

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ СЕТЧАТКИ И ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА ПОСЛЕ ВИТРЕКТОМИИ ПРИ ВИТРЕОМАКУЛЯРНОМ ТРАКЦИОННОМ СИНДРОМЕ

© Е.Н. Николаенко, А.Н. Куликов, В.В. Волков, В.Ф. Даниличев

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

Для цитирования: Николаенко Е.Н., Куликов А.Н., Волков В.В., Даниличев В.Ф. Функциональная активность сетчатки и зрительного нерва после витрэктомии при витреомакулярном тракционном синдроме // Офтальмологические ведомости. — 2019. — Т. 12. — № 3. — С. 13–20. <https://doi.org/10.17816/OV11040>

Поступила: 11.02.2019

Одобрена: 06.03.2019

Принята: 18.09.2019

✧ **Введение.** Проанализированы результаты влияния витрэктомии по поводу витреомакулярного тракционного синдрома на функциональную активность сетчатки, зрительного нерва.

✧ **Материалы и методы.** Электрофизиологический мониторинг проведён до витрэктомии и на 1, 3, 7, 14, 30, 60, 180-е сутки после операции у 59 пациентов (59 глаз). В зависимости от вида тампонады стекловидной камеры сформировано три группы пациентов: I — тампонада стерильным воздухом, II — тампонада газозооной смесью, III — сбалансированный солевой раствор.

✧ **Результаты.** Достоверное угнетение функциональной активности нейронов внутренних слоёв сетчатки, зрительного нерва зарегистрировано на 1-е сутки после операции по сравнению с исходными данными ($p < 0,001$). В группах I, III функциональная активность внутренних слоёв сетчатки, зрительного нерва восстанавливалась в два раза активнее, чем во II группе.

✧ **Выводы.** Витрэктомия вызывает обратимое значимое угнетение функциональной активности внутренних слоёв сетчатки, зрительного нерва. Длительность витрэктомии — значимый негативный фактор, определяющий степень угнетения функциональной активности данных нейронов после операции. Тампонада стекловидной камеры с перфторпропаном в составе газозооной смеси, по сравнению с тампонадой стерильным воздухом и сбалансированным солевым раствором, является значимым негативным фактором, влияющим на степень угнетения функциональной активности сетчатки, зрительного нерва после операции.

✧ **Ключевые слова:** витреомакулярный тракционный синдром; витрэктомия; зрительные вызванные потенциалы; электрофосфен; электрофизиологические методы исследования.

RETINAL AND OPTIC NERVE FUNCTIONAL ACTIVITY AFTER VITRECTOMY FOR VITREOMACULAR TRACTION SYNDROME

© Е.Н. Николаенко, А.Н. Куликов, В.В. Волков, В.Ф. Даниличев

S.M. Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

For citation: Nikolaenko EN, Kulikov AN, Volkov VV, Danilichev VF. Retinal and optic nerve functional activity after vitrectomy for vitreomacular traction syndrome. *Ophthalmology Journal*. 2019;12(3):13-20. <https://doi.org/10.17816/OV11040>

Received: 11.02.2019

Revised: 06.03.2019

Accepted: 18.09.2019

✧ **Background.** Impacts of vitrectomy for vitreomacular traction syndrome on retinal and optic nerve functional activity are analyzed.

✧ **Materials and methods.** The electrophysiological monitoring was carried out before vitrectomy and on Days 1, 3, 7, 14, 30, 60, 180 after surgery in 59 patients (59 eyes). Patients were divided into three groups depending on the intraocular tamponade type: the first group — air tamponade, the second group — gas (C3F8) tamponade, the third group — BSS (balanced salt solution).

✧ **Results.** A significant inhibition of the functional activity of neurons of internal layers of the retina and of the optic nerve was revealed on the Day 1 after surgery compared to baseline data ($p < 0.001$). In groups I and III, the functional activity of inner layers of the retina and of the optic nerve restored twice as actively as that in the second group.

✧ **Conclusions.** Vitrectomy causes a reversible and significant inhibition of functional activity of retina and optic nerve. The duration of vitrectomy procedure is a significant negative factor determining the degree of depression of the functional activity of inner layers of the retina and of the optic nerve in the post-op period. The gas tamponade of the vitreous cavity with perfluoropropane-air mixture, compared to air and BSS tamponades, is a significant negative factor influencing the degree of functional activity inhibition of retina and optic nerve after surgery.

✧ **Keywords:** vitreomacular traction syndrome; vitrectomy; visual evoked potentials; electrophosphene; electrophysiology testing.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы патология макулярной области сетчатки занимает одно из лидирующих мест в структуре глазных заболеваний и служит значимой причиной выраженного снижения остроты зрения и ухудшения качества жизни пациентов [1]. Витреомакулярный тракционный синдром (ВМТС) является одним из таких патологических состояний, при котором формирование тракций в макулярной области приводит к возможному развитию отёка, образованию макулярного разрыва и, как следствие, нарушению функции центральной области сетчатки [2, 3]. На сегодняшний день общепринятой тактикой хирургического лечения считается субтотальная витрэктомия (ВЭ) с удалением задней гиалоидной мембраны и внутренней пограничной мембраны, тампонадой стекловидной камеры рассасывающимися газами [4]. Однако, несмотря на успешность хирургического лечения ВМТС, функциональные исходы после ВЭ нередко оказываются неудовлетворительными [5, 6]. В ранее проведённых нами исследованиях, а также по данным других авторов, одна из возможных причин угнетения функционального состояния сетчатки заключается в воздействии комплекса неблагоприятных факторов ВЭ как физической (вибрационное воздействие наконечника витреотома на сетчатку, удаление мембран), так и химической (воздействие различных красителей, заменителей стекловидного тела) природы [7–10]. Безусловно, в акте зрения важны как анатомическая, так и функциональная сохранность всех звеньев зрительного нервного пути, поэтому изучение влияния ВЭ при ВМТС на функциональную активность сетчатки и зрительного нерва с применением электрофизиологических методик представляет актуальную научную задачу.

Цель исследования: по данным электрофизиологического обследования провести сравнительный анализ динамики функциональной активности сетчатки и зрительного нерва после ВЭ при ВМТС.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Критерии включения в исследование:

- пациенты с ВМТС, нуждающиеся в хирургическом лечении;
- выполнение стандартной трёхпортовой трансклиарной ВЭ 25 Ga;
- строгое соблюдение сроков контрольных осмотров с выполнением электрофизиологического обследования.

Критерии исключения из исследования:

- заболевания, влияющие на функциональную активность сетчатки и зрительного нерва (частичная атрофия зрительного нерва, глаукома, диабетическая ретинопатия, отслойка сетчатки и др.);
- интраоперационные осложнения, влияющие на функциональную активность сетчатки и зрительного нерва (острое нарушение кровообращения в зрительном нерве, ятрогенная отслойка сетчатки и др.).

С 2012–2018 гг. в клинике офтальмологии ВМедА им. С.М. Кирова электрофизиологическое обследование прошли 1196 пациентов, из них критериям включения соответствовали 59 пациентов (59 глаз — 28 женщин и 31 мужчина, средний возраст — $73,32 \pm 7,54$ года).

Всем пациентам выполняли трёхпортовую ВЭ 25 Ga с помощью витрэктомической системы Accurus (Alcon, США). В ходе хирургического вмешательства рабочая частота реза витреотома составляла в среднем 2500 об/мин, объём глазного яблока восполняли сбалансированным солевым раствором (BSS, Alcon, США). Удаляли заднюю гиалоновую мембрану, контрастированную триамцинолоном ацетонидом — Кеналог 40 (АО «КРКА, Словения). Внутреннюю пограничную мембрану, окрашенную красителем Membrane Blue (Dogs, Голландия), удаляли витреальным пинцетом. У 20 пациентов (20 глаз) операцию завершили тампонированием витреальной полости стерильным воздухом, у 20 (20 глаз) — газоздушной смесью (C3F8 и стерильный воздух в соотношении 1 : 4), у 19 (19 глаз) — сбалансированным солевым раствором.

Всем пациентам исследовали остроту зрения и проводили электрофизиологическое обследование. Визометрию выполняли с помощью визометрических таблиц Сивцева по стандартной методике. Функциональную активность нейронов внутренних слоёв сетчатки оценивали по порогу электрической чувствительности (ЭЧ) и критической частоте исчезновения фосфена (КЧИФ). Функциональное состояние зрительного нерва определяли с помощью зрительных вызванных потенциалов на вспышку (в-ЗВП). в-ЗВП выполняли на электрофизиологическом приборе Tomey EP-1000 Multifocal (Tomey Corporation, Япония). ЭЧ и КЧИФ исследовали на электроофтальмостимуляторе «Эсофи-01» (НПО «Спецмедприбор», Россия).

Анализировали следующие электрофизиологические показатели:

- в-ЗВП: латентность компонента P2 (мс), относительное (в %) изменение латентности компонента P2;
- электрофосфен: порог ЭЧ (мкА), относительное (в %) изменение порога ЭЧ, показатели КЧИФ (Гц), относительное (в %) изменение показателей КЧИФ.

Исследование остроты зрения и электрофизиологическое обследование проводили перед ВЭ и на 1, 3, 7, 14, 30, 60, 180-е сутки после хирургического вмешательства.

Для статистического анализа использовали программный пакет MedCalc Software 18.4.1. Оценивали нормальность распределения выборки с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Все данные представляли как среднее \pm стандартное отклонение. Определяли статистическую значимость различий между группами и проводили попарное сравнение групп с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с поправкой Бонферрони ($p < 0,0125$). Рассчитывали коэффициент корреляции Спирмена и его достоверность. Результаты считали статистически значимыми при $p < 0,01$.

Таблица 1 / Table 1

Общая характеристика пациентов в основных и контрольной группах
General characteristics of patients in main groups and in the control group

Показатель		I группа <i>n</i> = 20	II группа <i>n</i> = 20	III группа <i>n</i> = 19	Контрольная группа
Возраст		75,2 \pm 7,3	77,3 \pm 5,4	78,7 \pm 6,2	72,7 \pm 7,5
Пол	мужской	11	10	10	33
	женский	9	10	9	37
Вид тампонирующего субстрата		Стерильный воздух	Газовоздушная смесь	Сбалансированный солевой раствор	–

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение пациентов по группам, полу, возрасту, виду тампонирующего стекловидную камеру субстрата представлено в табл. 1.

Контрольная группа (70 человек — 70 глаз) была сформирована из пациентов, перенёвших стандартное хирургическое лечение без осложнений по поводу катаракты с имплантацией интраокулярной линзы. Пациентам данной группы проводили оперативное лечение, отличающееся от лечения в основных группах тем, что манипуляции инструментами во время операции и их воздействие на окружающие ткани осуществляли в передней камере глаза, не затрагивая сетчатку и зрительный нерв и не влияя на их электрогенез соответственно.

Изменение показателей остроты зрения на протяжении всего периода наблюдения в основных и контрольной группах представлено на рис. 1.

При анализе динамики показателей кинетики биоэлектрического импульса зрительного нерва выявлено достоверное увеличение ($p < 0,001$) временных параметров компонента P2 в-ЗВП на 1-е сутки после операции во всех трёх группах (рис. 2, 3). С третьих суток после операции отмечалась тенденция к восстановлению скорости проведения нервного импульса по зрительному нерву. Кинетика нервного импульса в I и III группах достигала нормальных значений на 14-е сутки после ВЭ, во II группе — на 30-е сутки после операции.

По данным исследования электрофосфена выявлено достоверное увеличение порога ЭЧ и КЧИФ на 1-е сутки после ВЭ по сравнению с исходными данными во всех трёх группах (рис. 4–7). С третьих суток после операции показатели ЭЧ и КЧИФ постепенно восстанавливались до нормальных значений. Нормализация показателей ЭЧ в I и III группах выявлена на 7-е сутки, во II группе — на 14-е сутки после операции. Показатели КЧИФ в I и III группах

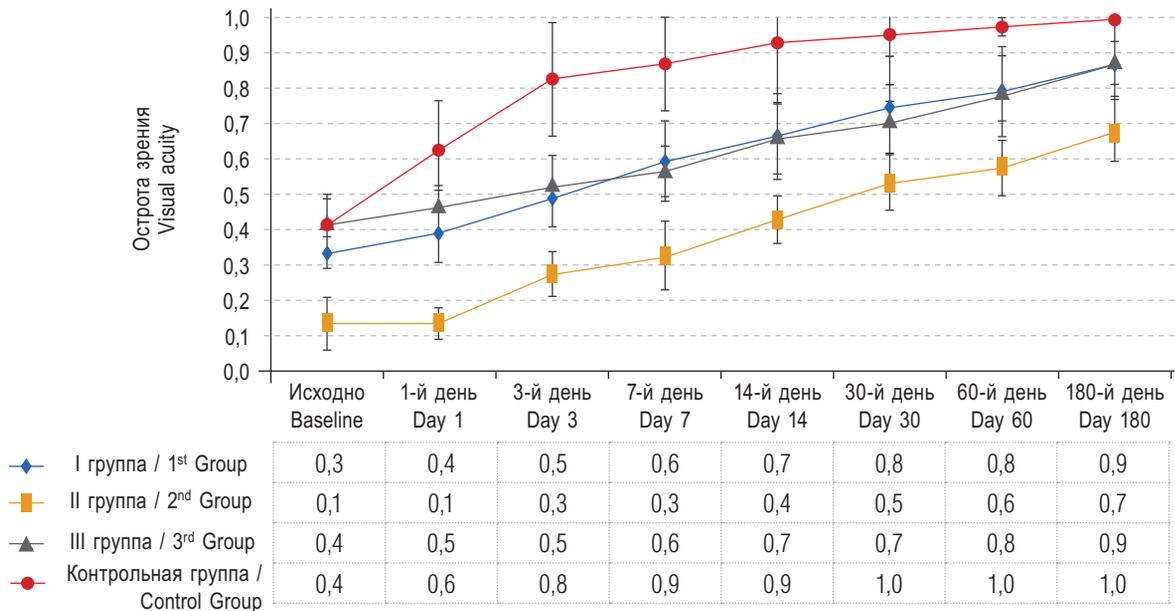


Рис. 1. Динамика остроты зрения

Fig. 1. Visual acuity dynamics

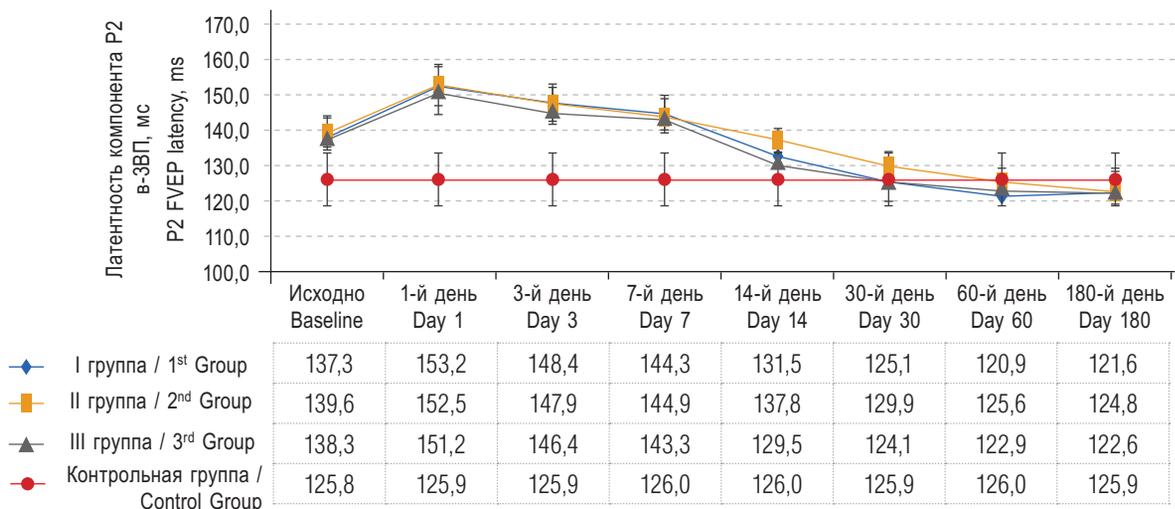


Рис. 2. Динамика латентности компонента P2 зрительных вызванных потенциалов на вспышку

Fig. 2. Dynamics of the P2 Flash VEP latency

нормализовались на 14-е сутки, во II группе — на 30-е сутки после операции.

Временные параметры компонента P2 в-ЗВП, показатели электрофосфена в контрольной группе были стабильны и при этом отсутствовали достоверные различия на всех сроках наблюдения.

По результатам сравнительного анализа исходных показателей временных параметров в-ЗВП во всех группах выявлена статистически достоверная разница латентности компонентов P2 в-ЗВП между I группой и группой контроля,

II группой и группой контроля, III группой и группой контроля ($p < 0,001$).

По результатам сравнительного анализа исходных показателей КЧИФ во всех группах установлена статистически достоверная разница показателей КЧИФ между I группой и группой контроля, II группой и группой контроля, III группой и группой контроля ($p < 0,001$).

Продолжительность ВЭ в среднем в основных группах составила $43,7 \pm 4,4$ мин.

По данным анализа протоколов оперативных вмешательств продолжительность ВЭ в сред-

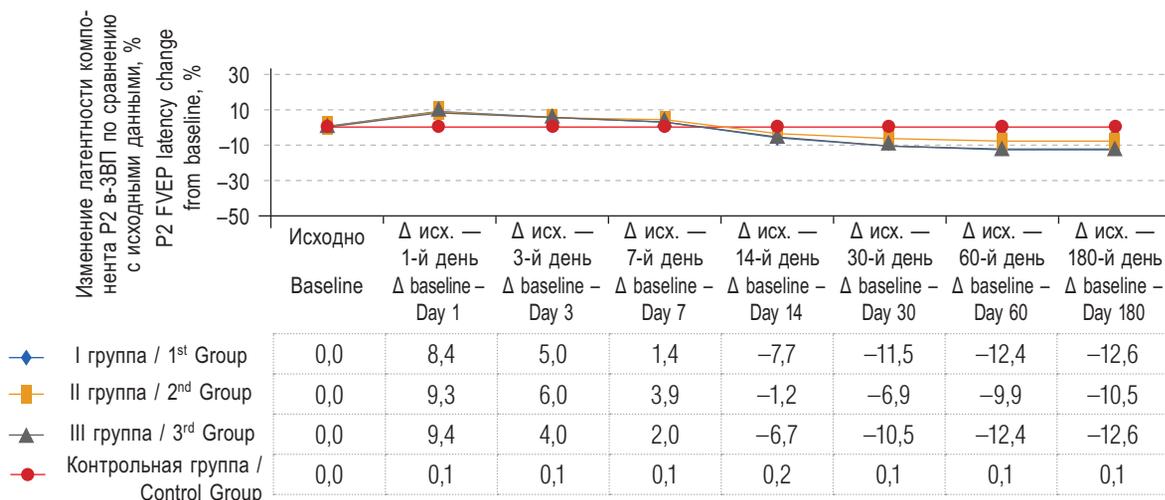


Рис. 3. Динамика относительного угнетения латентности компонента P2 зрительных вызванных потенциалов на вспышку

Fig. 3. Dynamics of the relative inhibition of the P2 Flash VEP latency

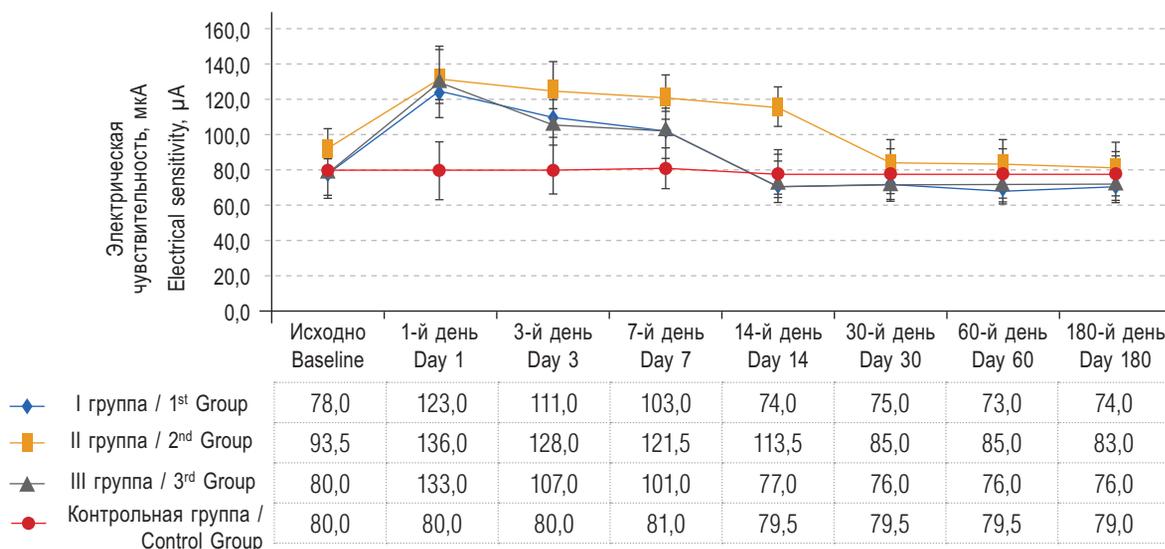


Рис. 4. Динамика электрической чувствительности

Fig. 4. Dynamics of the electrical sensitivity

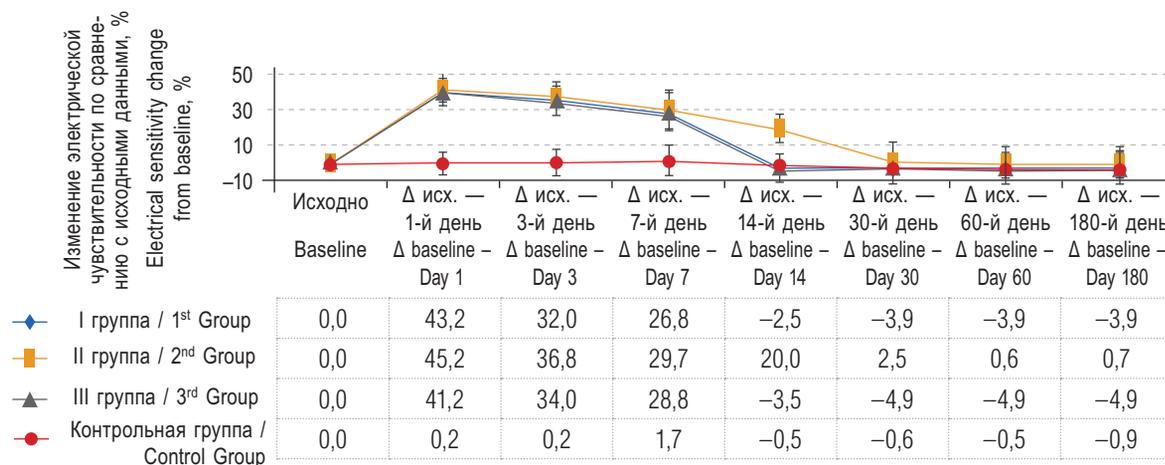


Рис. 5. Динамика относительного угнетения электрической чувствительности

Fig. 5. Dynamics of the electrical sensitivity relative inhibition

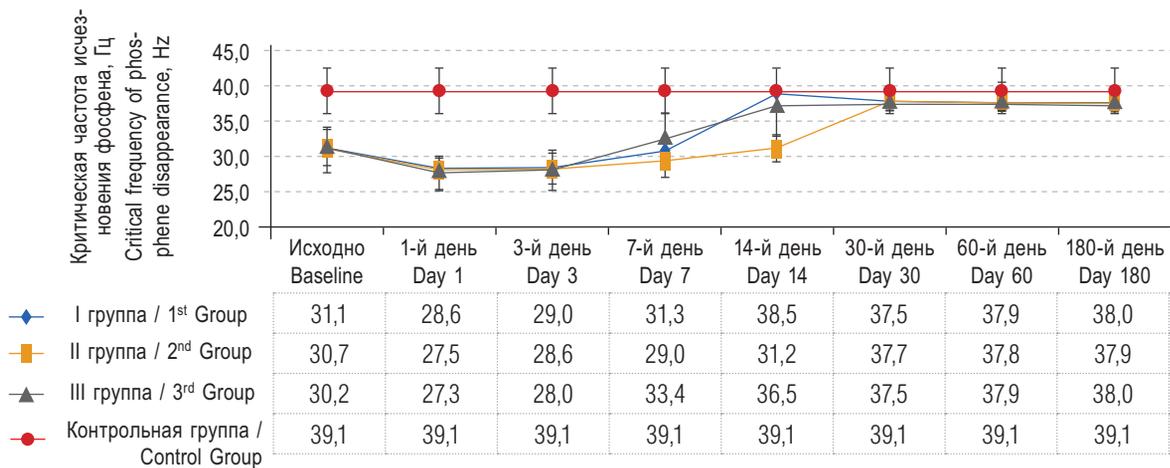


Рис. 6. Динамика критической частоты исчезновения фосфена

Fig. 6. Dynamics of the critical frequency of phosphene disappearance

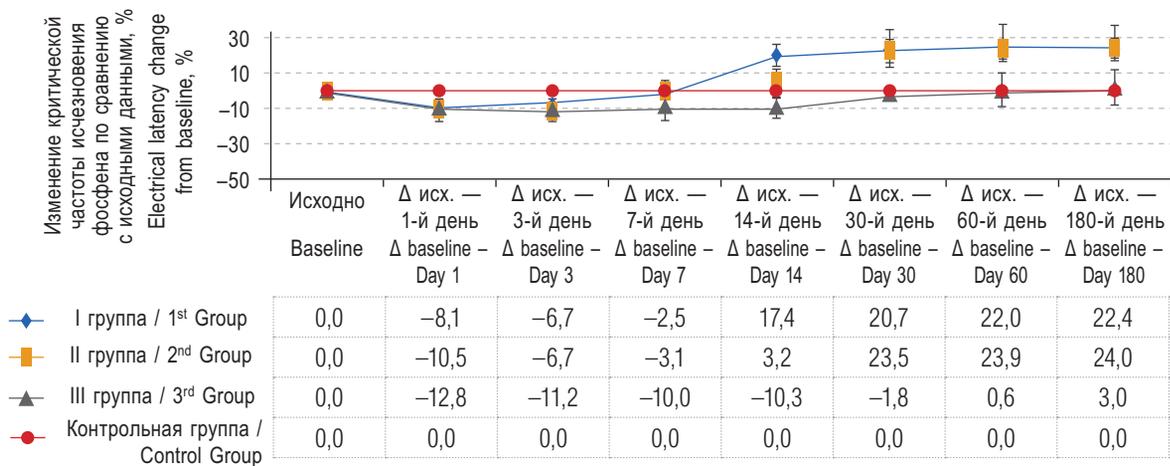


Рис. 7. Динамика относительного угнетения критической частоты исчезновения фосфена

Fig. 7. Dynamics of the relative inhibition of the of the electrical lability

Таблица 2 / Table 2

Значение коэффициента корреляции между длительностью витрэктомии и электрофизиологическими показателями в основных группах
The value of the correlation coefficient between the vitrectomy duration and electrophysiology indices in main groups

Исследуемые величины	Корреляционная связь		Коэффициент корреляции
	Вид	Сила	
t ВЭ*/Δ P2 в-ЗВП**	прямая	сильная	0,85
t ВЭ*/Δ КЧИФ**			0,79
t ВЭ*/Δ ЭЧ**		средней силы	0,65

Примечание: *время витрэктомии в минутах; **разница между показателем на 1-е сутки после витрэктомии и исходным значением в %.

нем составила $42,7 \pm 1,2$ мин (в I группе — $44,1 \pm 3,8$ мин, во II группе — $42,2 \pm 2,5$ мин, в III группе — $41,9 \pm 3,5$ мин).

Результаты корреляционного анализа представлены в табл. 2.

На всех сроках наблюдения корреляционной зависимости между показателями остроты зрения и электрофизиологическими показателями выявлено не было.

На 1-е сутки наблюдения после ВЭ во всех основных группах отмечалось достоверное снижение функциональной активности зрительного нерва и внутренних слоёв сетчатки. Вероятным объяснением снижения функции нейронов является депрессивное влияние ВЭ на формирование биоэлектрического ответа нейронов проксимальной сетчатки и зрительного нерва. В ранее проведённых нами исследованиях доказано обратимое

достоверное снижение электрогенеза в раннем послеоперационном периоде на уровне фоторецепторов и биполярных клеток после ВЭ, выполненной по поводу макулярного разрыва, дислокации фрагментов ядра хрусталика вследствие компрессионной фактоэмульсификации [7]. По данным отечественной и зарубежной литературы, снижение функциональной активности нейронов сетчатки, в том числе её внутренних слоёв, объясняется наличием операционной травмы вследствие механического воздействия на сетчатку во время удаления патологических мембран [11]. В ряде других работ зарубежных коллег схожие изменения функциональной активности нейронов возникают вследствие химического воздействия искусственных красителей, контрастирующих патологические мембраны во время операции [12, 13].

Отмечена аналогичная динамика восстановления функции нейронов внутренних слоёв сетчатки и зрительного нерва после операции, как и в работе по изучению электрогенеза сетчатки после ВЭ по поводу ВМТС.

При сравнении изменения латентности компонента P2 относительно исходного уровня (в %) на 1-е сутки после ВЭ выявлено отсутствие статистически достоверных различий между тремя основными группами, то есть угнетение функции нейронов внутренних слоёв сетчатки и зрительного нерва вследствие хирургического воздействия не зависит от вида тампонирующего стекловидную камеру агента. Изменение латентности компонента P2 начиная с 3-го дня послеоперационного периода при тампонаде стекловидной камеры стерильным воздухом в I группе и при тампонаде стекловидной камеры сбалансированным солевым раствором в III группе достоверно меньше, чем при газовой тампонаде во II группе. Значимость различий между этими показателями в группах сохранялась для компонента P2 и на 14-е сутки послеоперационного периода.

С учётом одинакового объёма хирургической травмы, отсутствия статистически значимых различий в длительности ВЭ между тремя группами отличия в сроках восстановления функции нейронов внутренних слоёв сетчатки и зрительного нерва по данным ЭЧ, КЧИФ, в-ЗВП между I, III и II группами, вероятно, связаны с реализацией патологического воздействия перфторпропана в составе газовой смеси, тампонирующей стекловидную камеру. Аналогичные электрофизиологические изменения при восстановлении функциональной активности сетчатки и зрительного нерва отмечены в работах, посвящённых электро-

физиологической оценке влияния различных типов тампонад стекловидной камеры (силиконовое масло, разные виды жидких перфторорганических соединений) на восстановление нейрональной активности указанных структур [14–16].

ВЫВОДЫ

1. Витрэктомия по поводу ВМТС вызывает значимое обратимое угнетение функциональной активности сетчатки и зрительного нерва.
2. Продолжительность ВЭ определяет степень угнетения функциональной активности сетчатки и зрительного нерва в послеоперационном периоде.
3. Тампонада стекловидной камеры газовой смесью с перфторпропаном в сравнении с тампонадой стерильным воздухом и сбалансированным солевым раствором выступает значимым неблагоприятным фактором, влияющим на скорость восстановления функциональной активности сетчатки зрительного нерва после операции.

Дополнительная информация

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Вклад авторов

Е.Н. Николаенко — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста статьи, подготовка иллюстраций.

А.Н. Куликов — концепция и дизайн исследования, контроль над выполнением всех этапов исследования, конечная редакция текста статьи.

В.В. Волков — редактирование текста статьи.

В.Ф. Даниличев — редактирование текста статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Либман Е.С., Калеева Э.В., Рязанов Д.П. Комплексная характеристика инвалидности вследствие офтальмологии в Российской Федерации // Российская офтальмология. — 2012. — № 5. — С. 24–26. [Libman ES, Kaleeva EV, Ryazanov DP. Kompleksnaya kharakteristika invalidnosti vsledstvie oftalmologii v Rossiyskoy Federatsii. *Rossiyskaya oftalmologiya*. 2012;(5): 24-26. (In Russ.)]
2. Балашевич Л.И., Байбородов Я.В., Жоголев К.С. Хирургическое лечение патологии витреомакулярного интерфейса. Обзор литературы в вопросах и ответах // Офтальмохирургия. — 2015. — № 2. — С. 80–85. [Balashevich LI, Baiborodov JV, Zogolev KS. Surgical treatment of the vitreo-macular interface pathology. Review of the foreign literature in questions and answers. *Fyodorov Journal*

- of *Ophthalmic Surgery*. 2015;(2):80-85. (In Russ.). doi: <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2015-2-80-86>.
3. Bottos J, Elizalde J, Rodrigues EB, et al. Vitreomacular traction syndrome: postoperative functional and anatomic outcomes. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2015;46(2):235-242. doi: <https://doi.org/10.3928/23258160-20150213-14>.
 4. Kovacevic D, Markusic V. Pars plana vitrectomy for vitreomacular traction syndrome. *Coll Antropol*. 2013;37 Suppl 1:271-273.
 5. Николаенко Е.Н., Сосновский С.В., Куликов А.Н. Влияние продолжительности витрэктомии на угнетение биоэлектрической активности сетчатки в послеоперационном периоде // Современные технологии в офтальмологии. – 2016. – № 1. – С. 158–161. [Nikolaenko EN, Sosnovskii SV, Kulikov AN. Vliyanie prodolzhitel'nosti vitrektomii na ugnetenie bioelektricheskoy aktivnosti setchatki v posleoperatsionnom periode. *Sovremennye tekhnologii v oftalmologii*. 2016;(1):158-161. (In Russ.)]
 6. Li HH, Liao X, Xie CL, et al. Intraoperative risk factors associated with visual acuity outcomes of pars plana vitrectomy in idiopathic epiretinal membrane. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. 2017;53(5):344-351. doi: <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2017.05.006>.
 7. Куликов А.Н., Сосновский С.В., Николаенко Е.Н. Анализ динамики электрогенеза сетчатки и зрительного нерва после витрэктомии по поводу осложнённой хирургии катаракты // Офтальмологические ведомости. – 2018. – Т. 11. – № 3. – С. 34–47. [Nikolaenko EN, Sosnovskii SV, Kulikov AN. Analysis of retinal and optic nerve electrogenesis dynamics after vitrectomy for complicated cataract surgery. *Ophthalmology journal*. 2018;11(3):34-47. (In Russ.). doi: <https://doi.org/10.17816/OV11334-47>.
 8. Niwa T, Terasaki H, Kondo M, et al. Function and morphology of macula before and after removal of idiopathic epiretinal membrane. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2003;44(4):1652-1656. doi: <https://doi.org/10.1167/iovs.02-0404>.
 9. Казиев С.Н., Борзенко С.А., Сабурова И.Н., и др. Эндоиллюминация в ходе витреальной хирургии — эволюция вопроса и особенности применения на современном этапе // Практическая медицина. – 2013. – № 1–3. – С. 10–12. [Kaziev SN, Borzenok SA, Saburina IN, et al. Endoillumination in the course of vitreal surgery – history of the issue and administration details in the modern period. *Prakticheskaya meditsina*. 2013;(1-3):10-12. (In Russ.)]
 10. AbdEl Dayem H, Hartzler M, Williams G, Ferrone P. The effect of vitrectomy infusion solutions on postoperative electroretinography and retina histology. *BMJ Open Ophthalmol*. 2017;1(1):e000004. doi: <https://doi.org/10.1136/bmjophth-2016-000004>.
 11. Kim NK, Kim CY, Choi MJ, et al. Effects of low-intensity ultrasound on oxidative damage in retinal pigment epithelial cells *in vitro*. *Ultrasound Med Biol*. 2015;41(5):1363-1371. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2014.12.665>.
 12. Heilweil G, Komarowska I, Zemel E, et al. Normal physiological and pathophysiological effects of trypan blue on the retinas of albino rabbits. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010;51(8):4187-4194. doi: <https://doi.org/10.1167/iovs.09-4675>.
 13. Machida S, Nishimura T, Ohzeki T, et al. Comparisons of focal macular electroretinograms after indocyanine green-, brilliant blue G-, or triamcinolone acetonide-assisted macular hole surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2016;255(3):485-492. doi: <https://doi.org/10.1007/s00417-016-3478-8>.
 14. Frumar KD, Gregor ZJ, Carter RM, Arden GB. Electroretinographic changes after vitrectomy and intraocular tamponade. *Retina*. 1985;5(1):16-21. doi: <https://doi.org/10.1097/00006982-198500510-00004>.
 15. Ueno S, Kondo M, Piao CH, et al. Selective amplitude reduction of the PhNR after macular hole surgery: ganglion cell damage related to ICG-assisted ILM peeling and gas tamponade. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2006;47(8):3545-3549. doi: <https://doi.org/10.1167/iovs.05-1481>.
 16. Куликов А.Н. Экспериментальное изучение высококислотных жидких перфторорганических соединений при интравитреальном введении: Дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 1997. [Kulikov AN. Eksperimental'noe izuchenie vysokochistykh zhidkikh perftororganicheskikh soedineniy pri intravitreal'nom vvedenii [dissertation]. Saint Petersburg; 1997. (In Russ.)]

Сведения об авторах

Евгения Николаевна Николаенко — врач-офтальмолог диагностического отделения клиники офтальмологии. ФГБВОУ ВО ВМА им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург. SPIN: 3517-0734. E-mail: e.n.nikolaenko@mail.ru.

Алексей Николаевич Куликов — д-р мед. наук, доцент, начальник кафедры офтальмологии. ФГБВОУ ВО ВМА им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург. SPIN: 6440-7706. E-mail: alexey.kulikov@mail.ru.

Вениамин Васильевич Волков — д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры офтальмологии. ФГБВОУ ВО ВМА им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург. SPIN: 7953-2938. E-mail: e.n.nikolaenko@mail.ru.

Владимир Фёдорович Даниличев — д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры офтальмологии. ФГБВОУ ВО ВМА им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург. SPIN: 3042-7034. E-mail: e.n.nikolaenko@mail.ru.

Information about the authors

Evgeniya N. Nikolaenko — Ophthalmologist, Diagnostic Department. S.M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. SPIN: 3517-0734. E-mail: e.n.nikolaenko@mail.ru.

Alexey N. Kulikov — MD, PhD, DMedSc, Professor, Head of the Department, Ophthalmology Department. S.M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. SPIN: 6440-7706. E-mail: alexey.kulikov@mail.ru.

Veniamin V. Volkov — MD, PhD, DMedSc, Professor, Professor of the Ophthalmology Department. S.M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. SPIN: 7953-2938. E-mail: e.n.nikolaenko@mail.ru.

Vladimir F. Danilichev — MD, PhD, DMedSc, Professor, Professor of the Ophthalmology Department. S.M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. SPIN: 3042-7034. E-mail: e.n.nikolaenko@mail.ru.