

ЭЛЕКТРОЭФФЕКТИВНОСТЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО И СТИМУЛИРУЕМОГО СОКРАЩЕНИЯ БРЮШНЫХ МЫШЦ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ПАХОВОГО ПРОМЕЖУТКА

Ю.С. Паскалов, А.А. Ботезату, Р.И. Райляну

ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»

Методом электромиографии исследована электроэффективность вызванного физической нагрузкой и электро-стимуляцией сокращения брюшных мышц верхней границы пахового промежутка у 95 (59,7 %) больных с паховыми грыжами и у 64 (40,3 %) пациентов без грыж.

Обнаружено снижение амплитуды, частоты и площади электромиограмм, полученных в области разрушенного грыжей пахового промежутка при самостоятельном сокращении брюшных мышц, на 14,6; 40,2 и 20,2 % по сравнению с контралатеральной стороной.

Уровень амплитуды и частоты электромиограмм паховых областей пациентов без грыж составил (739,75 ± 79,77) МкВ и (50,38 ± 7,62) с, что на 39,6 и 73,5 % выше идентичных показателей функциональной активности мышц верхней границы разрушенного грыжей пахового промежутка и на 28,9 и 55,7 % больше электроактивности контралатеральной от паховой грыжи стороны. Площадь электромиограмм паховых областей пациентов без грыж оказалась выше мощности сокращения мышц вокруг пахового грыжевого дефекта на 61,3 %.

Использование электромиостимуляции брюшных мышц позволило улучшить результаты электромиографии как у пациентов без грыж, так и среди больных с паховыми грыжами и показало эффективность диагностики амплитудной разницы между ними в 41 %.

Ключевые слова: паховая грыжа, электромиография, электростимуляция.

DOI 10.19163/1994-9480-2019-1(69)-100-105

ELECTRIC EFFICIENCY INDEPENDENT AND STIMULATED CONTRACTION OF ABDOMINAL MUSCLES UPPER BOUND OF THE INGUINAL INTERVAL

Yu.S. Paskalov, A.A. Botezatu, R.I. Railianu

SEI «Transnistrian State University named after T.G. Shevchenko»

The method of an electromyography has investigated electroefficiency caused by physical activity and electrostimulation of reduction of abdominal muscles of the upper bound of an inguinal interval at 95 (59,7 %) patients with inguinal hernias and at 64 (40,3 %) patients without hernias.

The decrease of amplitude, frequency and area of electromyograms, received from the area of the destroyed hernia of the inguinal interval at self-reduction of abdominal muscles, by 14,6; 40,2 and 20,2 % in comparison with the contralateral party was found.

The level of amplitude and frequency of electromyograms inguinal areas of patients without hernias was (739,75 ± 79,77) MV and (50,38 ± 7,62) s, which is 39,6 and 73,5 % higher than the identical indices of functional activity of the upper boundary muscles of the destroyed hernia of inguinal and 28,9 % and 55,7 % more contralateral of the inguinal hernia side. The area of electromyograms inguinal areas of patients without hernia was above the power of muscle contraction around the inguinal hernia defect by 61,3 %.

Use of an electromyostimulation of abdominal muscles has allowed to improve results of an electromyography both at patients without hernias, and among patients with inguinal hernias that has allowed has specified a difference in amplitude of electromyograms between them for 41 %.

Key words: inguinal hernia, electromyography, electrostimulation.

Несмотря на достигнутые успехи в лечении больных с паховыми грыжами остается актуальным вопрос восстановления анатомической и функциональной целостности паховой области при герниопластике [2, 9]. Отсутствие учета патогенетически обоснованной биомеханики мышц, формирующих паховый промежуток, как при открытой, так и лапароскопической методике эндопротезирования паховых грыжевых дефектов снижает качество жизни пациентов в послеоперационном периоде [1, 4, 6, 7, 8] и способствует рецидивам заболеваний [9, 10]. Улучшение результатов лечения возможно в случае, когда устраняется не только само грыжевое выпячивание, но и восстанавливается нормальная мышечно-апоневротическая структура пахового промежутка [5].

Для диагностики уровня функционального состояния мышечных групп паховой области наиболее эффективной является поверхностная кожная электромиография [3]. При ее проведении возможна оценка сократительной способности мышц у больных с паховыми грыжами до операции и сравнение полученных результатов с пациентами без грыж, что позволит в дальнейшем понять необходимую степень функциональной реабилитации мышечно-сухожильного каркаса пахового канала для уменьшения числа рецидивов заболевания. Так как сокращение брюшных мышц, утративших при разрушенном паховом промежутке точки фиксации, приобретает в ряде случаев слабовыраженный характер, использование электростимуляции представляло возможность максимальной визуализации

показателей электроактивности, вызванной силой тока брюшномышечного напряжения.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить электроэффективность самостоятельного и вызванного электростимуляцией сокращения мышц верхней границы пахового промежутка у пациентов с паховыми грыжами и без грыж.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2016–2017 гг. на клинической базе кафедры хирургических болезней медицинского факультета Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко проведено исследование электроэффективности сокращения брюшных мышц в паховой области аппаратом «Synapsis Neurotech Russia» (г. Таганрог, Россия) у 159 больных. Среди них было 114 (71,6 %) мужчин и 45 (28,4 %) женщин. Средний возраст обследованных составил $(52,6 \pm 1,5)$ лет. В основную группу вошло 95 (59,7 %) больных с паховыми грыжами, которым электромиография над паховыми областями проводилась при физической и электростимулирующей нагрузке в предоперационном периоде. В группу сравнения включено 64 (40,3 %) пациента, не требовавших хирургического вмешательства на органах брюшной полости и не имевших грыжевых дефектов на момент осмотра или грыжесечений в анамнезе. По возрасту и сопутствующей патологии пациенты основной группы и группы сравнения были сопоставимы.

Методика обследования проводилась в следующем порядке: активный и индифферентный электроды электромиографа устанавливались параллельно и на 3 см выше паховой связки поочередно в правой и левой паховых областях. Электроды электростимулирующего устройства располагали по срединной линии живота выше и ниже пупочного кольца. При физической нагрузке, заключающейся в одновременном поднятии головы и ног, а также после включения электромиостимулятора Health Gerald (Digital Therapy Machine, 2015) с силой импульса в 5 V фиксировали электроактивность мышц, формирующих паховый промежуток, в виде средних значений амплитуды, частоты, фронта и площади интерференционных электромиограмм. Полученные данные подвергались компьютерной статистической обработке программой Statistica 10.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Средняя амплитуда и частота электромиограмм мышц верхней границы пахового промежутка среди пациентов основной группы на стороне грыжевого выпячивания составила $(446,88 \pm 53,72)$ МкВ и $(13,33 \pm 3,46)$ с, а над здоровой паховой областью они оказались на уровне $(523,36 \pm 53,9)$ МкВ и $(22,3 \pm 4,9)$ с соответственно. Отличие в амплитуде и частоте электромиограмм между паховой областью с грыжевым выпячиванием и без него

составила 14,6 и 40,2 %. Средние цифры фронта и площади электромиограмм, обозначающие скорость и мощность сокращения брюшных мышц, вокруг разрушенного грыжей пахового промежутка составили $(239,1 \pm 56,92)$ мс и $(145,5 \pm 19,24)$ мВ*мс; на противоположной стороне эти показатели достигли уровня $(441,95 \pm 42,18)$ мс и $(182,39 \pm 19,87)$ мВ*мс. Таким образом, скорость сокращения мышц верхней границы пахового промежутка оказалась выше на стороне паховой грыжи на 45 %, а мощность – ниже на 20,2 %.

Среди пациентов группы сравнения отсутствовало статистически значимое различие в средних значениях амплитуды и частоты сокращения мышечных групп паховой области с правой и левой стороны ($p < 0,01$), поэтому при расчетах использовались усредненные параметры обеих паховых областей, которые составили $(739,75 \pm 79,77)$ МкВ и $(50,38 \pm 7,62)$ с, что превышало результаты основной группы на стороне грыжи на 39,6 и 73,5 %, а на здоровой стороне – на 28,9 и 55,7 % соответственно. Следовательно, обнаруженное среди пациентов с паховыми грыжами снижение электроэффективности сокращения брюшных мышц присутствует как на стороне грыжи, так и на контралатеральной стороне, что говорит о системном характере имеющихся нарушений сократительной способности мышц передней брюшной стенки у данной категории больных.

Усредненные показатели фронта и площади электромиограмм обеих паховых областей в группе сравнения были на уровне $(391,71 \pm 68,55)$ мс и $(376,48 \pm 74,82)$ мВ*мс, что подтверждало снижение мощности сокращения мышц вокруг паховой области на стороне грыжи на 61,3 % и увеличения скорости их сокращения на 38,9 % (рис. 1).

Последующий анализ электроэффективности сокращения брюшных мышц верхней границы пахового промежутка среди пациентов основной группы проводился по следующим критериям: пол, возраст, размер и наличие рецидивов паховых грыж, срок грыженосительства.

Так, гендерные различия в амплитуде электромиограмм при сокращении мышц вокруг разрушенного грыжей пахового промежутка имели следующие характеристики: электроэффективность амплитуды мышц у мужчин находилась на уровне $(453,06 \pm 62,38)$ МкВ, а у женщин – $(381,79 \pm 45,07)$ МкВ. Таким образом, у лиц мужского пола с паховыми грыжами присутствует превалирование амплитуды электромиограмм на 15,7 %, но, по-видимому, данной разницы недостаточно для исключения влияния факторов риска на мышечно-апоневротические структуры паховой области мужчин, так как среди них паховые грыжи встречаются значительно чаще.

На стороне паховых грыж небольших размеров и прямых паховых грыж (Nyhus I, II, IIIA) при самостоятельном мышечном сокращении генерировались электромиограммы со средними значениями амплитуды в $(492,22 \pm 49,89)$ МкВ и частоты в $(16,86 \pm 3,63)$ с. Электроэффективность сокращения мышц

верхней границы пахового промежутка на стороне пахово-мошоночных грыж (Nyhus IIIB) по амплитуде равнялась ($426,66 \pm 61,84$) МкВ, а по частоте – ($6,04 \pm 1,67$) с. Разница амплитудно-частотных характеристик электромиограмм мышц между паховыми и пахово-мошоночными грыжами составила 13,3 и 64,1 % соответственно.

У пациентов основной группы на стороне первично выявленных паховых грыж средние цифры амплитуды электромиограмм составили ($452,33 \pm 57,34$) МкВ, а при рецидивных паховых грыжах – ($331,11 \pm 46,37$) МкВ. Следовательно, снижение электроэффективности мышц верхней границы пахового промежутка более чем на 26,8 % в послеоперационном периоде способно привести к рецидиву заболевания. Статистически значимых различий

в частоте электромиограмм среди больных с первичными и рецидивными паховыми грыжами выявлено не было ($p < 0,05$) (рис. 2).

Пятилетний срок грыженосительства не способствовал выраженному снижению электроэффективности сокращения мышц вокруг разрушенного грыжей пахового промежутка. Так, при грыженосительстве до года средние значения амплитуды электромиограмм составили ($457,3 \pm 77,34$) МкВ, что на 1,8 % оказалось выше амплитуды грыженосителей сроком до 5 лет. Присутствие грыжи в паховой области более 5 лет уменьшало электроактивность мышц на 8,9 %. Таким образом, наибольшим анатомо-функциональным изменениям брюшные мышцы подвергались в течение первого года формирования грыжевого выпячивания в паховой области.

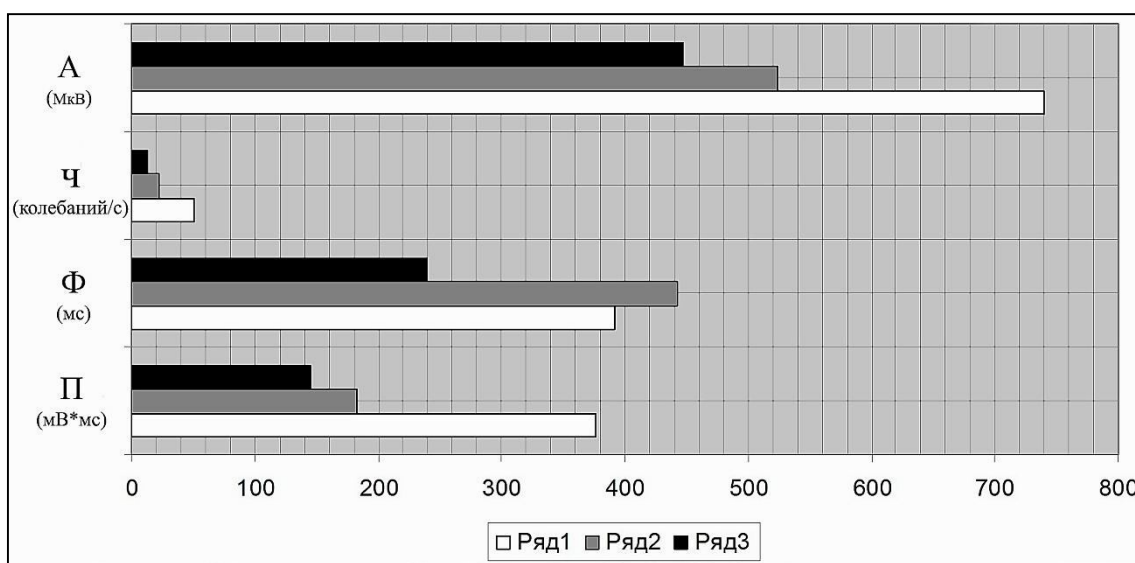


Рис. 1. Электроэффективность произвольного сокращения мышц верхней границы пахового промежутка:

А – амплитуда электромиограмм (МкВ); Ч – частота электромиограмм (колебаний/с);

Ф – фронт электромиограмм (мс); П – площадь электромиограмм (мВ*мс);

ряд 1 – электромиограммы сокращения мышц паховой области на контрольной стороне от грыжи в основной группе;

ряд 2 – электромиограммы сокращения мышц паховой области на стороне грыжи в основной группе

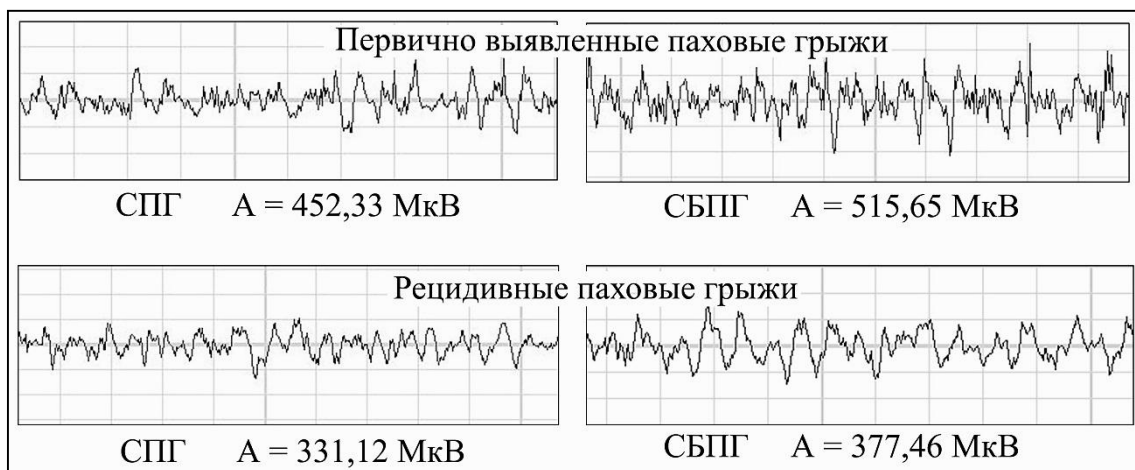


Рис. 2. Электромиограммы первичных и рецидивных паховых грыж:

СПГ – сторона паховой грыжи; СБПГ – сторона без паховой грыжи; А – амплитуда электромиограмм

Методом корреляционного анализа Спирмена обнаружена обратная корреляционная связь средней силы ($r = -0,6$) между амплитудно-частотными характеристиками электромиограмм и возрастом больных с паховыми грыжами с достоверностью $p < 0,05$. Так, в возрастной группе 25–44 лет амплитуда и частота электромиограмм на стороне разрушенного грыжей пахового промежутка составили ($472,6 \pm 78,06$) МкВ и ($21,8 \pm 0,2$) с; у грыже-носителей в возрасте (45–60) лет электроэффективность сокращения брюшных мышц снизилась на 18,1 и 25 % соответственно. Отрицательная динамика показателей электромиограмм у лиц в возрасте старше 60 лет усилилась, достигнув уровня

($103,7 \pm 12,86$) МкВ и ($4,01 \pm 1,74$) с, что оказалось ниже амплитуды и частоты электромиограмм мышц вокруг паховой грыжи в первой возрастной группой на 78,1 и 81,6 %. В результате электростимуляции брюшных мышц у больных основной группы амплитуда и частота электромиограмм на стороне паховых грыж оказались равны ($14,79 \pm 2,76$) мВ и ($182,56 \pm 41,91$) с. На противоположной стороне эти показатели достигли уровня ($23,22 \pm 4,09$) мВ и ($192,78 \pm 34,24$) с соответственно. Следовательно, электростимуляция у пациентов основной группы выявила более выраженную разницу между электроактивностью мышц в паховых областях с грыжами и без грыж в 36,3 и 5,3 % (рис. 3).

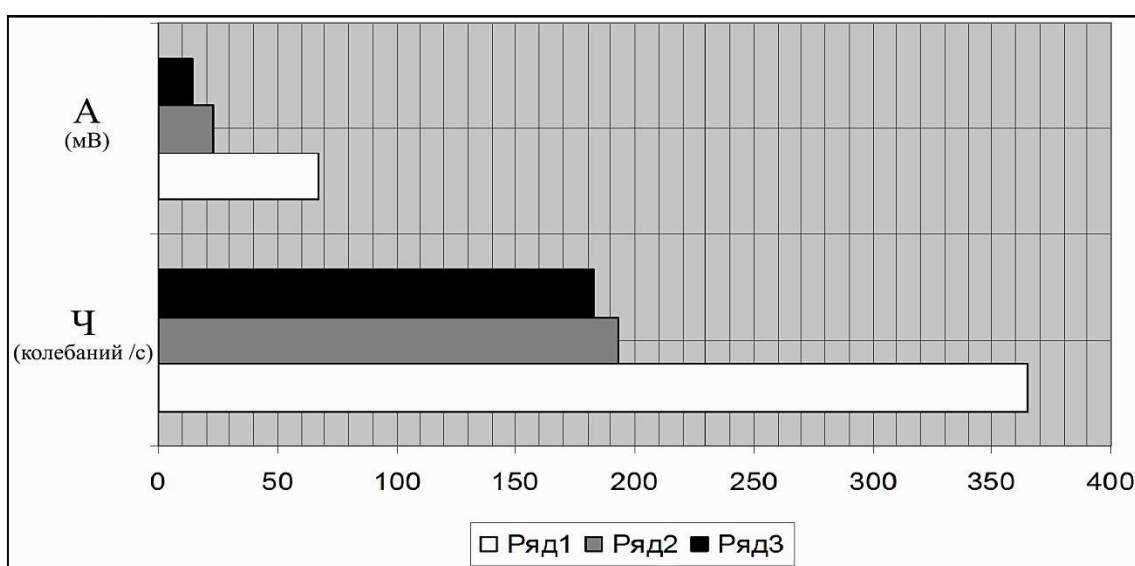


Рис. 3. Электроэффективность стимулируемого током сокращения мышц верхней границы пахового промежутка:

А – амплитуда электромиограмм (мВ); Ч – частота электромиограмм (колебаний/с);
 ряд 1 – электромиограммы сокращения мышц паховой области в контрольной группе;
 ряд 2 – электромиограммы сокращения мышц паховой области на контралатеральной от грыжи стороне в основной группе;
 ряд 3 – электромиограммы сокращения мышц паховой области на стороне грыжи в основной группе

В группе сравнения усредненные амплитудно-частотные показатели электромиограмм мышц вокруг обоих паховых промежутков, полученных при электростимуляции, составили ($66,86 \pm 9,8$) мВ и ($365,16 \pm 58,63$) с, что превышало амплитуду и частоту электромиограмм разрушенного грыжей пахового промежутка пациентов основной группы на 77,9 и 50 %. По сравнению с электроэффективностью самостоятельного сокращения брюшных мышц применение электромиостимулятора позволило повысить точность исследования амплитуды электромиограмм на 41 %. Фронт и площадь электромиограмм, зарегистрированных с мышц, формирующих верхнюю границу разрушенного грыжей пахового промежутка, при включении электростимулирующего устройства составили

($307,24 \pm 53,95$) мс и ($1,46 \pm 0,48$) В*с. На контралатеральной грыже стороне фронт и площадь оказались равны ($454,31 \pm 81,23$) мс и ($1,66 \pm 0,53$) В*с. Исходя из этого, можно сделать вывод, что скорость сокращения мышц верхней границы пахового промежутка на стороне грыжи была выше на 32,3 %. А мощность – снижена на 12,2 % (рис. 4).

Усредненные данные фронта и площади электромиограмм электростимулирующего сокращения мышц обеих паховых областей у пациентов группы сравнения зафиксированы на уровне ($469,53 \pm 51,51$) мс и ($2,2 \pm 0,43$) В*с, что по скорости сокращения ниже на 34,5 %, по мощности – выше на 33,7 % по сравнению с областью паховой грыжи в основной группе.



Рис. 4. Электромиограммы электростимулирующего сокращения основной группы и группы сравнения:
 СПГ – сторона паховой грыжи; СБПГ – сторона без паховой грыжи;
 Φ – фронт электромиограмм; S – площадь электромиограмм

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В области паховых грыж электроэффективность самостоятельного сокращения мышц оказалась ниже амплитуды и частоты контралатеральной стороны на 14,6 и 40,2 % с сохранением ее отрицательной динамики при рецидивных, пахово-мошоночных грыжах и у больных пожилого возраста.

Ослабление электроактивности самостоятельного сокращения мышц при разрушенном грыжей паховом промежутке по сравнению с амплитудой, частотой и площадью электромиограмм паховой области пациентов без грыж достигло уровня 39,6; 73,5 и 61,3 % соответственно.

Использование электромиостимуляции брюшных мышц верхней границы пахового промежутка позволило повысить эффективность анализа средних значений амплитуды электромиограмм между пациентами основной группы и группы сравнения на 41 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвенетадзе Т.К. Профилактика развития мужского бесплодия после различных способов герниопластики с использованием сетчатого эксплантата // *Новости хирургии.* – 2014. – Т. 22, № 3. – С. 379–385.
2. Гуслеев А.Б., Черепанов Д.Ф., Рутенберг Г.М., Ельцин С.С. Технические особенности лапароскопической протезирующей герниопластики паховых грыж // *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* – 2017. – Т. 176, № 3. – С. 77–80.
3. Меженная М.М., Осипов А.Н., Ильясевич И.А., Давыдов М.В., Давыдова Н.С., Кульчицкий В.А. Метод частотно-временного анализа суммарной электромиограммы в оценке функционального состояния нервно-мышечного аппарата человека // *Проблемы физики, математики и техники.* – 2012. – № 1 (10). – С. 105–112.

4. Черепенин А.И., Антонов О.М., Покровский К.А. Осложнения пахового грыжесечения: клиническая характеристика послеоперационных гематом // *Журн. «Врач».* – 2017. – № 5. – С. 45–48.
5. Черных А.В., Закурдаев Е.И., Малеев Ю.В. Биомеханические особенности аутогерниопластики паховых грыж с различными послабляющими разрезами передней стенки влагалища прямой мышцы живота // *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье».* – 2015. – № 3. – С. 105–109.
6. Andresen K., Burchrath J., Fonnes S., Hupfeld L., Rothman J.P., Deigaards S., Winther D., Errele M.B., Therkilsen R., Hauge D., Sorensen F.S., Rosenberg J. Sexual dysfunction after inguinal hernia repair with onstep versus Lichtenstein technique: A randomized clinical trial // *Surgery.* – 2017. – № 161 (6). – P. 1690–1695.
7. Lange J.F., Meyer V.M., Vozopai D.A., Keus E., Wijsneuller A.R., Ploeg R.J., Pierie J.P. The role of surgical expertise with regard to chronic postoperative inguinal pain (CPIP) after Lichtenstein correction of inguinal hernia: a systematic review // *Hernia.* – 2016. – № 20 (3). – P. 349–356.
8. Oberg S., Andresen K., Klausen T.W., Rosenberg J. Chronic pain after mesh versus nonmesh repair of inguinal hernias: A systematic review and a network meta-analysis of randomized controlled trials // *Surgery.* – 2018. DOI: 10.1016 [Epub ahead of print].
9. Roos M., Bakker W.J., Shouten N., Voorbrood C., Clevers G.J., Verleisdonk E.J., Davids P., Burgmans J. Higher recurrence rate after endoscopic totally extraperitoneal (TEP) Inguinal Hernia Repair with Ultrapro lightweight mesh: 5-Year Results of a Randomized Controlled Trial (TULP-trial) // *Annals of Surgery.* – 2018. DOI:10.1097/SLA.0000000000002649 [Epub ahead of print].
10. Sun J., Wang W., Li J., Yue F., Feng B., Wang J., Wang M., Laparoscopic experience for Recurrent Inguinal Hernia Repair in a Single Center for 14 Years // *Am. Surg.* – 2018. – № 84 (3). – P. 344–350.

REFERENCES

1. Gvenetadze T.K. Profilaktika razvitija muzhskogo besplodija posle razlichnyh sposobov hernioplastiki

s ispol'zovaniem setchatogo jeksplanta [Prevention of development of male infertility after various ways of a hernioplasty about use of the mesh explant]. *Novosti hirurgii* [Surgery news], 2014, no. 3 (22), pp. 379–385. (In Russ.; abstr. in Engl.).

2. Gusleev A.B., Cherepanov D.F., Rutenberg G.M., El'cin S.S. Tehnicheskie osobennosti laparoskopicheskoy protezirujushhej germioplastiki pahovyh gryzh [Technical features of the laparoscopic fitting a prosthesis hernioplasty of inguinal hernias]. *Vestnik hirurgii im. I.I. Grekova* [The messenger of surgery named after I.I. Grekov], 2017, no. 3 (176), pp. 77–80. (In Russ.; abstr. in Engl.).

3. Mezhennaja M.M., Osipov A.N., Il'jasevich I.A., Davydov M.V., Davydova N.S., Kul'chickij V.A. Metod chastotno-vremennogo analiza summarnoj jelektromiogrammy v ocenke funkcional'nogo sostojanija nervno-myshechnogo apparata cheloveka [Method of the time-and-frequency analysis of the total electromyogram in assessment of a functional condition of the neuromuscular device of the person]. *Problemy fiziki, matematiki i tehniki* [Problems of physics, mathematics and equipment], 2012, no. 1 (10), pp. 105–112. (In Russ.; abstr. in Engl.).

4. Cherepenin A.I., Antonov O.M., Pokrovskij K.A. Oslozhenija pahovogo gryzhesechenija: klinicheskaja harakteristika posleoperacionnyh gematom [Complications of an inguinal repair: clinical characteristic of postoperative hematomas]. *Zhurnal Vrach* [Doctor magazine], 2017, no. 5, pp. 45–48. (In Russ.; abstr. in Engl.).

5. Chernyh A.V., Zakurdaev E.I., Maleev Ju.V. Biomehanicheskie osobennosti autogermioplastiki pahovyh gryzh s razlichnymi poslabljajushhimi razrezami perednej stenki vlagalishha prjamoj myshcy zhivota [Biomechanical features of autohernioplasty of inguinal hernias with various

laxative cuts of the anterior wall of the vagina of the rectus abdominis]. *Kurskij nauchno-prakticheskij vestnik «Chelovek i ego zdorov'e»* [Kursk scientific and practical herald «Man and his health»], 2015, no. 3, pp. 105–109. (In Russ.; abstr. in Engl.).

6. Andresen K., Burchrath J., Fonnes S., Hupfeld L., Rothman J.P., Deigaards S., Winther D., Errele M.B., Therkilsen R., Hauge D., Sorensen F. S., Rosenberg J. Sexual dysfunction after inguinal hernia repair with onstep versus Lichtenstein technique: A randomized clinical trial. *Surgery*, 2017, no. 161 (6), pp. 1690–95.

7. Lange J.F., Meyer V.M., Vozopai D.A., Keus E., Wijsneuller A.R., Ploeg R.J., Pierie J.P., The role of surgical expertise with regard to chronic postoperative inguinal pain (CPIP) after Lichtenstein correction of inguinal hernia: a systematic review. *Hernia*, 2016, no. 20 (3), pp. 349–56.

8. Oberg S., Andresen K., Klausen T.W., Rosenberg J. Chronic pain after mesh versus nonmesh repair of inguinal hernias: A systematic review and a network meta-analysis of randomized controlled trials. *Surgery*, 2018, doi: 10.1016 Epub 2018 Mar 13.

9. Roos M., Bakker W. J., Shouten N., Voorbrood C., Clevers G.J., Verleisdonk E.J., Davids P., Burgmans J. Higher recurrence rate after endoscopic totally extraperitoneal (TEP) Inguinal Hernia Repair with Ultrapro lightweight mesh: 5-Year Results of a Randomized Controlled Trial (TULP-trial). *Annals of Surgery*, 2018, doi:10.1097/SLA.0000000000002649 Epub 2018 Jan 4.

10. Sun J., Wang W., Li J., Yue F., Feng B., Wang J., Wang M., Laparoscopic experience for Recurrent Inguinal Hernia Repair in a Single Center for 14 Years. *Am. Surg.*, 2018, no. 84 (3), pp. 344–50.

Контактная информация

Райляну Радун Иванович – к. м. н., доцент кафедры хирургических болезней медицинского факультета, Приднестровский государственный университета им. Т.Г. Шевченко, e-mail: railianu.radu@yandex.ru