

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

Хасанов Р.Р.<sup>1,2</sup>, Свобода Д.<sup>2</sup>, Коль М.<sup>3</sup>, Гумеров А.А.<sup>1</sup>, Вагапова В.Ш.<sup>4</sup>, Гумеров Р.А.<sup>1</sup>, Вессель Л.М.<sup>2</sup>

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЫШЕЧНЫХ СЛОЁВ ТОНКОЙ КИШКИ ПРИ СИНДРОМЕ КОРОТКОЙ КИШКИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

<sup>1</sup>Кафедра детской хирургии с курсом Института дополнительного и профессионального образования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 450015, г. Уфа;

<sup>2</sup>Клиника детской хирургии, университетская клиника Маннгейм, Университет Гайдельберг, Германия, Germany, Mannheim, 81676;

<sup>3</sup>Клиника медицины детей и подростков университетского медицинского центра Шлейсвиг-Холстейн, Любек, Германия, Germany, 23538;

<sup>4</sup>Кафедра анатомии человека, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 450015, г. Уфа

**Введение.** У пациентов с синдромом короткой кишки часто наблюдается патологическое расширение диаметра оставшегося участка тонкой кишки, приводящее к нарушению функций кишечника. Изменения в мышечном слое тонкой кишки, ведущие к этому состоянию, до настоящего времени не изучены.

**Цель исследования** – изучить роль мышечного слоя тонкой кишки в процессе адаптации и дилатации кишечника при синдроме короткой кишки.

**Материал и методы.** Эксперимент проводился на 22 крысах, у 12 из которых был смоделирован синдром короткой кишки, остальные 10 крыс, которым выполнили только лапаротомию, входили в контрольную группу. Изучались диаметр и толщина мышечных слоёв тощей и подвздошной кишки.

**Результаты.** При синдроме короткой кишки развивается выраженная дилатация тощей и подвздошной кишок. Толщина продольного и поперечного мышечных слоёв тощей кишки была достоверно больше в группе крыс с СКК, чем в контрольной группе. В подвздошной кишке наблюдалась гипертрофия только поперечного мышечного слоя, продольный мышечный слой в основной и контрольной группах практически не отличался.

**Заключение.** При синдроме короткой кишки морфологические изменения происходят не только в слизистой оболочке, но и в мышечных слоях тонкой кишки, что проявляется дилатацией тонкой кишки и гипертрофией её мышечных слоёв. Эти изменения являются результатом кишечной адаптации и патофизиологичны для синдрома короткой кишки.

**Ключевые слова:** синдром короткой кишки; кишечная адаптация; мышечные кишечные слои; дилатация тонкой кишки.

**Для цитирования:** Хасанов Р.Р., Свобода Д., Коль М., Гумеров А.А., Вагапова В.Ш., Гумеров Р.А., Вессель Л.М. Морфологические изменения мышечных слоёв тонкой кишки при синдроме короткой кишки в эксперименте. *Детская хирургия.* 2019; 23(4): 176-180. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1560-9510-2019-23-4-176-180>

**Для корреспонденции:** Гумеров Айтбай Ахметович, доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой детской хирургии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет», 450008, г. Уфа. E-mail: [pedsurg@bk.ru](mailto:pedsurg@bk.ru)

Khasanov R.R.<sup>1,2</sup>, Svoboda D.<sup>2</sup>, Kohl M.<sup>3</sup>, Gumerov A.A.<sup>1</sup>, Vagapova V.S.<sup>4</sup>, Gumerov R.A.<sup>1</sup>, Wessel L.M.<sup>2</sup>

## MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE MUSCLE LAYERS OF SMALL INTESTINE IN THE SHORT BOWEL SYNDROME IN EXPERIMENT

<sup>1</sup>Department of Pediatric Surgery with a course of additional vocational education, Bashkir State Medical University, Ufa, 450015, Russian Federation;

<sup>2</sup>Department of Pediatric Surgery, University of Mannheim, Clinical Faculty of Heidelberg, 68167, Mannheim, Germany;

<sup>3</sup>Department of Pediatric and Adolescent Medicine, University Medical Center Schleswig-Holstein, 23538, Lübeck, Germany

<sup>4</sup>Department of Human Anatomy of Bashkir State Medical University, Ufa, 450015, Russian Federation

**Introduction.** Patients with the short bowel syndrome often have intestinal dilatation which impairs intestinal functions. Changes in the muscle intestinal layers, which cause this condition, are not studied well yet.

**Purpose.** To study the role of small intestine muscle layers in the intestinal adaptation and dilatation in the short bowel syndrome.

**Materials and methods.** 22 rats were taken into the experimental trial; short bowel syndrome was modelled in 12 of them; 10 other rats which had only laparotomy were in the control group. The diameter and thickness of muscle layers in the small intestine and ileum were studied.

**Results.** In the short bowel syndrome, one can observe a significant dilatation of the small intestine and ileum. Thickness of longitudinal and circular layers of the small intestine was significantly larger in rats with the short bowel syndrome in comparison to the control group. In the ileum, only the circular muscle layer was hypertrophied; there was no difference in the thickness of longitudinal muscle layer in rats with the short bowel syndrome and in rats from the control group.

**Conclusion.** *In rats with the short bowel syndrome, morphological changes occur not only in the mucous layer, but also in muscle layers of the small intestine what is manifested by the intestinal dilatation and hypertrophy of muscle layers. These changes are results of intestinal adaptation and are pathophysiological for the short bowel syndrome.*

**Key words:** *short bowel syndrome; intestinal adaptation; intestinal muscle layers; dilatation of small bowel.*

**For citation:** Khasanov R.R., Svoboda D., Kohl M., Gumerov A.A., Vagapova V.S., Gumerov R.A., Wessel L.M. Morphological changes in the muscle layers of small intestine in the short bowel syndrome in experiment. *Detskaya khirurgiya (Russian Journal of Pediatric Surgery)* 2019; 23(4): 176-180. (In Russian). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1560-9510-2019-23-4-176-180>

**For correspondence:** *Aytbai A. Gumerov*, doctor of medical sciences, professor, head of the department of pediatric surgery with a course of Additional Vocational Education of Bashkir State Medical University, Ufa 450015, Russian Federation. E-mail: [pedsurg@bk.ru](mailto:pedsurg@bk.ru)

**Information about authors:** Gumerov A.A., <http://orcid.org/0000-0001-6183-8286>

*Conflict of interest.* The authors declare no conflict of interest.

*Acknowledgments.* The study had no sponsorship.

Received: May 21, 2019

Accepted: May 27, 2019

## Введение

Синдром короткой кишки (СКК) – это тяжелое угрожающее жизни заболевание, которое возникает в результате массивной резекции кишечника и проявляется хронической кишечной недостаточностью [1, 2]. Причинами массивной резекции кишечника у детей являются некротический энтероколит, атрезия кишечника, гастрошизис [3, 4], заворот кишки [5, 6], синдром Цильсер-Уильсона [7] и другие более редкие причины, как, например, обширная инфантильная гемангиома брюшной полости [8]. Гастрошизис нередко сочетается с другими пороками развития кишечника, что усложняет лечение данной патологии [9]. У взрослых – болезнь Крона, мезентеральный тромбоз, злокачественные новообразования и т.д. [10, 11].

После массивной резекции тонкой кишки оставшейся абсорбционной поверхности кишечника недостаточно для обеспечения потребностей организма необходимыми питательными веществами [12, 13], поэтому пациенты нуждаются в парентеральном питании [14]. Ответной реакцией организма на данное состояние являются функциональные и структурные изменения в кишечнике – кишечная адаптация [13, 15]. Проявлениями кишечной адаптации являются пролиферация энтероцитов, увеличенная высота ворсинок и глубина крипт, а также изменения в обмене белков [16, 17]. Известно, что наиболее активные изменения в тонкой кишке происходят в течение первых 4–24 мес [18]. Кишечная адаптация после массивной резекции кишечника очень важна для увеличения всасываемой способности кишки и является важным механизмом в достижении кишечной автономии у таких пациентов.

У ряда пациентов с СКК наблюдается патологическое расширение оставшегося участка тонкой кишки, приводящее к нарушению транспортной функции кишечника с развитием застоя кишечного содержимого, разрастанием патогенной микрофлоры в расширенном участке кишки, а также транслокацией бактерий из просвета кишки в ее стенку. Клинически эти изменения проявляются развитием D-лактатацидозов и усилением мальабсорбции и мальдигестации.

В литературе нет единого мнения об изменениях мышечного слоя тонкой кишки при синдроме короткой кишки. Ряд авторов в экспериментах на крысах описывают гипертрофию мышечных слоёв тонкой кишки как реакцию кишечной адаптации при СКК [19]. Другие авторы в эксперименте на мышах описывают изменения диаметра и длины кишки при СКК, однако утверждают, что гипертрофия мышечных слоёв тонкой кишки при СКК отсутствует [16]. Кроме того, в литературе не обсуждается какую роль могут играть выявленные в эксперименте изменения мышечного слоя тонкой кишки в клинической картине заболевания у пациентов и в обосновании применения хирургического лечения.

Цель работы – исследование мышечных слоёв тонкой кишки при СКК в эксперименте и изучение влияния выявленных изменений на клиническую картину и обоснование хирургического лечения.

## Материал и методы

Экспериментальное исследование с целью выявления морфологических изменений мышечного слоя стенки при синдроме короткой кишки выполнено на 22 крысах породы Wistar со средней массой тела 260–360 г. Обезболивание достигалось интраоперационной инъекцией кетамина из расчета 40 мг/кг и ромбуна – 4 мг/кг.

Эксперименты на животных выполнялись в исследовательской лаборатории университета города Любек (Германия). Исследование тканей тонкой кишки проводилось в исследовательской лаборатории медицинского факультета Мангейм университета Гейдельберг (Германия).

Экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с приказами МЗ СССР № 755 от 12 августа 1977 г. «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных», № 791 от 27 июня 1978 г. «О внесении дополнений в приказ МЗ СССР № 755 от 12 августа 1977 г.», положениями Хельсинкской декларации по вопросам медицинской этики и Международными рекомендациями по проведению медико-биологических исследований с использованием животных.

Для выполнения поставленной задачи животные были распределены на 2 группы.

В 1-й (основная группа) 12 крысам после лапаротомии модулировали синдром короткой кишки путем субтотальной резекции с сохранением 5 см тощей кишки и 5 см подвздошной кишки от илеоцекального угла. Наложена анастомоз конец в конец.

Во 2-й (контрольная группа) было 10 крыс, которым выполнена лапаротомия без резекции тонкой кишки. После операции животным 1-й группы антибактериальная терапия не проводилась. Через 2 нед животные выведены из опыта с усыплением углекислым газом. После выведения животных из опыта производили забор всей тонкой кишки, фиксировали в растворе нейтрального формалина в течение суток при комнатной температуре, материал заливали парафином на аппарате для создания парафиновых блоков HistoCore Arcadia H Leica (Leica, Германия). Полученные парафиновые блоки нарезали толщиной 5 мт при помощи микротомы Leica RM 2245 (Leica, Германия). Далее препараты располагали на предметном стекле, окрашивали гематоксилином и эозином на аппарате для покраски гистологических препаратов Leica AutoSTAINAER XL (Leica, Германия) и накрывали покровным стеклом. Препараты микроскопировались при помощи световой и фазово-контрастной микроскопии с использованием инверсионных микроскопов Olympus IX 70 и Keyence VM9000X с пакетом программного обеспечения.

Производился анализ мышечных слоев тонкой кишки у крыс основной и контрольной групп. Исследовались общий диаметр тонкой кишки, толщина мышечных слоев до и после анастомоза. Толщина мышечных слоев измерялась через каждые 500 мт. Отдельно измерялась толщина продольного и поперечного мышечных слоёв.

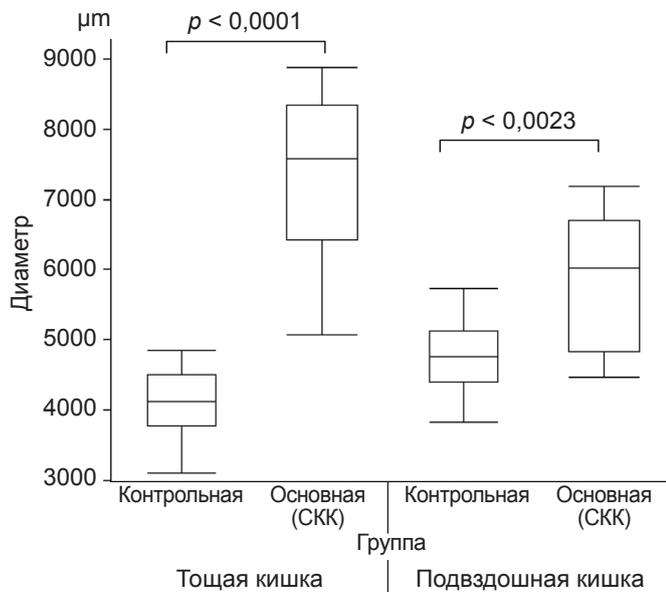


Рис. 1. Диаметр тощей и подвздошной кишок у крыс основной (СКК) и контрольной групп.

Статистический анализ производился при помощи программ Microsoft Excel и JMP 13.0. Нормальность распределения данных оценивалась визуально по диаграммам распределения и при помощи теста Шапиро–Вилка (Shapiro–Wilk Test). При нормальном распределении данных они описывались при помощи средней и стандартного отклонения. При сравнении таких данных использовался *t*-критерий Стьюдента (*t*-test). При ненормальном распределении данные описывались при помощи медианы и 25- и 75-го перцентилей. Сравнение таких данных производилось при помощи непараметрического критерия суммы рангов Уилкоксона (Wilcoxon 2-Sample test), который также называется тестом Манна–Уитни (Mann–Whitney Test).

## Результаты

Крысы с СКК в течение первой недели после операции потеряли 10–15% своего веса. К концу второй недели они набрали свой дооперационный вес. В послеоперационном периоде ни одна крыса не умерла.

Диаметр тощей кишки у крыс с СКК составил  $7332,29 \pm 1237,1 \mu\text{m}$ , диаметр подвздошной –  $5846,62 \pm 931,8 \mu\text{m}$ . У крыс контрольной группы диаметр тонкой кишки составил  $4105,4 \pm 536,14 \mu\text{m}$ , диа-

метр подвздошной –  $4771,8 \pm 526,0 \mu\text{m}$ . Анализ данных показал статистически достоверное различие диаметров как тощей кишки ( $p < 0,0001$ ), так и подвздошной ( $p < 0,0023$ ) между основной и контрольной группами (рис. 1).

При изучении продольного мышечного слоя в группе с СКК было выявлено, что его толщина в тощей кишке составила 47 (23–90)  $\mu\text{m}$ , в подвздошной кишке – 30 (21–44)  $\mu\text{m}$ . Тогда как в контрольной группе эти показатели были следующими: 22 (14,25–31,5)  $\mu\text{m}$  и 22 (16–35)  $\mu\text{m}$  в тощей и подвздошной кишках соответственно (рис. 2, а, б).

Толщина продольного мышечного слоя тощей кишки в основной группе составила 27 (17–48)  $\mu\text{m}$ , что практически в два раза больше по сравнению с контрольной группой, в которой это значение составило 15 (10–22)  $\mu\text{m}$ . Разница была статистически достоверной ( $p < 0,0001$ ) (см. рис. 2). Толщина продольного мышечного слоя подвздошной кишки составила в основной группе 20 (14–29)  $\mu\text{m}$ , в контрольной группе также 20 (11–27)  $\mu\text{m}$ . Данные достоверно не различались (рис. 3.)

Толщина поперечного мышечного слоя тощей кишки в основной группе (СКК) составила 47 (23–90)  $\mu\text{m}$ , в контрольной группе – 22 (14,25–31,5)  $\mu\text{m}$ . Толщина поперечного мышечного слоя подвздошной кишки в основной группе (СКК) составила 30 (21–44)  $\mu\text{m}$ , в контрольной – 22 (16–35)  $\mu\text{m}$  (рис. 4). Толщина мышечного слоя как в тощей кишке ( $p < 0,0001$ ), так и в подвздошной ( $p < 0,0001$ ) была достоверно большей в основной группе по сравнению с контрольной. Следует отметить, что в тощей кишке гипертрофия мышечного слоя у крыс основной группы с СКК была более выражена.

## Обсуждение

Кишечная адаптация, развивающаяся после массивной резекции тонкой кишки, затрагивает все ее структуры. Влияние СКК на слизистую тонкой кишки, описанное многими авторами, проявляется её гипертрофией, удлинением ворсинок и углублением крипт, увеличивая резорбтивную поверхность слизистой оболочки. При СКК происходят изменения и в мышечной оболочке тонкой кишки, что приводит к дилатации тонкой кишки, «формированию резервуара» и стазу кишечного содержимого.

Клинически эти изменения проявляются усилением мальабсорбции и мальдигестации, разрастанием патогенной микрофлоры, что ведет к таким осложнениям, как Д-лактат-ацидоз, транслокации бактерий из просвета кишки, изъязвление слизистой с развитием кишечных кровотечений. Эти состояния требуют хирургической и

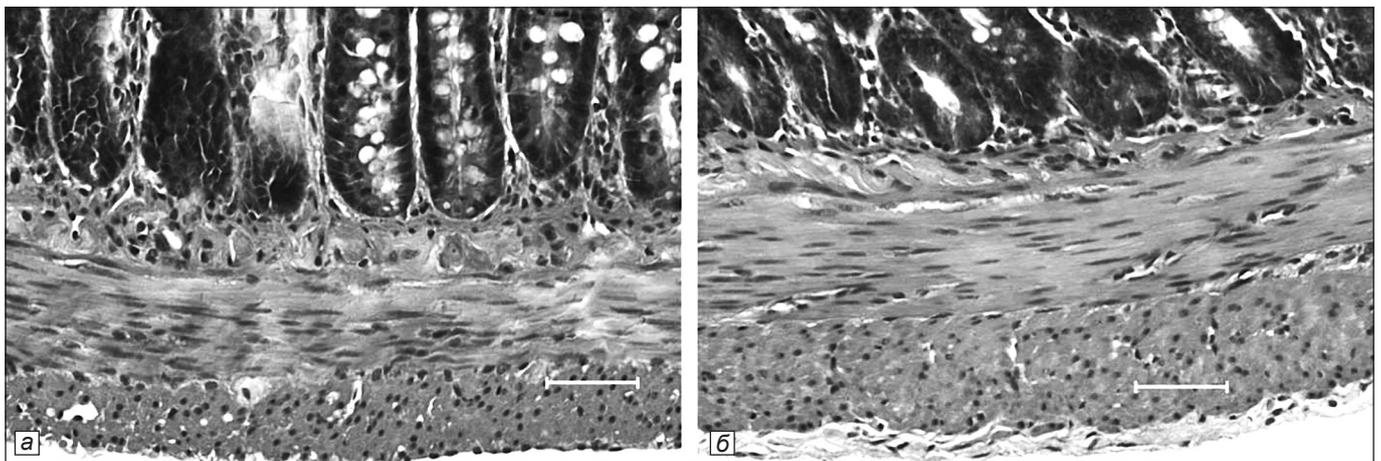


Рис. 2. Толщина продольного слоя тощей кишки у крыс контрольной (а) и основной (б) групп.

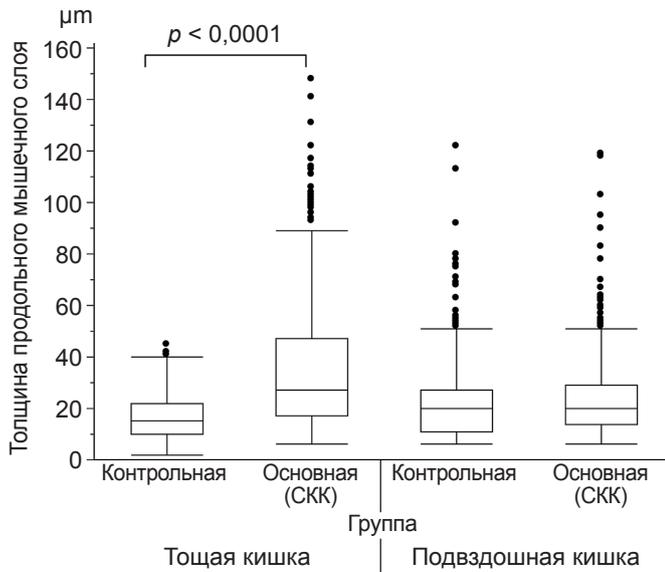


Рис. 3. Толщина продольного мышечного слоя тощей и подвздошной кишок в основной (СКК) и контрольной группах.

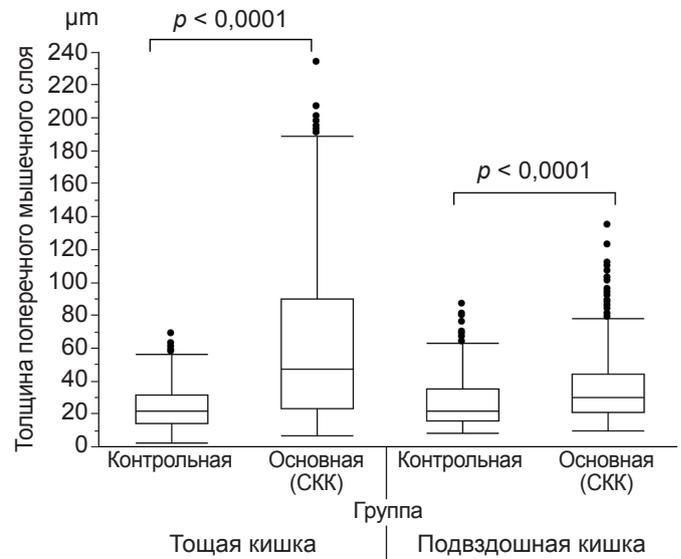


Рис. 4. Толщина поперечного слоя тонкой кишки у крыс контрольной и основной групп.

медикаментозной коррекций. Наличие дилатированного участка тонкой кишки дает возможность применять у таких больных удлиняющие кишечник операции, такие как продольное интестинальное удлинение (Longitudinal interstitial lengthening and tailoring (LILT)) и последовательная трансверсальная энтеростомия (Serial transversal enterostomy procedure (STEP)) [15]. Однако патоморфологические изменения мышечных слоев тонкой кишки до сих пор не изучены. Неизвестно, является ли расширение тонкой кишки результатом наложенного межкишечного анастомоза или оно вызвано кишечной адаптацией.

Наши данные показали, что при СКК развивается выраженная дилатация тощей и подвздошной кишок. Подвздошная кишка у крыс основной (СКК) группы находилась дистальнее наложенного межкишечного анастомоза, в контрольной же группе целостность кишечника не нарушалась и кишечный анастомоз не накладывался. Диаметр подвздошной кишки у крыс основной группы был достоверно больше по сравнению с контрольной группой. Это свидетельствует о том, что дилатация тонкой кишки при синдроме короткой кишки связана с кишечной адаптацией. Кишечный анастомоз и возможное сужение просвета кишки в этом районе, приводящие к компенсаторному расширению кишки, также могут играть роль в расширении тонкой кишки, однако это не основной механизм, приводящий к дилатации кишки.

Изучение мышечных слоёв показало, что толщина продольного и поперечного мышечных слоёв тощей кишки у крыс основной группы была достоверно больше, чем в контрольной группе. В подвздошной кишке наблюдалась гипертрофия только поперечного мышечного слоя, продольный мышечный слой в основной и контрольной группах практически не отличался, в основной группе он составил 20 (14–29) µm, в контрольной – 20 (11–27) µm.

Важно отметить, что дилатация тощей и подвздошной кишок при синдроме короткой кишки не является атонической дилатацией с гипотрофией мышечного слоя, а, наоборот, сопровождается выраженной гипертрофией мышечных слоёв. Данный феномен значительно увеличивает мышечную массу оставшейся после резекции

тонкой кишки и является следствием кишечной адаптации. Выявленная нами взаимосвязь дилатации тонкой кишки с изменениями мышечного слоя тонкой кишки раскрывает еще один механизм кишечной адаптации при синдроме короткой кишки. Так, наряду с описанными ранее проявлениями кишечной адаптации [11, 12], увеличение диаметра тонкой кишки позволяет квадратично увеличить площадь интестинальной поверхности тонкой кишки, что дает больше пространства для увеличения площади слизистой оболочки кишки и, соответственно, для увеличения абсорбционной ее поверхности. С другой стороны, увеличение диаметра тонкой кишки затрудняет проталкивание кишечного содержимого по кишечнику. Для увеличения эффективности перистальтики развивается компенсаторная гипертрофия мышечного слоя кишки, что подтверждается нашими данными о том, что в группе крыс с синдромом короткой кишки наблюдалась выраженная дилатация тощей кишки (до анастомоза) и подвздошной кишки (после анастомоза) наряду с гипертрофией поперечного мышечного слоя как в тощей кишке (до анастомоза), так и в подвздошной кишке (после анастомоза).

## Выводы

1. При СКК морфологические изменения тонкой кишки происходят не только в слизистой оболочке. Эти изменения затрагивают также и мышечные слои тонкой кишки, что проявляется дилатацией тонкой кишки и гипертрофией её мышечных слоёв. Эти изменения являются результатом кишечной адаптации, патофизиологичны для СКК и поэтому присущи всем пациентам с СКК.

2. Периодическое измерение диаметра тонкой кишки у пациентов с СКК, наряду с другими обследованиями пациента, позволит своевременно распознавать дилатацию тонкой кишки с неэффективной перистальтикой и развитием кишечного застоя и своевременно выявить показания к применению удлиняющих кишечник операций.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

## ЛИТЕРАТУРА

(пп. 1, 3–6, 10, 12, 13, 15–19 см. в REFERENCES)

2. Розинов М.В., Чубарова А.И., Ерпулева Ю.В., Аверьянова Ю.В., Демура С.А., Косов Д.А. Российский регистр детей с синдромом «короткой кишки». *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. 2017; 7(4): 38-45.
7. Хасанов Р.Р., Гумеров А.А., Вессель Л.М. Причины развития синдрома короткой кишки. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. 2017; 7(3): 8-12.
8. Аверьянова Ю.В., Степанов А.Э., Разумовский А.Ю., Поляев Ю.А., Макаров С.П., Васильев К.Г., Бологов А.А., Ашманов К.Ю., Мызин А.В., Исаева М.В., Бурмистров И.Ю., Кочкин В.С., Брюсов Г.П., Рогожин Д.В., Эктова А.П. Успешное лечение синдрома короткой кишки у ребенка с обширной инфантильной гемангиомой брюшной полости. *Детская хирургия*. 2015; 19(6): 50-3.
9. Чепурной М. Г., Чепурной Г.И., Кацупеев В.Б., Арутюнов А.В., Лейга А.В., Дмитриев С.Г., Варичева Н.В., Астахов Р.Е., Семешин А.В., Лукаш Ю.В. Гастрошизис в сочетании с множественными пороками развития кишечника. *Детская хирургия*. 2018; 22(2): 109-11.
11. Тимербулатов В.М., Тимербулатов Ш.В., Асманов Д.И., Асманов Д.И., Султанабаев А.У. Диагностика ишемических повреждений кишечника при некоторых острых хирургических заболеваниях органов брюшной полости. *Креативная хирургия и онкология*. 2017; 7(3): 12-9. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2017-7-3-12-19>.
14. Ерпулева Ю.В., Чубарова А.И., Вайнштейн Н.П., Британшская Е.А., Митина Ю.Ю. Осложнения длительного парентерального питания новорожденных и детей грудного возраста. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. 2017; 7(1): 59-69.
5. Olieman J.F., et al. Impact of infantile short bowel syndrome on long-term health-related quality of life: a cross-sectional study. *J. Pediatr Surg*. 2012; 47(7): 1309-16.
6. Duro, D., Kamin D., Duggan C. Overview of pediatric short bowel syndrome. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2008; 47 (Suppl 1): 33-6.
7. Khasanov R.R., Gumerov A.A., Vessel L.M. The causes of the short bowel syndrome. *Rossiyskiy vestnik detskoy khirurgii, anesteziologii i reanimatologii*. 2017; 7(3): 8-12. (In Russian).
8. Averyanova Y.V., Stepanov A.E., Razumovsky A.Yu., Polyayev Yu.A., Makarov S.P., Vasilev K.G., Bologov A.A., Ashmanov K.Yu., Myzin A.V., Isaeva M.V., Burmistrov I.Yu., Kochkin V.S., Bryusov G.P., Rogozhin D.V., Ektova A.P. Successful treatment of short bowel syndrome in a child with extensive infantile abdominal hemangioma. *Detskaya khirurgiya*. 2015; 19(6): 50-3. (in Russian)
9. Chepurnoy M.G., Chepurnoy G.I., Katsupееv V.B., Arutyunov A.V., Leyga A.V., Dmitriev S.G., Varicheva N.V., Astakhov R.E., Semeshin A.V., Lukash Yu.V. Gastroschisis in the combination with multiple intestinal malformations. *Detskaya khirurgiya*. 2018; 22(2): 109-11. (in Russian)
10. Wales P.W., Christison-Lagay E.R. Short bowel syndrome: epidemiology and etiology. *Semin Pediatr Surg*. 2010; 19(1): 3-9.
11. Timerbulatov V.M., Timerbulatov S.V., Sagitov R.B., Sultanabaev A.U., Asmanov D.I. diagnostics of the intestine ischemic damages in some acute surgical diseases of abdominal cavity. *Kreativnaya khirurgiya i onkologiya*. 2017; 7(3): 12-9. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2017-7-3-12-19>. (In Russian)
12. Wales P.W., Sauvat F. Short bowel syndrome and intestinal transplantation in children. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2006; 9(3): 304-13.
13. Oliveira C., N. de Silva, Wales P.W. Five-year outcomes after serial transverse enteroplasty in children with short bowel syndrome. *J Pediatr Surg*. 2012; 47(5): 931-7.
14. Erpuleva Y.V., Chubarova A.I., Weinstein N.P., Britanishskaya E.A., Mitina Y.Y. complications of long-term parental nutrition and children of breast age. *Rossiyskiy vestnik detskoy khirurgii, anesteziologii i reanimatologii*. 2017; 7(1): 59-69. (In Russian).
15. O'Brien D.P., et al. Intestinal adaptation: structure, function, and regulation. *Semin Pediatr Surg*. 2001; 10(2): 56-64.
16. Martin C.A., et al. Resection-induced intestinal adaptation and the role of enteric smooth muscle. *J Pediatr Surg*. 2008; 43(6): 1011-7.
17. Stephens A.N., et al. Proteomic analysis of the intestinal adaptation response reveals altered expression of fatty acid binding proteins following massive small bowel resection. *J Proteome Res*. 2010; 9(3): 1437-49.
18. Goulet O. and F. Ruemmele. Causes and management of intestinal failure in children. *Gastroenterology*. 2006; 130(2 Suppl 1): 16-28.
19. Chen J., Wen J., Cai W. Smooth muscle adaptation and recovery of contractility after massive small bowel resection in rats. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2012; 237(5): 578-84.

## REFERENCES

1. Rege A.S., Sudan D.L. Autologous Gastrointestinal Reconstruction: Review of the Optimal Nontransplant Surgical Options for Adults and Children With Short Bowel Syndrome. *Nutr Clin Pract*, 2012.
2. Rosinov M.V., Chubarova A.I., Erpuleva Y.V., Averiyanova U.V., Demura S.A., Kosov D.A. Russian register of children with short bowel syndrom. *Rossiyskiy vestnik detskoy khirurgii, anesteziologii i reanimatologii*. 2017; 7(4): 38-45. (In Russian).
3. Weih S., et al. Current practice and future perspectives in the treatment of short bowel syndrome in children-a systematic review. *Langenbecks Arch Surg*, 2012; 397(7): 1043-51.
4. Nucci A., et al., Interdisciplinary management of pediatric intestinal failure: A 10-year review of rehabilitation and transplantation. *Journal of Gastrointestinal Surgery*/ 2008; 12(3): 429-35.

Поступила 21 мая 2019

Принята 27 мая 2019