

Вопросы курортологии, физиотерапии
и лечебной физической культуры
2023, Т. 100, №4, с. 18–27
<https://doi.org/10.17116/kurort202310004118>

Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy=
Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kultury
2023, Vol. 100, no. 4, pp. 18–27
<https://doi.org/10.17116/kurort202310004118>

Неинвазивная периферическая магнитная стимуляция в терапии нейрогенных расстройств мочеиспускания у детей

© Н.Г. БАДАЛОВ^{1, 2}, И.В. БОРОДУЛИНА³, В.И. ЕФИМОВА⁴, М.Ю. ЯКОВЛЕВ⁵

¹ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр медицинской реабилитации и курортологии Федерального медико-биологического агентства», Москва, Россия;

²ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия;

³ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования» Минздрава России, Москва, Россия;

⁴ГБУ «Научно-практический центр медико-социальной реабилитации им. Л.И. Швецово», Москва, Россия;

⁵ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Нейрогенные расстройства мочеиспускания у детей часто клинически представлены недержанием мочи (НМ). Распространенность НМ достигает 8,6%, однако этот показатель имеет тенденцию уменьшения с возрастом. Одним из методов немедикаментозной терапии НМ является экстракорпоральная магнитная стимуляция (ЭМС) — разновидность неинвазивной периферической магнитной стимуляции, которая нашла широкое применение в урологической практике при лечении взрослых пациентов. Однако эффективность метода у детей не изучена.

Цель исследования. Изучение эффективности и безопасности ЭМС в реабилитации детей с нейрогенным НМ.

Материал и методы. В проспективное открытое рандомизированное сравнительное клиническое исследование были включены 75 детей (от 5 лет до 16 лет 6 мес) с дневным и ночным НМ. Методом простой рандомизации были сформированы две группы: основная группа (39 пациентов), в которой в течение 21 сут проводили программу стандартной комплексной реабилитации и ЭМС, и группа сравнения (36 пациентов), в которой программа комплексной реабилитации не включала ЭМС.

Результаты и обсуждение. Клиническая эффективность метода ЭМС в комплексной реабилитации детей с нейрогенным НМ составила 94,8%, что на 25,4% выше, чем в группе сравнения. После лечения у пациентов основной группы было отмечено заметное снижение эпизодов НМ, увеличение объема мочеиспускания, улучшение качества жизни. На лечение ответили пациенты с разной фоновой неврологической патологией, что указывает на общность патогенетических механизмов развития дисфункции нижних мочевых путей при данных состояниях и независимость конечного эффекта от базового диагноза.

Заключение. Использование метода ЭМС тазового дна у детей с нейрогенным НМ повышает эффективность реабилитации и является перспективным и безопасным направлением реабилитационного лечения.

Ключевые слова: реабилитация, неинвазивная магнитная стимуляция, недержание мочи, педиатрия, дети.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Бадалов Н.Г. — <https://orcid.org/0000-0002-1407-3038>; eLibrary SPIN: 2264-4351

Бородулина И.В. — <https://orcid.org/0000-0001-7526-1553>; eLibrary SPIN: 2152-5737

Ефимова В.И. — <https://orcid.org/0000-0003-1666-8147>

Яковлев М.Ю. — <https://orcid.org/0000-0002-5260-8304>

Автор, ответственный за переписку: Бородулина И.В. — e-mail: irina.borodulina@gmail.com

КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Бадалов Н.Г., Бородулина И.В., Ефимова В.И., Яковлев М.Ю. Неинвазивная периферическая магнитная стимуляция в терапии нейрогенных расстройств мочеиспускания у детей. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2023;100(4):18–27. <https://doi.org/10.17116/kurort202310004118>

Noninvasive peripheral magnetic stimulation in the treatment of neurogenic urination disorders in children

© N.G. BADALOV^{1, 2}, I.V. BORODULINA³, V.I. EFIMOVA⁴, M.YU. YAKOVLEV⁵

¹Federal Scientific and Clinical Center of Medical Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia;

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia;

³Russian Medical Academy of Continuing Postgraduate Education, Moscow, Russia;

⁴Scientific and Practical Center of Medical and Social Rehabilitation named after L.I. Shvetsova, Moscow, Russia;

⁵National Medical Research Centre for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

ABSTRACT

Neurogenic urination disorders in children are often clinically represented by urinary incontinence (UI). The prevalence of UI reaches 8.6%, but tends to decrease in frequency with age. One of the methods of non-drug therapy of UI is extracorporeal magnetic stimulation (ExMI) — a type of non-invasive peripheral magnetic stimulation, which is widely used in adult urological practice. However, the effectiveness of the method in children has not been studied.

Objective. To study the effectiveness and safety of ExMI in the rehabilitation of children with neurogenic UI.

Material and methods. A prospective open randomized comparative clinical trial included 75 children (from 5 years to 16 years and 6 months) with neurogenic UI, who were divided by simple randomization into a main group ($n=39$), who received a standard rehabilitation and ExMI program for 21 days, and a comparison group ($n=36$), in which the standard rehabilitation program did not include the use of ExMI.

Result and discussion. A prospective open randomized comparative study revealed that the clinical effectiveness of the ExMI method in the complex rehabilitation of children with neurogenic UI is 94.8%, which is 25.4% higher than in the comparison group. After treatment, patients in the main group had a noticeable decrease in UI episodes, an increase in the micturition volume, and an improvement in the quality of life. Patients with various background neurological pathology responded to treatment, which indicates the common pathogenetic mechanisms of the development of LUTS in these conditions and the independence of the final effect from the basic diagnosis.

Conclusion. The use of the perineal ExMI method in children with neurogenic UI increases the effectiveness of rehabilitation and is a promising and safe direction of rehabilitation treatment.

Keywords: magnetic stimulation, urinary incontinence, children.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Badalov N.G. — <https://orcid.org/0000-0002-1407-3038>; eLibrary SPIN: 2264-4351

Borodulina I.V. — <https://orcid.org/0000-0001-7526-1553>; eLibrary SPIN: 2152-5737

Efimova V.I. — <https://orcid.org/0000-0003-1666-8147>

Yakovlev M.Yu. — <https://orcid.org/0000-0002-5260-8304>

Corresponding author: Borodulina I.V. — e-mail: irina.borodulina@gmail.com

TO CITE THIS ARTICLE:

Badalov NG, Borodulina IV, Efimova VI, Yakovlev MYu. Noninvasive peripheral magnetic stimulation in the treatment of neurogenic urination disorders in children. *Problems of balneology, physiotherapy and exercise therapy*. 2023;100(4):18–27. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/kurort202310004118>

Введение

Недержание мочи (НМ) у детей представляет собой междисциплинарную проблему, требующую внимания многих специалистов — урологов, неврологов, психологов, физиотерапевтов, педиатров и др. НМ в педиатрической практике — непроизвольное подтекание (выделение) по меньшей мере 1 мл мочи у ребенка старше 5 лет как минимум 1 раз в неделю [1]. НМ может происходить как в дневное, так и ночное время (энурез). Частота встречаемости разных нарушений мочеиспускания составляет 3,0–3,5% среди подростков и до 20% среди детей от 7 до 14 лет [2]. Распространенность НМ составляет, по данным разных эпидемиологических исследований, от 3,1 до 8,6% и уменьшается с возрастом [3, 4]. При этом НМ может быть обусловлено как органическими (заболевания мочеполовой системы, неврологическая патология), так и функциональными причинами. Наблюдения отечественных и зарубежных исследователей показывают, что в структуре нарушений мочеиспускания в 90% случаев преобладают именно расстройства функционального характера, являющиеся следствием современных психосоциальных воздействий на ребенка [2, 5, 6].

За последние десятилетия значительно расширились знания о механизмах регуляции мочеиспускания. Это дало лучшее представление о контроле накопления и опорожнения мочевого пузыря в усло-

виях нормы и патологии, что способствовало более полному пониманию принципов действия существующих методов лечения [7].

Функции нижних мочевых путей (НМП) — накопление и периодическая эвакуация мочи — зависят от скоординированной деятельности мышц мочевого пузыря и выходного отверстия, состоящего из шейки мочевого пузыря, уретры и сфинктера уретры. Координация между этими органами обеспечивается сложной системой нервной регуляции, структуры которой расположены в головном и спинном мозге, периферических и интрамуральных ганглиях [8–10].

Афферентная 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 [8, 11]. Афферентные компоненты этих нервов состоят из миелинизированных (Аδ) и немиелинизированных С-аксонов [12]. Аδ-волокна реагируют на пассивное растяжение и активное сокращение и таким образом передают информацию о наполнении мочевого пузыря. С-волокна нечувствительны к наполнению мочевого пузыря в физиологических условиях и реагируют главным образом на сильные раздражители, такие как химические агенты или охлаждение [12]. Спинальные центры тазовых нервов расположены в боковых рогах спинного мозга на уровне сегментов S_2 – S_4 , а гипогастральные не-

рвов — на уровне T_{10} — L_2 [13, 14]. Между собой, а также с вышерасположенными мозговыми структурами, участвующими в контроле функций НМП, регуляторные центры связаны проекционными связями [13].

Клетки уротелия также играют роль в сенсорных механизмах мочевого пузыря. Уротелий обладает сигнальными свойствами, которые позволяют ему реагировать на химические и механические раздражители и вступать в связь с нервными волокнами в стенке мочевого пузыря посредством высвобождения активных веществ (например, ацетилхолина, аденозинтрифосфорной кислоты, оксида азота), которые могут регулировать активность нейрогенного ответа и тем самым вызывать местные сосудистые изменения или рефлекторные сокращения мочевого пузыря [15—19].

Фаза накопления мочевого пузыря обеспечивается активностью симпатической нервной системы (гипогастральный нерв, интермедиолатеральные ядра сегментов спинного мозга Th_{10} — L_2 , стволовой центр накопления), при этом парасимпатическая иннервация детрузора подавляется (тазовый нерв, сакральный центр мочеиспускания, стволовой центр моче-

испускания), а гладкие и поперечно-полосатые части сфинктера мочеиспускательного канала активируются, предотвращая непроизвольное опорожнение мочевого пузыря (рис. 1) [20].

Фаза опорожнения мочевого пузыря сопряжена с работой парасимпатической нервной системы и подавлением симпатических влияний. Важно отметить, что при этом в норме мочеиспускание активируется расслаблением наружного сфинктера уретры, что является единственным произвольным механизмом регуляции работы НМП, опосредованным на периферии половым нервом.

Механизмы, участвующие в накоплении и выведении мочи, претерпевают заметные изменения в момент пренатального развития и в период младенчества. Так, у плода регуляция фазы эвакуации мочи происходит с помощью механизмов на уровне мочевого пузыря; далее, по мере развития, опорожнение регулируется простыми рефлекторными путями, управляемыми центрами спинного мозга. С ростом ребенка и созреванием центральной нервной системы (ЦНС) рефлекторное опорожнение, в конечном

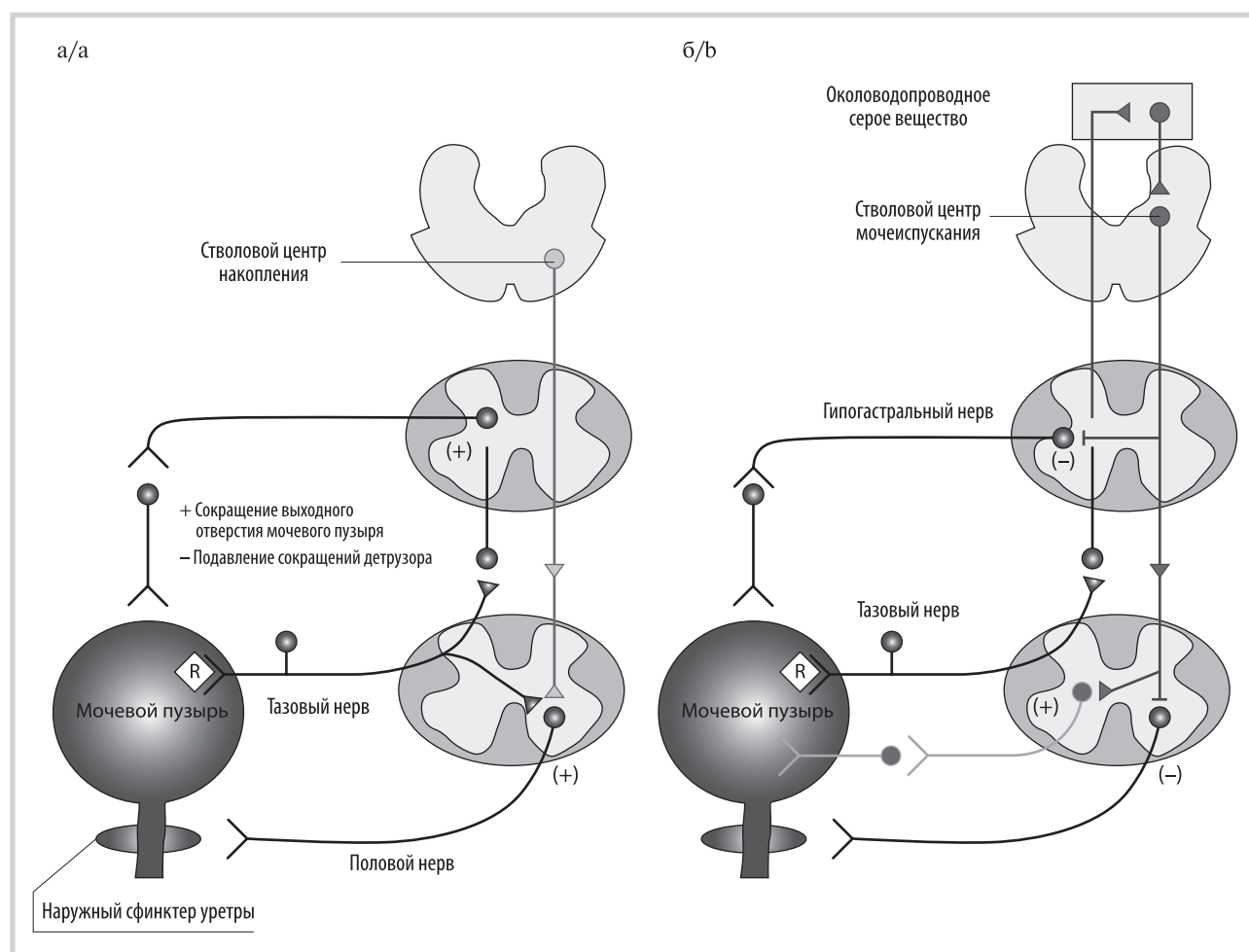


Рис. 1. Нейронные пути, контролирующие удержание мочи и мочеиспускание (адаптировано из [20]).

Fig. 1. Neural pathways controlling urine retention and urination (adapted from [20]).

итоге, попадает под влияние высших мозговых центров и становится осознанным процессом [21, 22].

Таким образом, регуляция акта мочеиспускания и накопления мочи является сложным, иерархически выстроенным процессом, вовлекающим как периферические, так и центральные структуры невального контроля. В связи с этим травмы и заболевания нервной системы, некоторые психогенные состояния могут привести к нарушению скоординированной системы регуляции, изменению активности корковых контролирующих центров, «растормаживанию» спинальных центров и активизации простых рефлексов мочеиспускания [23, 24].

НМ у детей включает следующие формы:

1. Физиологическое НМ (у детей до 5 лет).
2. Ночное НМ (энурез) — непроизвольное интермиттирующее мочеиспускание во время сна у ребенка старше 5 лет [25]. Энурез может быть обусловлен сочетанием нескольких факторов: полиурии (вследствие нарушения суточной секреции антидиуретического гормона), дисфункции мочевого пузыря на фоне задержки созревания на разных уровнях невального контроля, трудностей пробуждения, семейной предрасположенности и психологических триггеров. Вместе с тем в ряде исследований последних лет показано, что не психологические факторы ведут к энурезу, а напротив — энурез приводит к поведенческим аномалиям и социальной дезадаптации [26]. Моносимптомный энурез характеризуется отсутствием каких-либо симптомов нарушения функции НМП, в то время как немоносимптомный энурез сочетается с другими симптомами нарушения функции НМП, которые в основном проявляются в дневное время.
3. Дневное НМ обусловлено органическими (дисфункция мочевого пузыря вследствие органического поражения ЦНС (травма, пороки развития), соматических заболеваний, пороков развития органов мочевыводящей системы (эписпадия и др.)) и функциональными причинами (идиопатическое НМ) [1, 27].

Распространенность нарушений мочеиспускания в педиатрической практике и отсутствие единых подходов к терапии обуславливают разработку и индивидуализацию лечебных программ, включающих фармакотерапию и немедикаментозные технологии. В программах реабилитации нарушений функции тазовых органов часто используются методы немедикаментозной терапии: лечебная гимнастика, методы аппаратной физиотерапии (электростимуляция (ЭС), лазеротерапия, гипербарическая оксигенация, лекарственный электрофорез, амплипульстерапия, теплотечение, ультразвуковая терапия), поведенческая терапия. Рациональное сочетание методов медикаментозной и физической терапии повышает эффективность реабилитационных программ у детей с нарушением функции тазовых орга-

нов. При этом первостепенное значение имеет безопасность применяемых методик в педиатрической практике и минимизация побочных эффектов. С этой точки зрения поиск эффективных и безопасных немедикаментозных технологий, разработка на их основе лечебных методик для детей с нарушением функции тазовых органов представляются актуальными.

Среди взрослых пациентов с нарушением функции НМП (стрессовым и императивным НМ) с 90-х годов XX века достаточно широкое распространение получил метод экстракорпоральной магнитной стимуляции (ЭМС). В противоположность ЭС, являющейся изученным и популярным методом в лечении этой категории пациентов, при котором происходит непосредственное возбуждение афферентных и эфферентных нервных волокон, импульсное магнитное поле (ИМП) вызывает опосредованную вторичную деполяризацию нервного волокна за счет возникающей разницы потенциалов, что ведет к дальнейшему распространению возбуждения и последующим эффектам [28, 29]. Прямая ЭС ткани запускает электрохимические реакции, которые могут быть причиной возможного повреждения тканей, а также снижают стимулирующий эффект за счет изменения импеданса. Подобных эффектов не наблюдается при воздействии магнитного поля (МП), беспрепятственно проходящего через ткани в области наложения индуктора. Таким образом, несмотря на схожие физические и биологические механизмы, магнитная стимуляция (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 напряженности электрического поля, индуцированного магнитным импульсом, намного меньше, чем при его возникновении за счет наложения поверхностных электродов при ЭС, что позволяет стимулировать глубоко залегающие структуры без боли и дискомфорта, сопряженных 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 [29].

В настоящее время механизм действия МС на физиологию НМП остается до конца не изученным. Многочисленные опубликованные данные свидетельствуют о несомненном влиянии МС на функцию НМП. При использовании МС многими исследователями был достигнут эффект лечения патогенетически разнородных форм расстройства мочеиспускания, что позволяет сделать предположение об активизации разных структур, вовлеченных в регуляцию функции НМП, при воздействии МП [30, 31]. 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 нервных систем [31]. По мнению ряда исследователей, при МС тазового дна подавление гиперактивности мочевого пузыря реализуется механизмами, аналогичными таковым при ЭС [30, 31]:

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

Результаты проведенных клинических и экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что ЭМС тазового дна обладает преимущественно нейромодулирующим действием и эффективна при ирритативных формах нарушения мочеиспускания. Таким образом, ЭМС представляет собой перспективный метод физиотерапии в реабилитации пациентов с НМ. При этом клинических данных о применении метода в педиатрической практике, опубликованных в литературных источниках, недостаточно, чем обусловлена актуальность настоящего исследования.

Цель исследования — изучение эффективности и безопасности ЭМС в комплексной реабилитации детей с НМ нейрогенного характера.

Материал и методы

Проведено открытое проспективное рандомизированное контролируемое клиническое исследование, в которое были включены 75 пациентов детского возраста (от 5 лет до 16 лет 6 мес) с нарушением мочеиспускания, получавших курс реабилитации в ГБУ МСР им. Л.И. Швецовой в период с января 2021 по февраль 2022 г. Было получено информированное согласие законного представителя ребенка и согласие самого пациента на участие в исследовании согласно Хельсинкской декларации. Проведение исследования было одобрено локальным этическим комитетом ГБУ МСР им. Л.И. Швецовой (протокол №5 от 21.12.21).

Критерии включения: пациенты детского возраста с нарушением мочеиспускания в виде клинической формы дневного (императивного) и ночного НМ, что соответствовало симптомам гиперактивного мочевого пузыря.

Критерии не включения: наличие воспалительных процессов в органах малого таза в стадии обострения; НМ вследствие воспалительных инфекционных заболеваний мочеполовой системы; наличие острых инфекционных заболеваний; имплантированные ме-

таллические предметы, не совместимые с воздействием МП; имплантированные электронные устройства, управляющие физиологическими функциями организма; новообразования или подозрение на наличие опухолевого процесса; менструация; обострение геморроя; наличие рецидивирующего тромбоза; кровотечения из органов малого таза (гематурия, метроррагия, ректальное кровотечение); наличие системных заболеваний крови; отказ от подписания информированного согласия законным представителем ребенка; отсутствие согласия ребенка на участие в исследовании.

При изучении фонового диагноза при поступлении было выявлено, что все пациенты имели нейрогенный характер НМ, что соответствовало симптомам гиперактивного мочевого пузыря: 45,2% пациентов имели диагноз ДЦП (детский церебральный паралич); в 32,4% случаях отмечалось органическое поражение ЦНС (инсульт, врожденные аномалии развития), которому в 13,2% случаев сопутствовал детский аутизм; в 22,4% случаях была диагностирована миелодисплазия, которой в 3 наблюдениях сопутствовал синдром Арнольда—Киари.

Пациенты методом случайной выборки были распределены на 2 группы. В основную группу вошли 39 детей, которые получали стандартную программу комплексной реабилитации в течение 21 сут (лечебная гимнастика, курс психологической реабилитации, лекарственный электрофорез, лазеротерапия, амплипульстерапия) и курс процедур ЭМС. Иные физиотерапевтические воздействия (электрофорез, лазеротерапия, амплипульстерапия) осуществляли на области, не связанные с НМП. Пациенты группы сравнения (36 детей) получали только стандартную программу реабилитации.

Для осуществления воздействия методом ЭМС был использован аппарат «Авантрон про». Спектр частот, реализуемых аппаратом, составляет от 1 до 100 Гц. В проведенных ранее и опубликованных клинических исследованиях применяли разные частотные параметры ЭМС, при этом значимого различия в терапевтическом эффекте при воздействии ИМП на ирритативные симптомы дисфункции НМП с разной частотой отмечено не было.

В настоящем исследовании был применен следующий протокол ЭМС: воздействие выполняли на область тазового дна (для этого ребенку предлагали разместиться на кресле, в сидение которого встроен магнитный индуктор) с частотой 5 Гц (посылка 4 с, пауза 5 с) в течение первых 5 процедур и с частотой 10 Гц (посылка 5 с, пауза 6 с) в течение последующих 5 процедур. Интенсивность воздействия подбирали индивидуально, в среднем она составляла 40% от максимально возможной мощности стимулятора 0,45 Тл (ориентиром являлось появление физических ощущений ребенка в виде вибрации). Общая продолжительность процедуры составляла 15 мин. Курс лечения — 10 процедур с кратностью 3 раза в неделю.

Перед началом лечения всем пациентам выполняли ультразвуковое исследование мочевого пузыря для исключения воспалительных изменений и наличия остаточной мочи.

Для оценки результатов курса проводимой терапии был использован дневник мочеиспускания, охватывающий 72 ч (частота мочеиспускания, объем выделенной мочи, объем потребляемой жидкости). С целью оценки ритма произвольных мочеиспусканий относительно физиологически возрастной нормы была использована таблица, разработанная А.В. Папаян и Н.Д. Савенковой (1997) [32]. Для оценки степени НМ и ее влияния на качество жизни пациентов применяли опросник по влиянию НМ на качество жизни ICIQ-SF (International Conference on Incontinence Questionnaire Short Form; Международное соглашение по вопроснику о недержании мочи) [33]. Влияние курса комплексной реабилитации на качество жизни пациентов (по мнению родителей) оценивали с помощью опросника PedsQL (Pediatric Quality of Life Inventory) для разных возрастных групп.

Статистический анализ динамики изучаемых показателей между группами производили по *T*-критерию Вилкоксона. Данные в таблицах представлены в виде квартилей и медианы. Рассмотрение взаимосвязи осуществляли с применением корреляционного анализа, с расчетом коэффициента корреляции по Спирмену. Уровень значимости различий определяли как $p \leq 0,05$.

Результаты

На этапе лечения один пациент был исключен из исследования вследствие обострения хронического воспаления НМП с высеиванием из мочи патогенной микрофлоры. Из анамнеза было известно, что за месяц до поступления ребенок получил курс лечения

на аппарате «Авантрон про» в другом лечебно-профилактическом учреждении без исследования мочи, что привело к усилению эпизодов дизурии и НМ. Это ухудшение могло быть связано с обострением хронического воспаления в стенке мочевого пузыря вследствие усиления кровоснабжения органов малого таза на фоне невыявленной инфекции НМП (что было установлено после выписки) под воздействием ЭМС. Остальные пациенты завершили курс лечения без нежелательных реакций, связанных с воздействием МС.

Анализ результатов проведенного исследования показал, что в основной группе после курса комплексной реабилитации у пациентов нормализовался ритм дневных мочеиспусканий, восстановился объем мочеиспускания. Эти изменения были достоверны. Наблюдалось существенное уменьшение частоты случаев НМ, значительное уменьшение степени тяжести НМ по данным опросника ICIQ-SF. Результаты анкетирования родителей свидетельствовали об улучшении качества жизни детей в основной группе (**табл. 1**).

В группе сравнения после стандартной программы реабилитации были получены менее значимые результаты. Отмечалась лишь тенденция улучшения ритма дневных мочеиспусканий, достоверное снижение частоты случаев НМ и коррекция степени тяжести НМ по данным опросника ICIQ-SF. По всем остальным изучаемым параметрам значимых положительных изменений не было выявлено (**табл. 1**).

Дополнительно проводили анализ результатов лечения в основной группе пациентов по подгруппам в соответствии с фоновым неврологическим диагнозом. Было выявлено, что среди детей с ДЦП отмечалось достоверное улучшение ритма суточных мочеиспусканий и увеличение объема разовой мочи. Наряду с этим наблюдалось существенное уменьшение частоты случаев НМ и степени тяжести НМ по данным опросника ICIQ-SF (**табл. 2**). Изучение результа-

Таблица 1. Динамика изучаемых показателей до и после курса реабилитации в основной группе и группе сравнения

Table 1. Dynamics of the studied indicators before and after the rehabilitation course in the main group and the comparison group

Показатель	Период	Основная группа (n=39)	Группа сравнения (n=36)
Частота дневного мочеиспускания, абс.	до	10,0 [7,0; 11,5]	10,5 [8,5; 11,3]
	после	8,0 [5,5; 9,0]*	8,5 [6,25; 9,0]*
Частота ночного мочеиспускания, абс.	до	3,0 [2,5; 4,0]	3,5 [3,0; 4,0]
	после	1,0 [0,65; 2,0]*	3,0 [3,0; 3,25]
Эпизоды НМ, абс.	до	7,0 [5,0; 10,0]	6,0 [4,5; 6,0]
	после	2,0 [0; 4,0]*	4,0 [3,5; 5,0]*
Объем разового мочеиспускания, мл	до	95,0 [80,0; 130,0]	95,0 [87,5; 95,0]
	после	125,0 [98,8; 172,5]*	95,0 [92,5; 95,0]
ICIQ-SF, баллы	до	14,5 [11,0; 18,0]	12,0 [10,3; 13,5]
	после	10,0 [8,0; 14,0]*	9,5 [7,5; 10,5]*
PedsQL, баллы	до	55,0 [46,5; 60,0]	55,0 [49,5; 61,5]
	после	56,5 [49,3; 60,8]*	55,0 [47,5; 60,5]

Примечание. * — уровень значимости межгрупповых различий до и после лечения ($p \leq 0,05$). Данные представлены в виде медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей [Q₁, 25%; Q₃, 75%].

Note. * — the reliability of intergroup differences before and after treatment was $p \leq 0.05$. The data are presented as median (Me), lower and upper quartiles [Q₁, 25%; Q₃, 75%].

тов анкетирования родителей с помощью опросника PedsQL выявило достоверно положительную динамику интегрального показателя качества жизни (табл. 2).

После курса комплексной реабилитации у пациентов с органическими поражениями ЦНС, входящих в основную группу (13 детей), было выявлено значительное уменьшение частоты суточных мочеиспусканий (табл. 3). Вместе с тем динамика показателя объема разового мочеиспускания была статистически незначимой. В этой же группе было зарегистрировано достоверное сокращение частоты случаев НМ. Комплексная реабилитация с использованием ЭМС способствовала существенному снижению степени тяжести НМ по данным опросника ICIQ-SF. При анализе данных анкетирования родителей с помощью опросника PedsQL отмечалась достоверная позитивная динамика интегрального показателя качества жизни (табл. 3).

Анализ результатов исследования у пациентов с миелодисплазией, входящих в основную группу (8 детей), выявил коррекцию ритма ночных мочеиспусканий после курса реабилитации и объема порции разовой мочи (табл. 4). Также отмечалась позитивная тенденция динамики показателя ритма дневных мочеиспусканий, однако результаты не были статистически достоверны. Курс комплексной реабилитации способствовал достоверному снижению степени тяжести НМ по данным опросника ICIQ-SF, что также сопровождалось, по мнению родителей, позитивной тенденцией повышения качества жизни пациентов, исходя из данных опросника PedsQL (табл. 4).

Для определения эффективности курса реабилитации использовали следующие критерии: результат оценивали как «хороший», если полностью прекращались эпизоды дневного и ночного НМ, а порции мо-

Таблица 2. Динамика изучаемых показателей у детей с ДПП в основной группе после курса реабилитации (n=17)

Table 2. Dynamics of the studied indicators in children with cerebral palsy in the main group after the rehabilitation course (n=17)

Показатель	До лечения	После лечения	Асимптотическая значимость (p)
Частота мочеиспускания в сутки, абс.	9,0 [7,0; 15,0]	7,0 [5,5; 11,0]	0,026*
ICIQ-SF, баллы	11,0 [11,0; 17,0]	8,5 [7,3; 12,8]	0,011*
PedsQL, баллы	48,0 [41,0; 55,0]	51,7 [36,3; 55,0]	0,048*
Объем разового мочеиспускания, мл	75,0 [57,5; 92,5]	105,0 [85,0; 120,0]	0,050*
Недержание мочи, абс.	5,0 [3,0; 8,5]	2,0 [0; 3,5]	0,038*

Примечание. * — $p \leq 0,05$.

Note. * — $p \leq 0,05$.

Таблица 3. Динамика изучаемых показателей после курса реабилитации у пациентов с органическими поражениями ЦНС в основной группе (n=13)

Table 3. Dynamics of the studied indicators after the rehabilitation course in patients with organic lesions of the central nervous system in the main group (n=13)

Показатель	До лечения	После лечения	Асимптотическая значимость (p)
Частота мочеиспускания в сутки, абс.	10 [6; 12]	8 [6; 9]	0,041*
ICIQ-SF, баллы	14 [9; 17]	10 [7; 13]	0,017*
PedsQL, баллы	58 [52; 60]	59 [54; 63]	0,038*
Недержание мочи, абс.	4,0 [3,0; 5,5]	2,0 [0; 2,5]	0,007*
Объем разового мочеиспускания, мл	135,0 [87,5; 210,0]	145,0 [97,5; 205,0]	0,498

Примечание. * — $p \leq 0,05$.

Note. * — $p \leq 0,05$.

Таблица 4. Динамика изучаемых показателей после курса реабилитации у пациентов с миелодисплазией в основной группе (n=8)

Table 4. Dynamics of the studied indicators after the rehabilitation course in patients with myelodysplasia in the main group (n=8)

Показатель	До	После	Асимптотическая значимость (p)
Частота дневного мочеиспускания, абс.	9,0 [7,5; 12,0]	6,5 [4,0; 9,75]	0,068
Частота ночного мочеиспускания, абс.	3,0 [2,0; 4,5]	1,0 [0; 1,0]	0,039*
Объем разового мочеиспускания, мл	90 [60; 130]	120 [90; 150]	0,039*
ICIQ-SF, баллы	15,5 [12,5; 18,5]	11,0 [8,75; 14,5]	0,024*
PedsQL, баллы	50,0 [45,5; 60,3]	53,0 [50,8; 60,3]	0,066

Примечание. * — $p \leq 0,05$.

Note. * — $p \leq 0,05$.

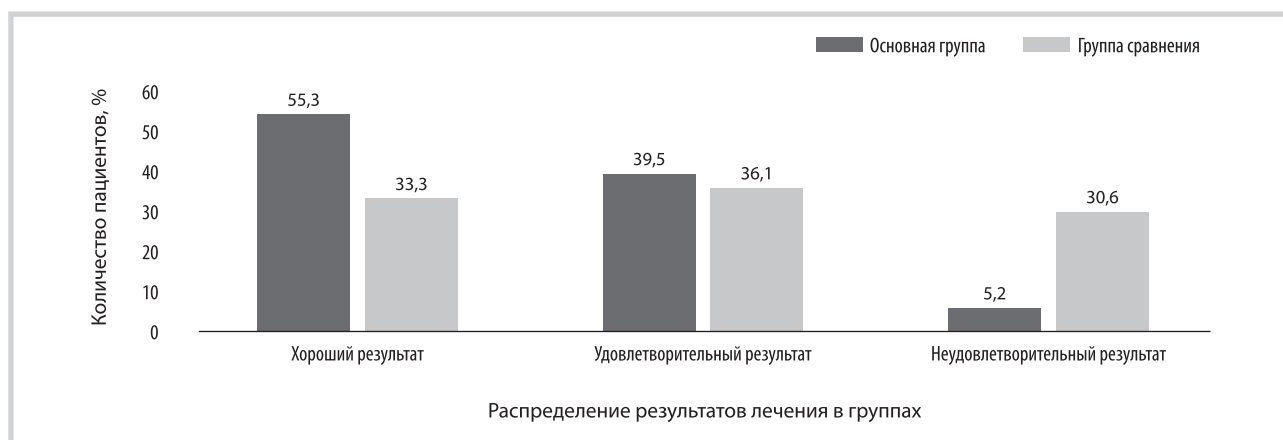


Рис. 2. Эффективность курса реабилитации пациентов детского возраста с расстройствами мочеиспускания в основной группе и группе сравнения.

Fig. 2. Effectiveness of therapy in active and control groups.

чеиспусканий соответствовали физиологически возрастной норме. Результат считали «удовлетворительным» в случае сокращения эпизодов НМ не менее чем на 50%, когда порции мочеиспусканий приближались к физиологической норме. Результат считали «неудовлетворительным» в случае полного отсутствия положительной динамики в функции тазовых органов.

Программа комплексной реабилитации с использованием ЭМС в основной группе оказалась эффективной у 94,8% больных, что было на 25,4% больше, чем в группе сравнения. Хороший результат был отмечен у 55,3% пациентов, удовлетворительный результат — у 39,5%, неудовлетворительный — у 5,2% (рис. 2). В группе сравнения, где пациенты получали стандартную комплексную программу реабилитации, у 33,3% пациентов был получен хороший результат, у 36,1% — удовлетворительный. В 30,6% случаев не удалось добиться удовлетворительного результата. Таким образом, эффективность лечения в группе сравнения составила 69,4%.

Среди пациентов с неудовлетворительным результатом (5,2% наблюдений) в основной группе большую часть составили дети с органическим поражением ЦНС. Результаты настоящего исследования показывают, что для этой категории больных, наряду с ЭМС, следует использовать поведенческую терапию «принудительных» мочеиспусканий для улучшения произвольного контроля функции НМП. Для этого необходимо определить физиологическую норму потребления жидкости с учетом массы тела ребенка. Суточный объем жидкости делится на 7—8 приемов, после чего мочеиспускание инициируется по напоминанию с интервалом 1,5—2,0 ч в зависимости от возраста ребенка и объема мочевого пузыря. Следует отметить, что режим «принудительных» мочеиспусканий в рамках поведенческой терапии назначается строго индивидуально. В дополнение к этому рекомендуется проводить обучение родителей соблюдению режима

потребления жидкости, мочеиспусканий, тренировки мочевого пузыря у ребенка в домашних условиях.

Обсуждение

НМ относится к ирритативным симптомам дисфункции НМП и является состоянием, которое в значительной мере ухудшает качество жизни пациентов педиатрического профиля независимо от пола и возраста [34, 35]. Одной из причин НМ является патология нервной системы, как продемонстрировано в настоящем исследовании: все дети в выборке имели фоновый неврологический диагноз. Среди немедикаментозных методов коррекции НМ нейрогенного характера используется МС, эффективность которой хорошо изучена среди взрослых пациентов, в то время как исследовательские работы в педиатрической практике довольно редки. В двойном слепом плацебо-контролируемом исследовании показана эффективность МС области сакральных корешков при моносимптомном энурезе у детей разного возраста [36]. Настоящая работа посвящена исследованию эффективности и безопасности применения ЭМС на область промежности у детей с НМ нейрогенного характера.

Импульсное МП при ЭМС действует локально на область промежности, при этом по механизму магнитной индукции вызывая распространение потенциала действия в нервных окончаниях. Основной мишенью при воздействии ЭМС на область тазового дна является пудендальный нерв, стимуляция которого вызывает как вторичную активацию гипогастриального нерва и симпатических влияний, так и включение центральных механизмов, вовлеченных в процесс осознанного контроля над функцией НМП [37, 38]. Общим эффектом этих воздействий является уменьшение ирритативной симптоматики в виде снижения эпизодов НМ, увеличения объема разовой мочи.

В настоящем исследовании доказана эффективность и безопасность воздействия ЭМС на область промежности при использовании оригинального протокола у детей с НМ нейрогенного характера. Клиническая эффективность была отмечена у 94,8% пациентов основной группы, что соответствовало хорошему и удовлетворительному исходу проведенного лечения. На лечение ответили пациенты с разной фоновой неврологической патологией, что указывает на общность патогенетических механизмов развития дисфункции НМП при этих состояниях и независимость конечного эффекта от базового диагноза. Тем не менее следует отметить, что среди 5,2% неудовлетворительных результатов большую часть составили дети подгруппы органического поражения ЦНС, что может быть связано как с более сложным механизмом нарушения функции НМП, так и с объемом и особенностями выборки. Вышеуказанное побуждает к продолжению исследовательской работы в этом направлении. Кроме того, представляется интересной оценка влияния ЭМС на нарушения дефекации (энкопрез и нейрогенные запоры) у данной категории пациентов.

Заключение

ЭМС области промежности представляет собой перспективный метод реабилитации детей с наруше-

нием функции тазовых органов и может рассматриваться как одно из альтернативных безопасных мероприятий в лечении этой категории больных, что позволяет уменьшить степень выраженности симптоматики. Клиническая эффективность ЭМС при нейрогенном НМ у детей составляет 94,8%. При этом все пациенты завершили курс лечения, нежелательных реакций, связанных с воздействием ЭМС, не отмечалось, что указывает на благоприятный профиль безопасности метода. На лечение в активной группе ответили пациенты с разной фоновой неврологической патологией, что указывает на общность патогенетических механизмов развития дисфункции НМП при этих состояниях и независимость конечного эффекта от базового диагноза. Планируется проведение дальнейших работ по оценке отсроченного действия метода, а также с изучением возможности его применения у детей с сочетанным нарушением функции тазовых органов: НМ и фекальной инконтиненции.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования — Н.Г. Бадалов; сбор и обработка материала — Н.Г. Бадалов, И.В. Бородулина, В.И. Ефимова; статистическая обработка данных — М.Ю. Яковлев; написание текста — И.В. Бородулина, В.И. Ефимова; редактирование — Н.Г. Бадалов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.
The authors declare no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Гусева Н.Б., Никитин С.С., Корсунский А.А., Колодяжная А.В., Хлебтутина Н.С., Яцык С.П. Результаты многоцентрового исследования по диагностике немоносимптомного энуреза у детей в различных регионах РФ. *Педиатрия им. Г.Н. Сперанского*. 2019;98(2):107-112. Guseva NB, Nikitin SS, Korsunskiy AA, Kolodyazhnaya AV, Khlebutina NS, Yatsyk SP. Results of a multicenter study on the diagnosis of non-monosymptomatic enuresis in children in various regions of the Russian Federation. *Pediatrics n.a. G.N. Speransky*. 2019;98(2):107-112. (In Russ.).
2. Моисеев А.Б., Вартанетова Е.Е., Миронов А.А., Семин С.Г. Социальные аспекты нарушений мочеиспускания неорганического генеза у детей. *Доктор.Ру*. 2020;3(19):17-23. Moiseev AB, Vartanetova EE, Mironov AA, Semin SG. Social aspects of urinary disorders of inorganic genesis in children. *Doktor.Ru*. 2020;3(19):17-23. (In Russ.). <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2020-19-3-17-23>
3. Savaser S, Kizilkaya Beji N, Aslan E, et al. The Prevalence of Diurnal Urinary Incontinence and Enuresis and Quality of Life: Sample of School. *Urology Journal*. 2018;15(4):173-179. <https://doi.org/10.22037/uj.v0i0.3982>
4. Acikgoz A, Baskaya M, Cakirli M, et al. The evaluation of urinary incontinence in secondary school children and risk factors: An epidemiological study. *International Journal of Clinical Practice*. 2021;75(10):e14657. <https://doi.org/10.1111/ijcp.14657>
5. Борисенко Л.Ю., Сивков А.В., Ромих В.В., Захарченко А.В., Пантелеев В.В., Костин А.А., Аполихин О.И. Результаты исследования метода биологической обратной связи с тестовой электростимуляцией мышц тазового дна в качестве монотерапии и в сочетании с экстракорпоральной магнитной стимуляцией мышц тазового дна при функциональной инфравезикальной обструкции у женщин. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2019;2:146-151. Borisenko LYu, Sivkov AV, Romih VV, Zaharchenko AV, Panteleev VV, Kostin AA, Apolihin OI. The results of the study of the biofeedback method with test electrical stimulation of the pelvic floor muscles as monotherapy and in combination with extracorporeal magnetic stimulation of the pelvic floor muscles in functional infravesical obstruction in women. *Ekspperimental'naya i klinicheskaya urologiya*. 2019;2:146-151. (In Russ.). <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2019-11-2-146-150>
6. Хамидов Б.Х., Хуррамов Ф.М., Назаров Н.Н., Назирова М.Х. Комплексная диагностика и лечение недержания мочи у детей. *Вестник врача*. 2020;1(1):84-86. Hamidov BH, Hurramov FM, Nazarov NN, Nazirova MH. Comprehensive diagnosis and treatment of urinary incontinence in children. *Journal bulletin of the doctor*. 2020;1(1):84-86. (In Russ.). <https://doi.org/10.38095/2181-466X-2020931-83-85>
7. Kavia R, DasGupta R, Fowler CJ. Functional imaging and central control of the bladder. *The Journal of Comparative Neurology*. 2005;493:27-32. <https://doi.org/10.1002/cne.20753>
8. Wiseman OJ, Fowler CJ, Landon DN. The role of the human bladder lamina propria myofibroblast. *International British Journal of Urology*. 2003;91:89-93. <https://doi.org/10.1046/j.1464-410x.2003.03802.x>
9. Morrison J. *Incontinence*. Jersey: Health Publications Ltd; 2005.
10. Milsom I, Abrams P, Cardozo L, et al. How widespread are the symptoms of an overactive bladder and how are they managed? A population-based prevalence study. *International British Journal of Urology*. 2001;87:760-766. <https://doi.org/10.1046/j.1464-410x.2001.02228.x>
11. Janig W, Morrison JF. Functional properties of spinal visceral afferents supplying abdominal and pelvic organs, with special emphasis on visceral nociception. *Progress in Brain Research*. 1986;67:87-114. [https://doi.org/10.1016/s0079-6123\(08\)62758-2](https://doi.org/10.1016/s0079-6123(08)62758-2)
12. 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>
13. de Groat WC. *Female Urology*. Philadelphia: Saunders; 1996.

14. Сафиуллина Г.И., Якупов Р.А., Сафиуллина А.А. Нейрофизиологические аспекты энуреза у детей. *Российский остеопатический журнал*. 2020;1-2:58-65.
15. Birder LA, Kanai AJ, de Groat WC, et al. Vanilloid receptor expression suggests a sensory role for urinary bladder epithelial cells. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2001;98:13396-13401.
16. de Groat WC. The urothelium in overactive bladder: passive bystander or active participant? *Urology*. 2004;64(suppl 1):7-11.
17. Apodaca G. The uroepithelium: not just a passive barrier. *Traffic*. 2004;5:117-128.
18. Ferguson DR, Kennedy I, Burton TJ. ATP is released from rabbit urinary bladder cells by hydrostatic pressure changes—a possible sensory mechanism? *The Journal of Physiology*. 1997;505:503-511.
19. Birder LA, de Groat WC. Mechanisms of disease: involvement of the urothelium in bladder dysfunction. *Nature Clinical Practice Urology*. 2007;4:46-54.
20. de Groat WC, Booth AM, Yoshimura N. *Nervous Control of the Urogenital System (Autonomic Nervous System)*. London: Harwood Academic Publishers; 1993.
21. Сысой Т.С., Якубович Н.А. Применение магнитной стимуляции при заболеваниях органов мочеполовой системы в условиях санатория. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии: сборник научных статей XI Международная научно-техническая конференция. Минск. 2018.
22. Моисеев А.Б., Миронов А.А., Кольбе О.Б., Вартапетова Е.Е., Полунина В.В., Аль Сабунчи А.А., Полунин В.С., Буслаева Г.Н. Нарушения мочеиспускания и сочетанные нарушения функции тазовых органов у детей: подходы к диагностике, лечению и профилактике. *Вестник Российского государственного медицинского университета*. 2018;5:62-67.
23. Тищенко Г.Е., Бородулина И.В., Салюков Р.В., Рачин А.П. Нейрогенные расстройства мочеиспускания при травме позвоночника и спинного мозга: взгляд невролога и уролога. *Русский медицинский журнал*. 2017;9:653-656.
24. Митюреева И.А., Майданник В.Г., Демчук С.М. Оценка эффективности и безопасности использования нового комплексного подхода лечения различных клинических форм энуреза у детей. *Педиатрия. Восточная Европа*. 2018;6(2):335-348.
25. Nevés T, Gontard A, Hoebeke P, et al. The standardization of terminology of lower urinary tract function in children and adolescents: report from the standardisation committee of the International Children's Continence Society (ICCS). *The Journal of Urology*. 2006;176:314-324.
26. Морозов В.И., Байбиков Р.С., Закиров А.К., Юльметов Г.А. Лечение нейрогенной дисфункции мочевого пузыря и вторичного энуреза у детей и подростков. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2018;4:104-109.
27. Григорьев К.И., Богомаз Л.В., Соловьева А.Л., Вартапетова Е.Е. Энурез у детей: ответы на актуальные вопросы. *Медицинская сестра*. 2020;2:34-42.
28. Гаврусев А.А., Лосицкий К.Г. Экстракорпоральная импульсная магнитная терапия: результаты и перспективы применения в урологической практике. *Медицинские новости*. 2017;1:50-52.
29. Barker AT. An introduction to the basic principles of magnetic nerve stimulation. *Journal of Clinical Neurophysiology*. 1991;8(1):26-37.
30. Пушкарь Д.Ю., Куликов А.Г., Касян Г.Р. Экстракорпоральная магнитная стимуляция нервно-мышечного аппарата тазового дна в урологической практике. М. 2017.
31. 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.
32. Tkachuk EA, Martynovich NN. Age-related features of the urinary system in children. *Research methodology. Semiotics of violations*. Irkutsk: IGMU; 2020.
33. Avery K, Donovan J, Peters T, et al. ICIQ: a brief and robust measure for evaluating the symptoms and impact of urinary incontinence. *Neurourology and Urodynamics*. 2004;23(4):322-330.
34. Szymanski KM, Cain MP, Whittam B, et al. Incontinence affects health-related quality of life in children and adolescents with spina bifida. *Journal of Pediatric Urology*. 2018;14(3):279.e1-279.e8.
35. Rangel RA, Seabra CR, Ferrarez CEPF, et al. Quality of life in enuretic children. *International Brazilian Journal of Urology*. 2021;47(3):535-541.
36. Колгаева Д.И., Конева Е.С., Шаповаленко Т.В. Новейшие технологии электромагнитной терапии в комплексном лечении стрессового недержания мочи у женщин. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2018;17(6):305-311.
37. Ремнева О.В., Иванюк И.С., Гальченко А.И. Дисфункция тазового дна у женщин: современные представления о проблеме (обзор литературы). *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2022;7(1):92-101.
38. Амдид Р.Э., Аль-Шукри С.Х., Кузьмин И.В., Макеев В.А., Созданов П.В. Экстракорпоральная магнитная стимуляция в урологии. *Урологические ведомости*. 2021;11(4):345-353.

Поступила 01.03.2023

Received 01.03.2023

Принята в печать 08.05.2023

Accepted 08.05.2023