / Н. В. Шахпаронова, А. С. Кадыков // Consilium Medicum. — 2017. — № 19 (2). — С. 104—109.

7. Fowler, C. J. The neural control of micturition / C. J. Fowler, D. Griffiths, W. C. de Groat // Nat. Rev. Neurosci. — 2008. — Vol. 9, № 6. — P. 453—466.

8. Przydacz, M. What do we know about neurogenic bladder prevalence and management in developing countries and emerging regions of the world? / M. Przydacz, P. Denys, J. Corcos // Ann. Phys. Rehabil. Med. — 2017. — Vol. 60, № 5. — P. 341—346.

9. An International Continence Society (ICS) report on the terminology for adult neurogenic lower urinary tract dysfunction (ANLUTD) / J. B. Gajewski [et al.] // Neurourol. Urodyn. — 2018. — Vol. 37, № 3. — P. 1152—1161.

10. Panicker, J. N. Lower urinary tract dysfunction in the neurological patient: clinical assessment and management / J. N. Panicker, C. J. Fowler, T. M. Kessler // Lancet Neurol. — 2015. — Vol. 14, № 7. — P. 720—732.

11. Brazzelli, M. Efficacy and safety of sacral nerve stimulation for urinary urge incontinence : a systematic review / M. Brazzelli, A. Murray, C. Fraser // J. Urol. — 2006. — Vol. 175, № 3. — P. 835—841.

12. Herbison, G. P. Sacral neuromodulation with implanted devices for urinary storage and voiding dysfunction in adults / G. P. Herbison, E. P. Arnold // Cochrane Database Syst. Rev. — 2009. — Vol. 15, № 2. — P. CD004202.

13. Sacral neuromodulation for refractory lower urinary tract dysfunction: results of a nationwide registry in Switzerland / T. M. Kessler [et al.] // Eur. Urol. — 2007. — Vol. 51, № 5. — P. 1357—1363.

14. EAU guidelines on neuro-urology / B. Blok [et al.] / European Association of Urology. — 2022. — 56 p.

15. Incontinence. / P. Abrams [et al.]. — Bristol, UK : International Continence Society, 2017. — 2626 p.

16. Sacral nerve stimulation for urge incontinence and urgency-frequency. — London : National Institute for Health and Care Excellence, 2004. — 154 p.

17. Sacral neuromodulation for neurogenic lower urinary tract dysfunction : systematic review and metaanalysis / T. M. Kessler [et al.] // Eur. Urol. — 2010. — Vol. 58, № 6. — P. 865—874.

18. Averbeck, M. A. Is there a role for sacral neuromodulation in patients with neurogenic lower urinary tract dysfunction? / M. A. Averbeck, J. Moreno-Palacios, A. Aparicio // Int. Braz. J. Urol. — 2020. — Vol. 46, № 6. — P. 891—901.

19. Averbeck, M. A. Worldwide utilization patterns of sacral neuromodulation for neurogenic lower urinary tract dysfunction / M. A. Averbeck, C. M. Gomes // *Curr. Bladder Dysfunct. Rep.* — 2016. — Vol. 11, № 4. — P. 356—364.

20. Clinical outcomes of sacral neuromodulation in patients with neurologic conditions / K. M. Peters [et al.] // *Urology*. — 2013. — Vol. 81, № 4. — P. 738—743.

21. Systematic literature review and meta-analysis of sacral neuromodulation (SNM) in patients with neurogenic lower urinary tract dysfunction (nLUTD): over 20 years' experience and future directions / A. van Ophoven [et al.] // *Adv. Ther.* — 2021. — Vol. 38, № 4. — P. 1987—2006.

22. Sacral neuromodulation in patients with neurogenic lower urinary tract dysfunction: a multicenter retrospective study from China / I. Masood [et al.] // *Neuromodulation*. — 2021. — Vol. 24, № 7. — P. 1278—1283.

23. Spinelli, M. Latest technologic and surgical developments in using InterStim™ therapy for sacral neuromodulation: impact on treatment success and safety / M. Spinelli, K.-D. Sievert // *Eur. Urol.* — 2008. — Vol. 54, № 6. — P. 1287—1296.

24. Kessler, T. M. Sacral neuromodulation for urinary retention / T. M. Kessler, C. J. Fowler // *Nat. Clin. Pract. Urol.* — 2008. — Vol. 5, № 12. — P. 657—666.

25. Kessler, T. M. Prolonged sacral neuromodulation testing using permanent leads: a more reliable patient selection method? / T. M. Kessler, H. Madersbacher, G. Kiss // *Eur. Urol.* — 2005. — Vol. 47, № 5. — P. 660—665.

26. Wollner, J. Sacral neuromodulation. / J. Wollner, C. Hampel, T.M. Kessler // *BJU Int.* — 2012. — Vol. 110, № 1. — P. 146—159.

27. Results of sacral neuromodulation therapy for urinary voiding dysfunction: outcomes of a prospective, worldwide clinical study / P. E. V. van Kerrebroeck [et al.] // *J. Urol.* — 2007. — Vol. 178, № 5. — P. 2029—2034.

28. Сакральная нейромодуляция в лечении нервно-мышечной дисфункции мочевого пузыря у пациентов с повреждением спинного мозга: тестовая фаза / А. А. Рагузин [и др.] // Здравоохранение. Healthcare. — 2024. — № 2. — С. 53—58.

29. Sanford, M. T. Neuromodulation in neurogenic bladder / M. T. Sanford, A. M. Suskind // *Transl. Androl. Urol.* — 2016. — Vol. 5, № 1. — P. 117—126.

30. Эффективность сакральной нейростимуляции в лечении нейрогенной дисфункции органов таза / С. К. Акшулаков [и др.] // Нейрохирургия и неврология Казахстана. — 2020. — № 3 (60). — С. 27—39.

31. Sacral Neuromodulation for Lower Urinary Tract Dysfunction in Spinal Cord Injury : A Systematic Review and Meta-Analysis / M. Hu [et al.] // *Urol. Int.* — 2019. — Vol. 103, № 3. — P. 337—343.

32. Bilateral chronic sacral neuromodulation for treatment of lower urinary tract dysfunction / M. Hohenfellner [et al.] // *The Journal of Urology*. — 1998 — Vol. 160, № 3. — P. 821—824.

33. Sacral neuromodulation for neurogenic lower urinary tract dysfunction / M. D. Liechti [et al.] // *N. E. J. M. Evidence*. — 2022. — № 1 (11). — P. 1—11.

Поступила 01.10.2024

Принята к печати 25.10.2024