

© Коллектив авторов, 2017

УДК 577.125.8:615.217.4+616.12-008.331.1

Фоменко О.Ю.<sup>1</sup>, Шельгин Ю.А.<sup>1,2</sup>, Порядин Г.В.<sup>3</sup>, Титов А.Ю.<sup>1</sup>,  
Берсенева Е.А.<sup>1</sup>, Мудров А.А.<sup>1,2</sup>, Белоусова С.В.<sup>1</sup>

## Утомляемость мышц наружного анального сфинктера у пациентов с анальной инконтиненцией

<sup>1</sup> ФГБУ «ГНЦК им. А.Н. Рыжих» Минздрава России, 123423, г. Москва, Россия, ул. Саляма Адила, д. 2

<sup>2</sup> ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, 125993, г. Москва, Россия, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, 117997, г. Москва, Россия, ул. Островитянова, д. 1

**Цель** — изучение зависимости утомляемости наружного сфинктера от наличия анальной инконтиненции и степени выраженности. **Методы.** Для выяснения зависимости утомляемости от наличия анальной инконтиненции обследовано 203 пациента с жалобами на недержание различных компонентов кишечного содержимого: 90 мужчин (44,3%), средний возраст  $44,8 \pm 14,7$  года и 113 женщин (55,7%), средний возраст  $46,4 \pm 15,2$  года. Для определения нормативных величин отображены 53 пациента с полипами ободочной кишки, без клинико-инструментальных признаков анальной инконтиненции. В состав группы вошли 23 женщины (43,4%), средний возраст  $51,4 \pm 11,1$  года и 30 мужчин (56,6%), средний возраст  $65,1 \pm 15,9$  года. Использован разработанный в ФГБУ ГНЦК им. А.Н. Рыжих Минздрава России метод комплексной сфинктерометрии неперфузионным датчиком водного наполнения на приборе WPM Solar GI. **Результаты и обсуждение.** Получены нормативные показатели теста на выносливость наружного сфинктера. Не выявлено корреляции между степенью недостаточности анального сфинктера (по показателям давления в анальном канале) и одним из параметров утомляемости (временем падения давления на 50%), вероятнее всего из-за посттравматического характера недостаточности анального сфинктера. Предполагается продолжение работы по изучению утомляемости при различном генезе анальной инконтиненции.

**Ключевые слова:** наружный анальный сфинктер, тонус и сократительная способность анальных сфинктеров, давление в анальном канале, недостаточность анального сфинктера.

**Для цитирования:** Фоменко О.Ю., Шельгин Ю.А., Порядин Г.В., Титов А.Ю., Берсенева Е.А., Мудров А.А., Белоусова С.В. Утомляемость мышц наружного анального сфинктера у пациентов с анальной инконтиненцией: Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2017;61(3): 69–75.

DOI: 10.25557/0031-2991.2017.03.69-75

**Для корреспонденции:** Фоменко Оксана Юрьевна, канд. мед. наук, руководитель лаб. клинической патофизиологии ФГБУ ГНЦК им. А.Н. Рыжих Минздрава России, e-mail: info@gnck.ru

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

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

Поступила 03.03.2017

Fomenko O.Yu.<sup>1</sup>, Shelygin Yu.A.<sup>1,2</sup>, Poryadin G.V.<sup>3</sup>, Titov A.Yu.<sup>1</sup>,  
Berseneva E.A.<sup>1</sup>, Mudrov A.A.<sup>1,2</sup>, Belousova S.V.<sup>1</sup>

## The muscle fatigue of external anal sphincter in patients with anal incontinence

<sup>1</sup> State Scientific Centre of Coloproctology, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Russian Medical Academy of Postgraduate Continuous Education, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Pirogov's Russian National Research Medical University (RNRMU), Moscow, Russia

The article presents materials on the muscle fatigue of the external sphincter in the norm and in patients with anal sphincter failure. **The purpose.** To determine the dependence of external sphincter fatigue on the presence of anal incontinence and its degree. **Methods.** 203 patients with complaints of incontinence of various components of intestinal contents were examined (90 male (44.3%), mean age is  $44.8 \pm 14.7$  years, 113 female (55.7%) mean age is  $46.4 \pm 15.2$  years) to determine the dependence of fatigue on the presence of anal incontinence. 53 patients with colon polyps without clinical and instrumental signs of anal incontinence were selected for the determination of normal values. 23 female (43.4%), mean age is  $51.4 \pm 11.1$  years; 30 male (56.6%), mean age is  $65.1 \pm 15.9$  years. For the study, we used the method of complex sphincterometry developed in State Scientific Centre of Coloproctology on the device WPM Solar GI (MMS, The Netherlands) with a nonperfusion water sensor. **Results.** We have received normal values for external sphincter endurance test. At the same time, there was no correlation between the degree of anal sphincter failure (in terms of pressure in the anal canal) and one of the fatigue parameters (the time of the pressure drop by 50%), most likely because of the post-traumatic nature of anal sphincter failure. We plan to continue studying fatigue with a different genesis of anal incontinence. **Conclusion.** We plan to continue studying fatigue with a different genesis of anal incontinence.

**Keywords:** external anal sphincter, tone and contractility of the anal sphincter, pressure in the anal canal, anal incontinence.

**For citation:** Fomenko O.Yu., Shelygin Yu.A., Poryadin G.V., Titov A.Yu., Berseneva E.A., Mudrov A.A., Belousova S.V. The muscle fatigue of external anal sphincter in patients with anal incontinence. *Patologicheskaya Fiziologiya i Eksperimental'naya terapiya. (Pathological Physiology and Experimental Therapy, Russian Journal)*. 2017; 61(3): 69–75. (in Russian). DOI: 10.25557/0031-2991.2017.03.69-75

**For correspondence:** Oksana Yu. Fomenko, Candidate of Medical Sciences, State Scientific Centre of Coloproctology; 2, ul. Salyama Adyila, Moscow, 123423, Russian Federation, e-mail: info@gnck.ru

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

**Acknowledgments.** The study had no sponsorship.

#### Information about authors:

Fomenko O.Yu., <http://orcid.org/0000-0001-9603-6988>

Shelygin Yu.A., <http://orcid.org/0000-0002-8480-9362>

Titov A.Yu., <http://orcid.org/0000-0002-1636-8075>

Berseneva E.A., <http://orcid.org/0000-0002-9343-9279>

Mudrov A.A., <http://orcid.org/0000-0002-1207-5988>

Belousova S.V., [orcid.org/0000-0003-1475-2599](http://orcid.org/0000-0003-1475-2599)

**Received** 03.03.2017.

## Введение

Сократительная способность наружного анального сфинктера и его способность поддерживать стойкое сокращение играет важную роль в удержании кишечного содержимого. При этом большинство мышечных волокон наружного сфинктера, в отличие от скелетных мышц, представлено «медленными» волокнами (тип I), устойчивыми к утомлению [1], что полностью соответствует его функциональным задачам. В то же время, в научной литературе встречается мало исследований, посвящённых изучению вопроса утомляемости мышечного жома заднего прохода. Так было установлено [2], что время его утомления составляет приблизительно 1 мин, а волевое сокращение мышц наружного сфинктера в среднем может длиться 3,2 мин [3]. Основопологающей работой, на которую ссылается большинство современных авторов, является исследование [4], в котором был определен индекс утомляемости FRI (fatigue rate index). Формула вычисления индекса FRI:

$$FRI = \frac{\text{пиковое давление} - \text{макс. давление покоя (мм рт. ст.)}}{\text{скорость утомления (мм рт. ст./мин)}}$$

Данный индекс рассчитывался на основании метода линейной регрессии и означал время полного утомления сфинктера, когда давление в анальном канале возвращается к базальному (авторы использовали метод аноректальной манометрии). Кроме вычисления FRI, авторы исследовали латентность полового нерва (PNTML).

Позднее в 2004 г. было отмечено [1], что пациентам с анальным недержанием сложно удерживать максимальное мышечное сокращение сфинктера в те-

чение 40 с, что привело к выбору 20-секундного интервала для изучения индекса утомляемости. В качестве методов оценки также была использована аноректальная манометрия и PNTML. Выявлены статистически значимые различия индекса FRI между пациентами с анальной инконтиненцией и здоровыми добровольцами. Другими авторами [5] была выявлена отрицательная корреляция между показателями скорости утомляемости и величиной максимального давления сжатия. Помимо этого, было установлено, что с возрастом наружный анальный сфинктер становится менее утомляемым, что может соответствовать наличию более высокого процента медленно сокращающихся мышечных волокон I типа (однако данная гипотеза требует гистологического подтверждения). Авторы полагают, что эти противоречивые данные можно объяснить потерей с возрастом «быстрых» мышечных волокон (II типа) во всех мышцах организма, в том числе и в наружном анальном сфинктере, вследствие чего, с возрастом происходит снижение силы, но не утомляемости.

При оценке силы сокращения анального сфинктера и локтевого сгибателя было выявлено более выраженное снижение силы сокращений анального сфинктера при транскраниальной стимуляции, что, по мнению авторов, свидетельствует о повышенной утомляемости анального сфинктера по сравнению со скелетными мышцами. Механизм более высокой утомляемости связан, вероятнее всего, с центральными механизмами, что играет, защитную роль в сохранении сократительного потенциала с целью реализации функции держания [6]. Центральным механизмом регуляции выявлен и в работе диафрагмы. Данный механизм направлен на то, чтобы максимальные волевые сокра-

щения диафрагмы не смогли бы привести к полному утомлению и утрате функции обеспечения постоянного поступления кислорода в легкие [7].

В последнее время выносливость сфинктера рассчитывается как время, в течение которого давление в анальном канале при 30-секундной попытке сжатия снижается на 50% ниже максимального давления [8], (однако следует учитывать большой разброс данных, получаемых при использовании теста).

В доступной нам литературе мы не нашли исследований корреляции утомляемости наружного сфинктера и степени выраженности анальной инконтиненции (I, II, III степень недержания). Большинство работ посвящено различным методам лечения недержания кала [9, 10].

*Цель исследования* — выявление зависимости утомляемости наружного сфинктера от наличия анальной инконтиненции и степени ее выраженности.

### Методика

Для выяснения зависимости утомляемости наружного сфинктера от наличия анальной инконтиненции и степени ее выраженности было обследовано 203 пациента с жалобами на недержание различных компонентов кишечного содержимого. В исследование включено 90 мужчин (44,3%), средний возраст  $44,8 \pm 14,7$  года и 113 женщин (55,7%), средний возраст  $46,4 \pm 15,2$  года. С помощью шкалы инконтиненции Векснера и шкалы балльной оценки степени нарушения эвакуаторной функции (ГНЦК им. А.Н. Рыжих) для определения нормальных показателей проведено анкетирование 53 пациентов с полипами ободочной кишки, у которых не выявлено клинично-инструментальных признаков анальной инконтиненции (группа контроля). В группу контроля включены 23 женщины (43,4%), средний возраст  $51,4 \pm 11,1$  года и 30 мужчин (56,6%), средний возраст  $65,1 \pm 15,9$  года.

Все пациенты с недостаточностью анального сфинктера (НАС) были распределены в соответствии с клинической классификацией НАС, разработанной в ГНЦК. С жалобами на недержание газов было 109 пациентов (53,7%), 68 больных (33,5%) не удерживали газы и жидкий стул и 26 чел. (12,8%) были неспособны удерживать все компоненты кишечного содержимого, что соответствовало I, II и III степени НАС. Анализ этиологических факторов возникновения болезни показал, что посттравматическая НАС выявлялась у 5 пациентов (2,4%), 33 больных (16,3%) отметили появление жалоб на недержание кала после травматических родов, послеоперационная НАС отмечена у 165 пациентов (81,3%). При оценке результатов заполнения шкалы инконтиненции Векс-

нера количество баллов у пациентов с НАС I степени составило в среднем  $3,3 \pm 2,3$ , у пациентов с НАС II —  $7 \pm 2,5$  балла, у пациентов с НАС III —  $10,8 \pm 1,8$  балла. В качестве метода функциональной оценки использовали разработанный в ГНЦК метод комплексной сфинктерометрии неперфузионным датчиком водного наполнения на приборе WPM Solar GI фирмы MMS, Голландия [9].

Специальной подготовки к исследованию, кроме естественной дефекации в день исследования, не требовалось. В случае отсутствия самостоятельного стула пациент использовал фосфатную микроклизму, что обеспечивало адекватную подготовку к исследованию. Больного укладывали на кушетку в положение «лежа на боку с согнутыми в коленях ногами». Перед введением в анальный канал на датчик надевали латексный баллончик. Датчик вводили на глубину 3,0—3,5 см.

Запись данных производили через 3—4 мин после введения — время, необходимое для адаптации больного к исследованию и затухания анального рефлекса, вызванного введением датчика.

Тест на выносливость, согласно опубликованным работам Telford K.J. [1], проводился в течение 20 с и включал в себя оценку 4 показателей:

- 1 — давление покоя перед началом волевого сокращения;
- 2 — максимальное давление при волевом сокращении;
- 3 — время падения давления на 50% после достижения максимального давления (первый пик, 1\*);
- 4 — площадь фигуры, ограниченной сверху кривой давления, за время волевого сокращения (20 с, 2\*).

По параметрам давления в покое и максимального давления при волевом сокращении рассчитывались значения времени падения давления на 50% (по первому пику падения) и площади под кривой (оценка мощности сокращения) [8].

В работе были применены следующие методы обработки данных:

- 1) критерий Шапиро\*—Уилка для проверки на нормальность распределений (для оценки возможности использования параметрических или непараметрических критериев для сравнения рассматриваемых групп; выбор данного критерия для проверки на нормальность связан с его наибольшей мощностью);
- 2) сравнительный анализ переменных с помощью параметрического Т-критерия Стьюдента для несвязанных совокупностей (по результатам предшествующей проверки на нормальность; выбор данного критерия обусловлен его наибольшей мощностью для рассматриваемых групп);
- 3) дисперсионный анализ.

Для автоматизации статистической обработки использовали статистический пакет Statistica for Windows 12.5.

Таблица 1

Нормальные показатели теста на выносливость

Параметр	Мужчины (n = 30)	Женщины (n = 23)
Среднее давление покоя перед тестом на выносливость (мм рт.ст.)	43–61	41–63
Максимальное давление сокращения (мм рт.ст.)	121–227	110–178
Время падения давления на 50% при тесте на выносливость (с)	13–20	9–19
Площадь под кривой (оценка мощности сокращения) (мм рт.ст. · с)	367–873	220–682

### Результаты и обсуждение

При проведении теста на выносливость по данным сфинктерометрии были изучены вышеперечисленные параметры для расчета утомляемости мышц наружного сфинктера в норме (табл. 1, рис. 1).

Кроме того, при сфинктерометрическом исследовании были получены значения указанных выше параметров утомляемости при различных степенях инконтиненции у мужчин и женщин.

При проведении однофакторного дисперсионного анализа выявлены статистически значимые различия для среднего давления покоя и максимального давления сокращения, как у мужчин, так и у женщин по сравнению с нормальными показателями. В связи с этим далее нами был проведен сравнительный анализ переменных в наблюдаемых группах пациентов с различными степенями НАС с использованием t-критерия Стюдента. В результате были выявлены статистически значимые раз-

личия наблюдаемых переменных (среднее давление покоя среднее и максимальное давление сокращения) между всеми исследуемыми подгруппами (1-й и 2-й, 1-й и 3-й, 2-й и 3-й), что позволило построить референсные интервалы.

Так, анализируя параметры давления в покое и при волевом сокращении, были выявлены различия показателей как у мужчин, так и у женщин (табл. 2, рис. 3, 4).

Следует обратить внимание, что, несмотря на полученные статистически значимые различия в параметрах давления в покое и максимальном сокращении сфинктера у мужчин и женщин при различных степенях НАС, не выявлено существенных отличий в показателях времени падения давления на 50% после достижения максимального пика при различных степенях НАС у всех пациентов. Кроме того, этот параметр статистически значимо не отличался от нормальных величин (табл. 3, рис. 5).

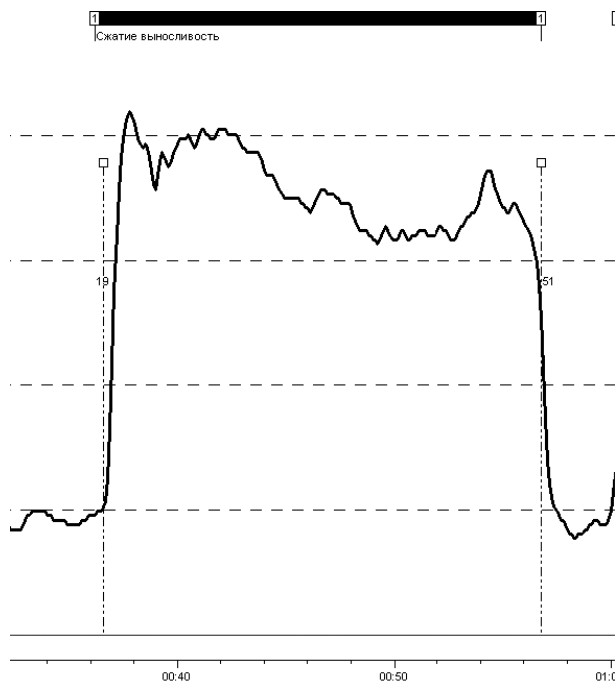


Рис. 1. Кривая утомляемости мышц наружного сфинктера в норме (пациентка Е., 57 лет, АК № 4591-15).

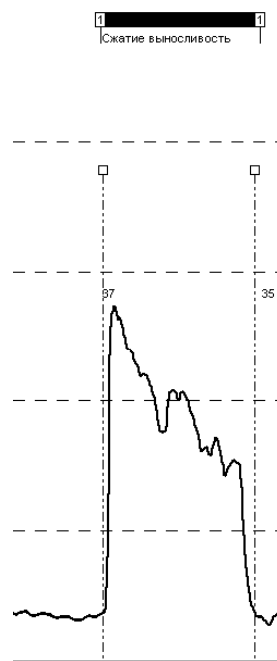


Рис. 2. Повышенная утомляемость мышц наружного сфинктера (пациент ПП., 18 лет, АК № 7951-16, диагноз — НАС II).

Таблица 2

Параметры давления в анальном канале в норме и при различных степенях НАС

Степень НАС	Манометрические показатели (мм рт. ст.)			
	Среднее давление в покое		Максимальное давление сокращения	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
Норма	43–61	41–63	121–227	110–178
I (n = 109)	35–38	36–39	119–145	108–134
II (n = 63)	26–30	30–34	85–116	72–92
III (n = 26)	14–22	15–21	38–58	32–46

Примечание. Различия статистически значимы  $p < 0,05$

Таблица 3

Параметры утомляемости (1\*) наружного сфинктера при различных степенях НАС

Степень НАС	Время падения давления на 50%, с	
	Мужчины	Женщины
Норма	13–20	9–19
I (n = 109)	10–14	9–13
II (n = 63)	9–14	8–12
III (n = 26)	5–18	8–16

Примечание.  $p > 0,05$

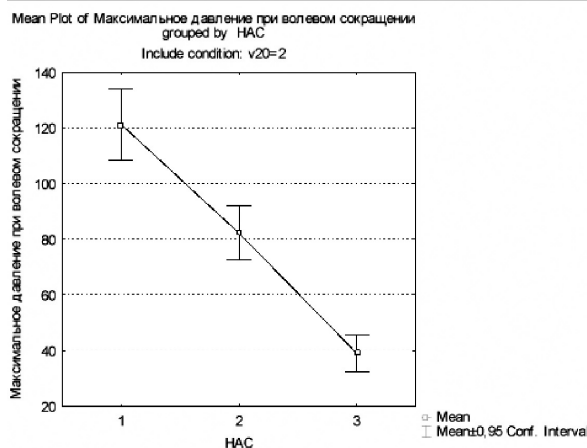
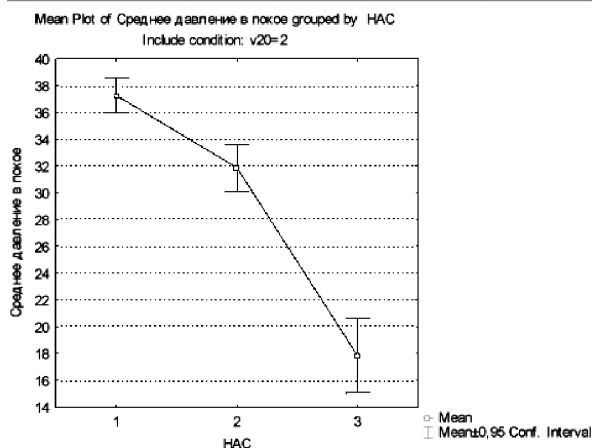
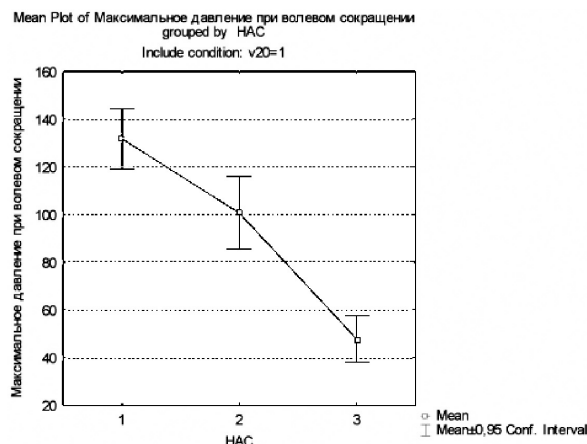
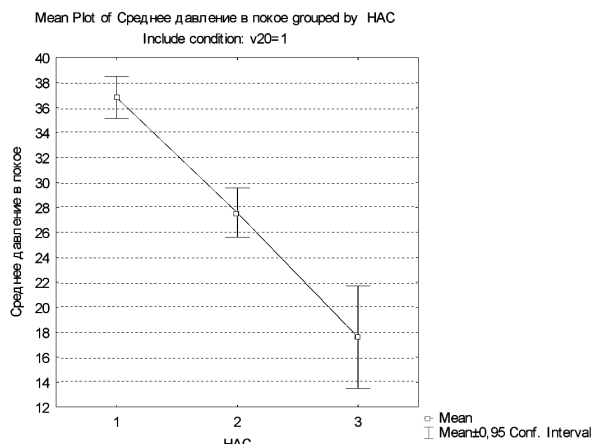


Рис. 3. Графики средних и ошибок величин среднего давления в анальном канале в покое в зависимости от степени НАС (слева мужчины, справа женщины).

Рис. 4. Графики средних и ошибок величин максимального давления при волевом сокращении в анальном канале в зависимости от степени НАС (слева мужчины, справа женщины).



Таблица 4

Параметры утомляемости (2\*) наружного сфинктера при различных степенях НАС

Степень НАС	Площадь под кривой, мм рт.ст. · с	
	Мужчины	Женщины
Норма	367–873	220–682
I (n = 109)	833–1168	560–818
II (n = 63)	532–1083	324–521
III (n = 26)	175–469	158–310

Важно подчеркнуть, что в процессе работы был отмечен интересный факт при качественной оценке кривых утомляемости. Здоровые добровольцы были в состоянии удерживать произвольное сокращение в течение 20 с, и была рассчитана площадь под кривой в течение этого времени в качестве одного из параметров утомляемости в норме. У пациентов с недостаточностью анального сфинктера в ряде случаев мы видели дополнительные попытки поджатия жома заднего прохода. Были ли они связаны с невозмож-

стью удерживать сокращение в течение 20 с или неправильным выполнением пациентом теста на сегодняшний день сказать сложно. Мы рассчитали площадь под кривой для пациентов с различными степенями НАС, получили статистически значимые различия между степенями НАС, но не выявили отличий от нормальных величин (табл. 4, рис. 6).

Как видно из табл. 4, как для мужчин, так и для женщин отсутствуют значимые отличия рассматриваемого показателя от нормальных величин, при этом для

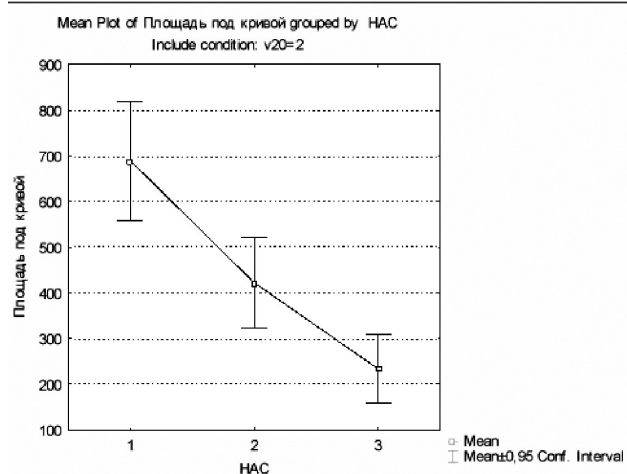
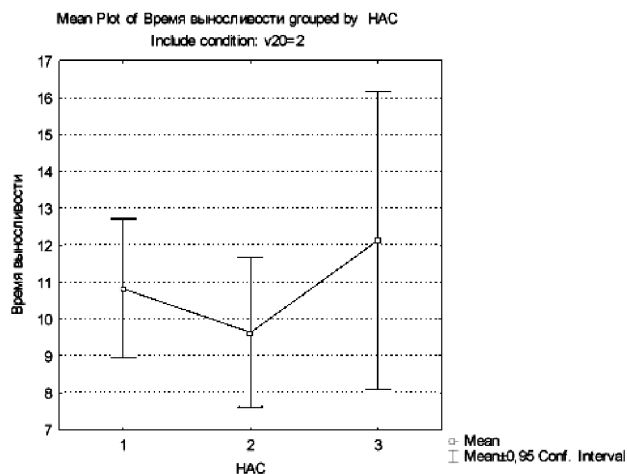
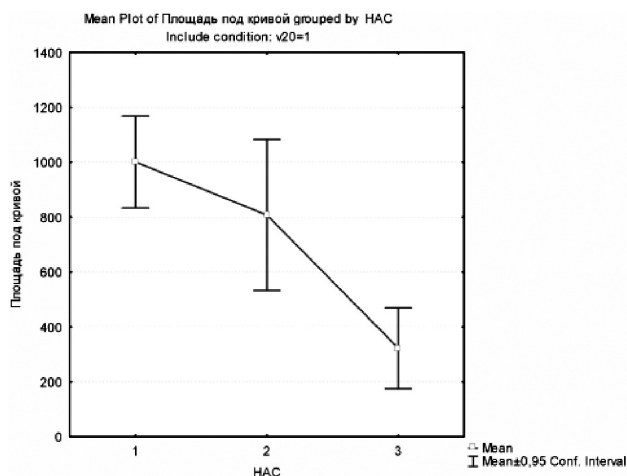
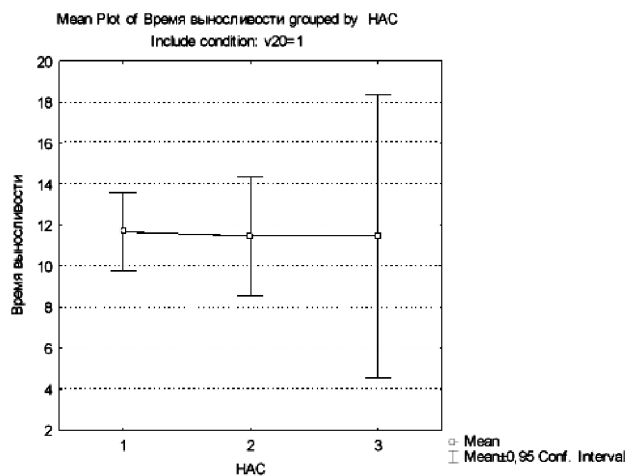


Рис. 5. Графики средних и ошибок величин падения давления на 50% от максимального в зависимости от степени НАС (слева мужчины, справа женщины).

Рис. 6. Графики средних и ошибок площади под кривой в зависимости от степени НАС (слева мужчины, справа женщины).

мужчин отсутствуют статистически значимые различия показателя между I и II степенями НАС, а вот между I и III, II и III имеются значимые различия; для женщин — имеются статистически значимые различия между I и II, между I и III, и между II и III степенями НАС.

Однако мы с осторожностью относимся к расчету данного показателя в клинической практике, и будем продолжать набор материала с максимальным акцентированием (врачом пациенту) на правильность выполнения теста сжатия в течение 20 с.

### Заключение

Таким образом, проведенное нами исследование позволило определить нормативные показатели теста на выносливость. При этом не было выявлено корреляции между степенью недостаточности анального сфинктера (по показателям давления в анальном канале) и параметром утомляемости (временем падения давления на 50%). Гипотетически это можно объяснить тем, что у всех обследуемых пациентов недостаточность анального сфинктера носила посттравматический характер, т.е. страдали количественные характеристики анального сфинктера, а не качественные. По нашему мнению, показатели утомляемости в первую очередь могут меняться у пациентов с функциональной НАС, так как у данной категории больных имеются нарушения нервной регуляции мышц тазового дна и анальных сфинктеров.

Исследование будет продолжено, так как, параметры мышечной утомляемости могут помочь определению истинного характера недостаточности анального сфинктера (миогенная или нейрогенная, органическая или функциональная) и, следовательно, способствовать выбору тактики лечения.

### Сведения об авторах:

*Шельгин Ю.А.*, член-корр. РАН, доктор мед. наук, проф., директор ФГБУ ГНЦК им. А.Н. Рыжих Минздрава России, зав. каф. колопроктологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России

*Порядин Г.В.*, член-корр. РАН, доктор мед. наук, проф., зав. каф. патофизиологии и клинической патофизиологии лечебного факультета ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России

*Титов А.Ю.*, доктор мед. наук, руководитель отделения общей и реконструктивной колопроктологии ФГБУ ГНЦК им. А.Н. Рыжих Минздрава России

*Берсенева Е.А.*, доктор мед. наук, ФГБУ ГНЦК им. А.Н. Рыжих Минздрава России

*Мудров А.А.*, канд. мед. наук, науч. сотр. отделения общей и реконструктивной колопроктологии ФГБУ ГНЦК им. А.Н. Рыжих Минздрава России, ассистент каф. колопроктологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России

*Белюсова С.В.*, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. лаб. клинической патофизиологии ФГБУ ГНЦК им. А.Н. Рыжих Минздрава России

### References

1. Telford K.J., Ali A.S., Lymer K., Hosker G.L., Kiff E.S., Hill J. Fatigability of the external anal sphincter in anal incontinence. *Dis Colon Rectum*. 2004; 47: 746-52.
2. Parks A.G., Porter N.H., Melzak J. Experimental study of the reflex mechanism controlling the muscles of the pelvic floor. *Dis Colon Rectum*. 1962; 5: 407-14.
3. Read M.G., Read N.W. Role of anorectal sensation in preserving continence. *Gut*. 1982; 23: 345-7.
4. Marcello P.W., Barrett R.C., Collier J.A. et al. Fatigue rate index (FRI) as a new measurement of external sphincter function. *Dis Colon Rectum*. 1998; 41: 336-43.
5. Nockolds C.L., Hosker G.L., Kiff S. Warrell Fatigue rate of the external anal sphincter. *Colorectal Disease*. 2011; 14: 1095-100.
6. Schabrun M.S., Stafford E.R., Hodges W.P. Anal Sphincter Fatigue: Is the Mechanism Peripheral or Central? *Neurourology and Urodynamics*. 2011; 999: 1-7.
7. McKenzie D.K., Biglandrichie B., Gorman R.B., Gandevia S.C. Central and peripheral fatigue of human diaphragm and limb muscles assessed by twitch interpolation. *J Physiol — London*. 1992; 454: 643-56.
8. Carrington E.V., Brokjer A., Craven H., Zarate N., Horrocks E.J., Palit S. et al. Traditional measures of normal anal sphincter function using high resolution anorectal manometry (HRAM) in 115 healthy volunteers. *Neurogastroenterol Motil*. 2014; 26(5): 625-35.
9. Komissarov I.A., Kolesnikova N.G., Glushkova V.A. Treatment of anal incontinence in children with the help of plastic gel. *Coloproctologiya*. 2013; 2 (44): 50-3. (in Russian)
10. Ilkanich A.Ya., Slepых N.V., Barbashinov V.A., Abubakirov A.S. The experience of anal swabs «koloplast» in patients with anal incontinence. *Coloproctologiya*. 2013; 4 (46): 35-7. (in Russian)
11. Fomenko O.Yu., Titov A.Yu., Biryukov O.M., Mudrov A.A., Belousova S.V., Egorova D.V. Diagnosis and conservative treatment of functional disorders of defecation. *Coloproctologiya*. 2016; 3 (57): 48-54. (in Russian)