



ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ РЕКТАЛЬНАЯ АМПУЛЯРНАЯ МАНОМЕТРИЯ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ЛИПОМ КОНУСА СПИННОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ

К.В. Сысоев, К.А. Самочерных, В.А. Хачатрян

Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия

Цель исследования. Оценка возможности применения интраоперационной ректальной ампулярной манометрии для профилактики нарушения функции мочевого пузыря при хирургическом лечении липом конуса спинного мозга.

Материал и методы. Изучены результаты хирургического лечения 59 детей с липомами конуса спинного мозга. До и после операции оценивали наличие у больных урологической симптоматики (задержка или недержание мочи). В 22 случаях проводили интраоперационную ректальную ампулярную манометрию, при которой регистрировали признаки раздражения (повышение давления в ампуле прямой кишки) и депрессии (снижение давления в ампуле прямой кишки) сакральных парасимпатических центров, что позволяло контролировать их близость и толерантность к проводимым манипуляциям.

Результаты. Урологическая симптоматика до операции выявлена у 25 (42 %) больных: симптомы задержки мочи — у 7 (28 %), симптомы недержания — у 18 (72 %). Симптоматику достоверно чаще выявляли у детей старше 3 лет ($p < 0,05$). Интраоперационно при биполярной коагуляции отмечали преходящее снижение давления в ампуле прямой кишки, а в условиях применения ультразвуковой дезинтеграции — снижение давления в ампуле прямой кишки. Наиболее выраженные изменения давления наблюдали при манипуляциях вдоль границы липомы и спинного мозга — в зоне локализации сакральных парасимпатических центров. Стойкие выраженные изменения давления (>3 мм рт. ст.) обусловили невозможность тотального удаления липомы у всех 22 больных; субтотальное или частичное удаление и устранение фиксации спинного мозга достигнуто во всех случаях. Ни у одного больного, оперированного с применением ректальной ампулярной манометрии, не отмечено задержки мочи после операции, при отсутствии ее применения указанные нарушения развились у 12 (32 %) оперированных детей ($p < 0,05$).

Заключение. Парез либо паралич детрузора мочевого пузыря после удаления липомы конуса спинного мозга может быть следствием прямого повреждения парасимпатических сакральных центров, расположенных на границе липомы и спинного мозга. Метод интраоперационной ректальной ампулярной манометрии позволяет предохранить функции тазовых органов и определить безопасный объем резекции липомы.

Ключевые слова. Липома конуса спинного мозга, липомиеломенингоцеле, фиксированный спинной мозг, хирургическое лечение, интраоперационный мониторинг, ректальная манометрия.

Для цитирования: Сысоев К.В., Самочерных К.А., Хачатрян В.А. Интраоперационная ректальная ампулярная манометрия при хирургическом лечении липом конуса спинного мозга у детей // Хирургия позвоночника. 2019. Т. 16. № 3. С. 55–61.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2019.3.55-61>.

INTRAOPERATIVE RECTAL AMPULLAR MANOMETRY IN SPINAL CORD CONUS LIPOMA SURGERY IN CHILDREN

K.V. Sysoev, K.A. Samochernykh, W.A. Khachatryan

Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russia

Objective. To assess a potential of using intraoperative rectal ampullar manometry to prevent bladder dysfunction in surgical treatment of the spinal cord conus lipoma.

Material and Methods. The results of surgical treatment of 59 children with lipomas of the spinal cord conus were studied. The presence of urological symptoms (urinary retention or incontinence) was assessed before and after surgery. Intraoperative rectal ampullar manometry was performed in 22 cases with registration of signs of irritation (increased pressure in the rectal ampulla) and depression (decreased pressure in the rectal ampulla) of sacral parasympathetic centers which allowed controlling their proximity and tolerance to the performed manipulations.

Results. Urological symptoms before surgery were detected in 25 (42 %) patients: urinary retention in 7 (28 %), and incontinence in 18 (72 %). Symptoms were significantly more often detected in children older than 3 years ($p < 0.05$). Intraoperatively, a transient decrease in pressure in the rectal ampulla was noted during bipolar coagulation, and a decrease in pressure in the rectal ampulla was noted during ultrasound disintegration. The most pronounced changes in pressure were observed during manipulations along the borderline between the lipoma and the spinal cord in the zone of localization of sacral parasympathetic centers. Persistent profound changes in pressure

(>3 mm Hg) have precluded from the total removal of lipoma in all 22 patients; subtotal or partial lipoma removal and release of the tethered spinal cord were achieved in all cases. None of the patients operated on using rectal ampullar manometry presented urinary retention after surgery, these disorders developed in 12 (32 %) children operated on without this procedure ($p < 0.05$).

Conclusion. Paresis or paralysis of the bladder detrusor after removal of the spinal cord conus lipoma may result from direct damage to the parasympathetic sacral centers located at the borderline between the lipoma and the spinal cord. The method of intraoperative rectal ampullar manometry allows protecting the functions of the pelvic organs and determining the safe volume of lipoma resection.

Key Words: spinal cord conus lipoma, lipomyelomeningocele, tethered cord syndrome, surgical treatment, intraoperative monitoring, rectal manometry.

Please cite this paper as: Sysoev KV, Samochernykh KA, Khachatryan WA. Intraoperative rectal ampullar manometry in spinal cord conus lipoma surgery in children. *Hir. Pozvonoc.* 2019; 16(3):55–61. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2019.3.55-61>.

Несмотря на то что удаление липом конуса спинного мозга при лечении детей с синдромом фиксированного спинного мозга является одной из технологически стандартных и часто выполняемых детскими нейрохирургами операций, до сих пор вызывает дискуссию определение оптимального объема опухолевой резекции [1, 2]. Известны преимущества тотального удаления липомы [3], которое, однако, может привести к параличу детрузора мочевого пузыря, развивающегося, как полагают, в результате повреждения функционально значимых корешков и/или задних столбов спинного мозга [4–6]. Для профилактики этих осложнений предложены различные методы интраоперационного нейрофизиологического мониторинга, применение которых впоследствии оказалось ограничено. Так, стимуляционное картирование корешков спинного мозга не обеспечивает непрерывности мониторинга, вызванные потенциалы, в том числе бульбокавернозный рефлекс, зачастую не воспроизводимы у детей и симптоматичных пациентов [6, 7], а прямое интраоперационное уродинамическое исследование сопровождается существенными техническими трудностями в виде задержки ответа на стимуляцию и необходимости учета изменений внутрибрюшного давления [6, 8, 9].

Справедливо предположить, что обоснованное ограничение объема резекции опухоли при ее максимально возможном удалении может снизить риск развития нейроурологических осложнений. Интраоперационную ректальную манометрию ранее

использовали только с целью локализации крестцовых корешков спинного мозга, для чего баллон-датчик помещали на уровне анального канала [10–12]. С учетом того, что наружный и внутренний сфинктеры прямой кишки имеют перекрестную иннервацию, в дальнейшем эта методика была заменена игольчатой электромиографией с наружного сфинктера [13]. При этом электромиография с наружного сфинктера прямой кишки позволяла мониторировать функцию ректальных и уретральных сфинктеров, но не детрузора мочевого пузыря [8].

Показанием к настоящему исследованию послужило единство парасимпатической сегментарной иннервации ампулы прямой кишки и детрузора мочевого пузыря, что позволяет использовать метод интраоперационной ампулярной ректальной манометрии для обоснования ограничения радикальности нейрохирургического вмешательства (subtotalного удаления липомы) в плане его функциональной дозволенности (профилактики нейроурологических осложнений).

Цель исследования – оценка возможности применения интраоперационной ректальной ампулярной манометрии для профилактики нарушения функции мочевого пузыря при хирургическом лечении липом конуса спинного мозга.

Дизайн исследования: ретроспективно-проспективное, моноцентровое исследование типа «группа-контроль» с последовательным формированием групп сравнения.

Материал и методы

Проанализированы результаты хирургического лечения 59 детей с липомой конуса спинного мозга в отделении нейрохирургии детского возраста РНХИ им. проф. А.Л. Поленова (с 2014 г. – филиал НМИЦ им. В.А. Алмазова) в 2004–2018 гг. В исследование включены больные с дорсальной, переходной и каудальной формами липомы конуса спинного мозга (классификация Charman, 1982). Распределение исследуемых пациентов по возрасту представлено в табл. 1.

Основание к проведению операции – выявление у ребенка синдрома фиксированного спинного мозга в виде сочетания нарушений чувствительности, слабости и деформации нижних конечностей, а также нарушения функции тазовых органов.

До и после операции оценивали наличие у пациентов урологической симптоматики в виде задержки или недержания мочи (табл. 2, 3). При этом в рамках настоящего исследования анализировали только один фак-

Таблица 1

Распределение исследуемых пациентов по возрасту

Возраст, лет	Пациенты, n
До 1 года	19
От 1 до 3	13
От 3 до 6	11
От 6 до 10	4
От 10 до 14	9
От 14 до 17	3

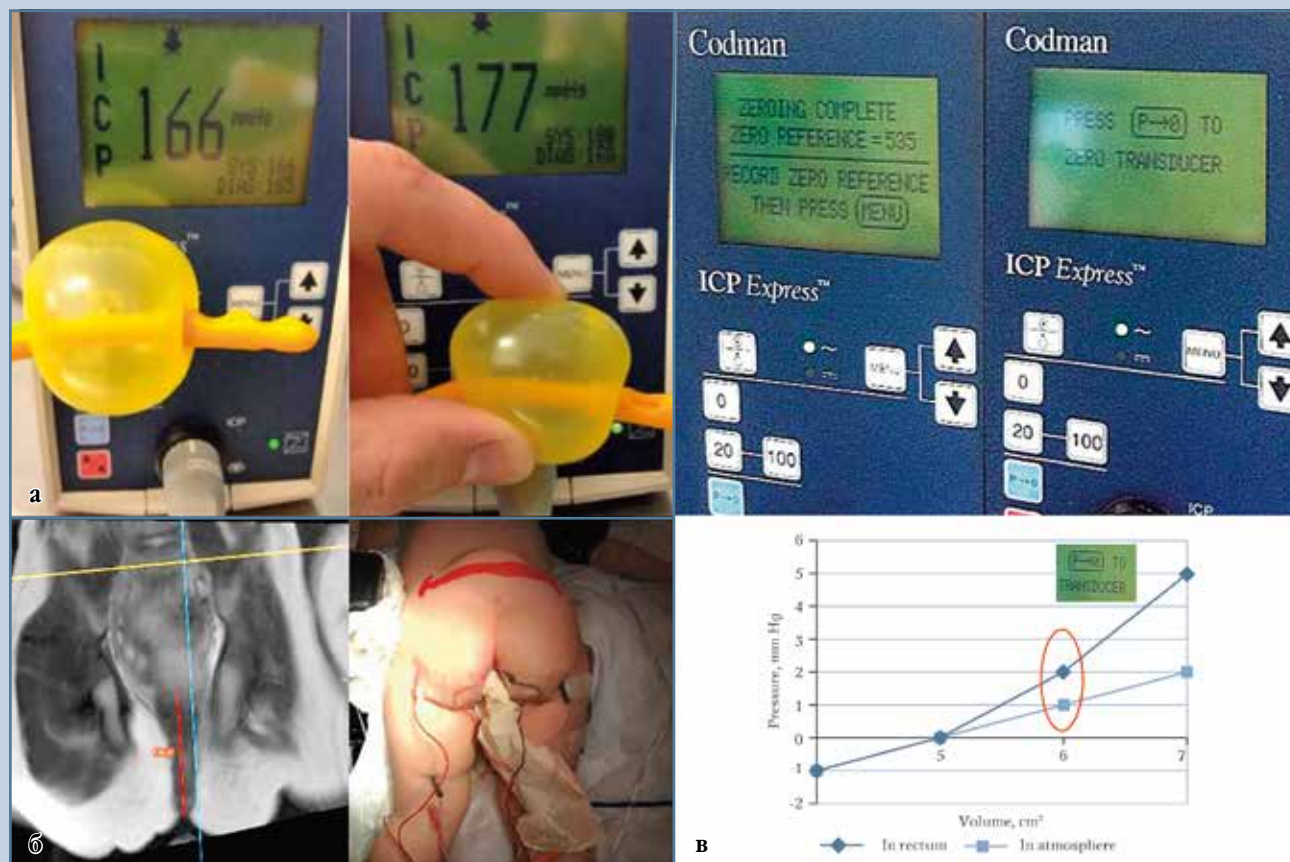


Рис. 1

Тестирование баллона с датчиком давления (а), измерение глубины имплантации баллона-катетера на основании данных МРТ в коронарной проекции (б) и калибровка датчика (в): при введении 5 мл воды начальное давление P0 составило 535 мм рт. ст., диссоциация соотношения «объем – давление» достигнута при введении в баллон 6 мл физиологического раствора

тор – послеоперационное изменение урологического статуса в виде появления симптомов задержки мочи.

Во всех случаях в ходе операции использовали микрохирургическую технику удаления липомы с применением ультразвукового деструктора и стимуляционного картирования корешков спинного мозга. До 2015 г. операции выполняли с тотальным или субтотальным удалением липомы (37 из 59 анализируемых пациентов). Интраоперационную ректальную ампулярную манометрию начали применять с 2015 г. и выполнили 22 больным.

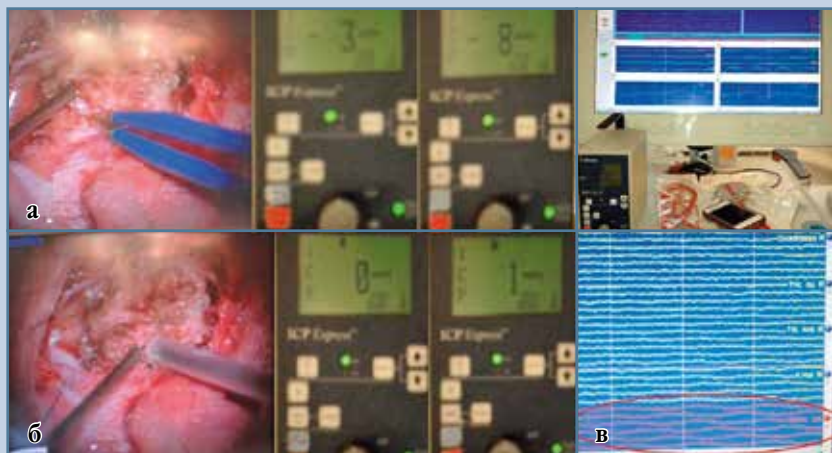
Полученные группы сравнения (с применением и без применения ректальной манометрии) оказались

сопоставимы по количеству пациентов, возрастному составу и степени выраженности урологической симптоматики, выявляемой до операции.

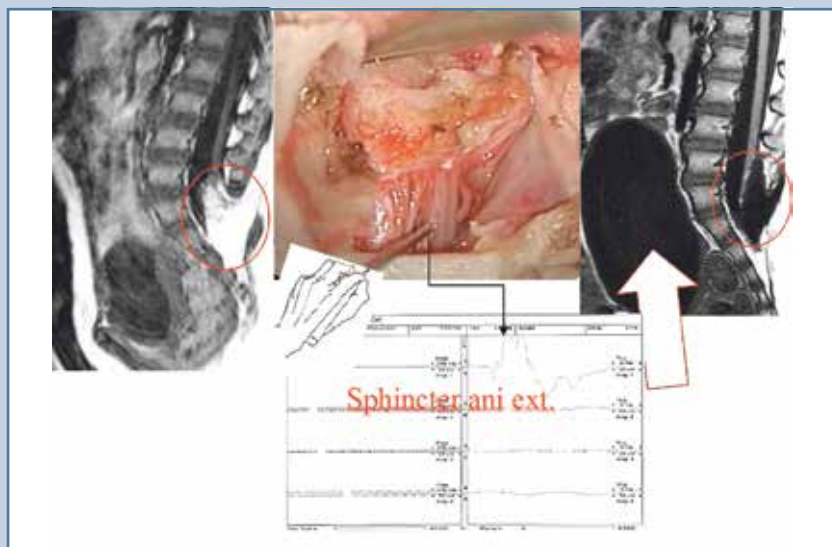
Техника манометрии. В ходе исследования баллон-катетер (катетер Фолея) с датчиком давления (микро-сенсор для мониторинга внутричерепного давления, Codman) вводили в ампулу прямой кишки. Предварительно осуществляли тестирование датчика (рис. 1а). Глубину имплантации баллона-катетера определяли по данным МРТ в коронарной проекции (рис. 1б). С целью калибровки датчика измеряли давление при введении в баллон 5 мл воды в условиях атмосферного давления (порядка 531–535 мм рт. ст.). Данный показатель

фиксируем как исходный уровень давления нажатием клавиши «P→0» на панели прибора. После этого последовательно болюсно вводили физиологический раствор по 1 мл и фиксировали изменения давления, оказываемого на датчик. После имплантации баллон также последовательно наполняли физиологическим раствором до уровня, при котором наступала диссоциация соотношения «объем – давление» в условиях атмосферного и при интаректальном расположении баллона (рис. 1в). Это было необходимо для обеспечения эластичного контакта баллона со стенкой кишки.

Далее учитывали отклонения величины давления относительно достигнутого при эластичном контакте

**Рис. 2**

Изменения давления при коагуляции (а) и ультразвуковой дезинтеграции (б), отсутствие моторных ответов с наружного анального сфинктера прямой кишки по данным игольчатой миографии (в)

**Рис. 4**

Пациент 1,5 года с умеренным двигательным дефицитом без урологической симптоматики: тотальное удаление липомы под контролем интраоперационного стимуляционного картирования крестцовых корешков (в центре), паралич детрузора после операции

баллона со стенкой прямой кишки – давление в точке диссоциации соотношения «объем – давление». На основании регистрируемых изменений давления во время операции предпо-

ложительно судили о раздражении (повышение давления) или депрессии (снижение давления) функции крестцовых парасимпатических центров, что делало возможным оценить бли-

**Рис. 3**

Пациент 2 мес. с деформацией стоп, без урологической симптоматики: частичная резекция липомы под контролем ректальной манометрии, устранение фиксации спинного мозга, 4 года без симптомов после операции

зость их расположения и переносимость ими проводимых манипуляций. Во всех случаях манипуляции прекращались до восстановления начальных показателей давления. Так осуществлялся непрерывный мониторинг сократительной активности гладкой мускулатуры ампулы прямой кишки.

Все методы, применяемые во время операции, одобрены этическим комитетом учреждения, и от всех пациентов, участвующих в этом исследовании, или их законных представителей получено информированное согласие. Эффективность метода подтверждена статистическим анализом: применяли χ^2 -тест Пирсона, критерий Фишера, значение $p < 0,05$ считали статистически значимым.

Результаты и их обсуждение

Патологическую урологическую симптоматику выявили у 25 (42 %) пациентов: симптомы задержки – у 7 (28 %), недержания – у 18 (72 %), при этом симптоматичными достоверно чаще были дети старше трех лет ($p < 0,05$). После операции симптомы задержки мочи развились у 12 (32 %) из 37 больных, оперированных без применения ректальной манометрии. Ни у одного

Таблица 2

Характеристика пациентов, оперированных без применения ректальной ампулярной манометрии

Пациенты	Возраст, мес.	До операции	После операции
1-й	1	I	I
2-й	1	I	I
3-й	3	N	N
4-й	3	N	R
5-й	5	N	N
6-й	5	N	N
7-й	6	N	N
8-й	7	N	R
9-й	8	I	I
10-й	8	N	R
11-й	10	N	R
12-й	10	N	R
13-й	16	N	N
14-й	23	N	R
15-й	24	N	R
16-й	28	I	R
17-й	31	N	R
18-й	36	I	R
19-й	36	N	R
20-й	39	R	R
21-й	47	N	R
22-й	48	I	I
23-й	48	N	N
24-й	50	N	N
25-й	72	I	I
26-й	72	I	R
27-й	72	I	I
28-й	84	N	N
29-й	84	N	R
30-й	120	I	I
31-й	120	R	R
32-й	120	N	I
33-й	120	N	N
34-й	132	I	I
35-й	144	N	N
36-й	156	R	R
37-й	216	R	R

N — без урологической симптоматики; R — задержка мочи;
I — недержание мочи.

оперированного с применением ректальной ампулярной манометрии подобные нарушения отмечены не были. Разница в группах статистически достоверна ($p < 0,05$). Характерно, что при операции отмечались разнонаправленные изменения ректального давления при биполярной коагуляции и ультразвуковой дезинтеграции: в первом случае регистрировалось понижение давления, во втором – его повышение, при этом корреляции изменений давления и

Таблица 3

Характеристика пациентов, оперированных с применением ректальной ампулярной манометрии

Пациенты	Возраст, мес.	До операции	После операции
1-й	2	N	N
2-й	2	N	N
3-й	4	I	I
4-й	4	N	N
5-й	5	N	N
6-й	8	N	N
7-й	8	N	N
8-й	14	N	N
9-й	15	R	R
10-й	16	N	N
11-й	19	N	N
12-й	33	R	N
13-й	33	N	N
14-й	45	N	N
15-й	48	I	I
16-й	48	I	I
17-й	96	I	I
18-й	108	I	I
19-й	120	I	I
20-й	156	R	R
21-й	180	I	I
22-й	204	N	N

N — без урологической симптоматики; R — задержка мочи;
I — недержание мочи.

моторных ответов с наружного сфинктера прямой кишки не отмечено (рис. 2).

Наиболее выраженные изменения давления наблюдали при манипуляциях на границе липомы и спинного мозга – в зоне локализации сакральных парасимпатических центров боковых рогов спинного мозга. Стойкое выраженное повышение давления (более чем на 3 мм рт. ст.) обусловливало невозможность тотального удаления липомы у 22 больных, которым выполняли ректальную ампулярную манометрию, однако субтотальное или парциальное удаление позволило устранить фиксацию спинного мозга во всех этих случаях, в результате чего получен положительный результат со стороны ортопедической симптоматики.

Рис. 3 иллюстрирует частичное удаление липомы с хорошим клиническим эффектом, рис. 4 – тотальное удаление липомы, сопровождавшееся развитием послеоперационных урологических осложнений.

Раневых осложнений, влиявших на неврологический исход операции (гематомы, нагноения), не было. Характерно, что урологическая симптоматика, имевшаяся у детей до операции, не изменилась после операции в обеих группах (табл. 2, 3).

Проблемы хирургического лечения липом конуса спинного мозга у детей регулярно обсуждаются на международных конгрессах детских нейрохирургов, причем микрохирургическая техника выполнения самой операции многократно описана в литературе, а развитие раневых осложнений сопоставимо в крупных сериях наблюдений и не рассматривается в качестве причины очаговых неврологических осложнений, в том числе нейрогенных нарушений тазовых функций [3, 4, 6]. Таким образом, наиболее обсуждаемым вопросом остается определение предпочтительного (радикального или парциального) объема удаления липомы конуса спинного мозга с точки зрения функционального исхода операции. При этом любые новые данные, касающиеся возможных механизмов развития послеоперационных осложнений, представляют научную ценность.

Несмотря на частоту неврологических осложнений в хирургии липом конуса спинного мозга – примерно 5 % [3, 4, 6], установлено, что до 80 % асимптомных больных имеют аномальную уродинамику, а ухудшение уродинамики после операции может выявляться у 20 % больных [14, 15]. Известно, что регуляция непроизвольных функций мочевого пузыря и прямой кишки носит перекрестный реципрокный характер и на сегментарном уровне осуществляется поясничным симпатическим и крестцовым парасимпатическим центрами. Симпатические центры отвечают за сокращение сфинктеров мочевого пузыря и прямой кишки, обеспечивая удержание мочи и кала, а парасимпатические – стимулируют сократительную активность детрузора и ампулы прямой кишки, вызывая микцию и дефекацию [3]. Причиной наиболее частого осложнения в виде развития паралича/пареза детрузора мочевого пузыря, на наш взгляд, являются дизэмбриогенетические особенности формирования липом конуса спинного мозга, поскольку опухолевая инвазия раскрытой невралной плакиды происходит как раз на уровне расположе-

ния парасимпатических сакральных центров, осуществляющих регуляцию функции тазовых органов [5, 16, 17]. По нашему мнению, паралич/парез детрузора мочевого пузыря после удаления липомы конуса спинного мозга может быть результатом прямого повреждения центров, расположенных в боковых рогах спинного мозга, а не корешков или задних столбов спинного мозга, как считалось ранее [6]. Ректальная ампулярная манометрия позволила регистрировать признаки раздражения и подавления парасимпатических сакральных центров в ходе удаления липомы конуса спинного мозга, выражавшиеся в повышении и понижении давления, оказываемого стенкой кишки на баллон-катетер. Таким образом, постоянный интраоперационный контроль функции парасимпатических сакральных центров позволил избежать их повреждения за счет отказа от тотального удаления липомы. Техническая простота позволяет считать ректальную ампулярную манометрию эффективным методом интраоперационного контроля тазовых функций при микрохирургическом удалении липом конуса спинного мозга у детей, открывая для врачей-нейрохирургов более широкие возможности безопасного проведения операций без необходимости применения избыточных методик и дорогостоящих аппаратов мониторинга.

Заключение

Парез или паралич детрузора после удаления липомы конуса спинного мозга может быть следствием прямого повреждения парасимпатических сакральных центров, расположенных на границе спинного мозга и липомы. Их функции возможно мониторировать интраоперационно путем ректальной ампулярной манометрии. Этот метод может быть средством предохранения функции мочевого пузыря и прямой кишки и определения безопасного объема резекции липомы.

Снижение риска указанных осложнений возможно при обоснованном отказе от тотального удаления липомы.

Применение интраоперационной ректальной ампулярной манометрии при таких операциях обеспечивает интраоперационный контроль безопасного объема удаления липомы, позволяя предотвратить развитие послеоперационных нарушений функции мочевого пузыря. Разумная достаточность при удалении липом в этом случае обеспечивает лучшие функциональные результаты, чем тотальное удаление липомы.

Ограничения исследования.

1. В рамки исследования не входило изучение таких осложнений удаления липом конуса спинного мозга, как нарушения дефекации. Аналогичные задержке мочи нарушения дефекации в виде запоров не имеют столь важного клинического значения и чаще протекают скрытно. Тем не менее схожесть патогенеза позволяет предположить, что предложенный метод позволит снизить риск и таких осложнений.

2. Исследование не ставило целью изучить эффективность восстановительного лечения и отдаленные исходы нейроурологических осложнений при удалении липом конуса спинного мозга.

3. Несомненный интерес для последующих исследований в рамках функциональной спинальной нейрохирургии может вызвать разнонаправленность изменений ректального давления в ответ на манипуляции, выполняемые биполярным коагулятором и ультразвуковым деструктором. Мы лишь констатировали эти различия.

Авторы выражают искреннюю благодарность проф. И.Б. Осипову – заведующему кафедрой урологии Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета и проф. С.Н. Ларионову – ведущему научному сотруднику научно-клинического отдела нейрохирургии Иркутской областной детской клинической больницы за помощь и консультации в процессе подготовки статьи.

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

1. Hoving EW, Haitsma E, Oude Ophuis CM, Journee HL. The value of intraoperative neurophysiological monitoring in tethered cord surgery. *Childs Nerv Syst.* 2011;27:1445–1452. DOI: 10.1007/s00381-011-1471-4.
2. Kulkarni AV, Pierre-Kahn A, Zerah M. Conservative management of asymptomatic spinal lipomas of the conus. *Neurosurgery.* 2004;54:868–873. DOI: 10.1227/01.neu.0000114923.76542.81.
3. Pang D, Zovickian J, Oviedo A. Long-term outcome of total and near-total resection of spinal cord lipomas and radical reconstruction of the neural placode, part II: outcome analysis and preoperative profiling. *Neurosurgery.* 2010;66:253–272. DOI: 10.1227/01.NEU.0000363598.81101.7B.
4. La Marca F, Grant JA, Tomita T, McLone DG. Spinal lipomas in children: outcome of 270 procedures. *Pediatr Neurosurg.* 1997;26:8–16. DOI: 10.1159/000121155.
5. Morota N, Ihara S, Ogiwara H. New classification of spinal lipomas based on embryonic stage. *J Neurosurg Pediatr.* 2017;19:428–439. DOI: 10.3171/2016.10.PEDS16247.
6. Pierre-Kahn A, Zerah M, Renier D, Cinalli G, Sainte-Rose C, Lellouch-Tubiana A, Brunelle F, Le Merrer M, Giudicelli Y, Pichon J, Kleinknecht B, Nataf F. Congenital lumbosacral lipomas. *Childs Nerv Syst.* 1997;13:298–334. DOI: 10.1007/s003810050090.
7. Deletis V, Vodusek DB. Intraoperative recording of the bulbocavernosus reflex. *Neurosurgery.* 1997;40:88–92. DOI: 10.1097/00006123-199701000-00019.
8. Schaan M, Boszczyk B, Jaksche H, Kramer G, Gunther M, Stohrer M. Intraoperative urodynamics in spinal cord surgery: a study of feasibility. *Eur Spine J.* 2004;13:39–43. DOI: 10.1007/s00586-003-0619-7.
9. Shinomiya K, Fuchioka M, Matsuoka T, Okamoto A, Yoshida H, Mutoh N, Furuya K, Andoh M. Intraoperative monitoring for tethered spinal cord syndrome. *Spine.* 1991;16:1290–1294.
10. James HE, Mulcahy JJ, Walsh JW, Kaplan GW. Use of anal sphincter electromyography during operations on the conus medullaris and sacral nerve roots. *Neurosurgery.* 1979;4:521–523. DOI: 10.1227/00006123-197906000-00005.
11. Pang D, Casey K. Use of an anal sphincter pressure monitor during operations on the sacral spinal cord and nerve roots. *Neurosurgery.* 1983;13:562–568. DOI: 10.1227/00006123-198311000-00013.
12. Ikeda K, Kubota T, Kashiwara K, Yamamoto S. Anorectal pressure monitoring during surgery on sacral lipomeningocele. Case report. *J Neurosurg.* 1986;64:155–156. DOI: 10.3171/jns.1986.64.1.0155.
13. Sorensen M, Tetzschner T, Rasmussen OO, Christiansen J. Relation between electromyography and anal manometry of the external anal sphincter. *Gut.* 1991;32:1031–1034. DOI: 10.1136/gut.32.9.1031.
14. Houser EE, Bartholomew TH, Cookson MS, Marlin AE, Little NA. A prospective evaluation of leak point pressure, bladder compliance and clinical status in myelodysplasia patients with tethered spinal cords. *J Urol.* 1994;151:177–180. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)34910-8.
15. Meyrat BJ, Tercier S, Lutz N, Rilliet B, Forcada-Guex M, Vernet O. Introduction of a urodynamic score to detect pre- and postoperative neurological deficits in children with a primary tethered cord. *Childs Nerv Syst.* 2003;19:716–721. DOI: 10.1007/s00381-003-0829-7.
16. Fowler CJ, Griffiths D, de Groat WC. The neural control of micturition. *Nat Rev Neurosci.* 2008;9:453–466. DOI: 10.1038/nrn2401.
17. Antherieu P, Levy R, De Saint Denis T, Lohkamp L, Paternoster G, Di Rocco F, Boddaert N, Zerah M. Diffusion tensor imaging (DTI) and Tractography of the spinal cord in pediatric population with spinal lipomas: preliminary study. *Childs Nerv Syst.* 2019;35:129–137. DOI: 10.1007/s00381-018-3935-2.

Адрес для переписки:

Сысоев Кирилл Владимирович
197341, Россия, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, 2,
НМИЦ им. В.А. Алмазова,
sysoev.rnsi@mail.ru

Address correspondence to:

Sysoev Kirill Vladimirovich
Almazov National Medical Research Centre
2 Akkuratova street, St. Petersburg 197341, Russia,
sysoev.rnsi@mail.ru

Статья поступила в редакцию 22.07.2019

Рецензирование пройдено 01.08.2019

Подписано в печать 12.08.2019

Received 22.07.2019

Review completed 01.08.2019

Passed for printing 12.08.2019

Кирилл Владимирович Сысоев, канд. мед. наук, старший научный сотрудник, Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Россия, 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, 2, ORCID: 0000-0002-6868-1186, sysoev.rnsi@mail.ru;

Константин Александрович Самочерных, д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Россия, 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, 2, ORCID: 0000-0001-5295-4912, neurobaby12@gmail.com;

Вильям Арамович Хачатрян, д-р мед. наук, проф., главный научный сотрудник, Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Россия, 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, 2, ORCID: 0000-0002-1635-6621, wakbns@gmail.com.

Kirill Vladimirovich Sysoev, MD, PhD, senior researcher, Almazov National Medical Research Centre, 2 Akkuratova street, St. Petersburg, 197341, Russia, ORCID: 0000-0002-6868-1186, sysoev.rnsi@mail.ru;

Konstantin Aleksandrovich Samochernykh, DMSc, leading researcher, Almazov National Medical Research Centre, 2 Akkuratova street, St. Petersburg, 197341, Russia, ORCID: 0000-0001-5295-4912, neurobaby12@gmail.com;

William Aramovich Khachatryan, DMSc, Prof., chief researcher, Almazov National Medical Research Centre, 2 Akkuratova street, St. Petersburg, 197341, Russia, ORCID: 0000-0002-1635-6621, wakbns@gmail.com.