

Экспериментальное исследование влияния двухнедельной тампонады перфторорганическими соединениями на биоэлектрическую функциональную активность сетчатки глаза кролика

Д. В. Жмурик, канд. мед. наук, М. В. Миленко, врач

Киевская городская
клиническая
офтальмологическая больница
«Центр микрохирургии глаза»,
Киев (Украина)

E-mail: visus@ukr.net

Вступ. Перфторорганічні сполуки (ПФОС) мають цінні якості для витреоретинальної хірургії. Їх застосування для короткочасного тампонади може розширити показання до оперативного лікування та покращити його результати. Проте однозначної думки щодо впливу ПФОС на функціональний стан сітківки немає. Важливо порівняти ефект ПФОС і «важкої» силікону.

Мета дослідження — визначення особливостей впливу короткострокової тампонади з ПФОС (14 днів) на біоелектричну функціональну активність сітківки в експерименті, порівняння впливу ПФОС і «важкого» силікону в динаміці шляхом проведення електроретінографії (ЕРГ) в різні періоди після закінчення тампонади (7, 14, 30 днів).

Матеріал і методи. Дослідження було зроблено на 6 кроликах породи шиншила (12 очей). Всім тваринам була виконана задня закрита субтотальна вітректомія з подальшою тампонадою (14 днів) з ПФОС (праве око) і «важким» силіконом (ліве око). ЕРГ проводилась всім тваринам до оперативного втручання і після закінчення тампонади в 7, 14 і 30 днів.

Результати. При аналізі максимальної ЕРГ через 7 днів після закінчення тампонади з ПФОС було виявлено підвищення амплітуди хвилі «а» на 28 % ($54,5 \pm 6,0$) мкВ, збільшення латентності хвилі «б» до ($35,2 \pm 4,0$) мс і підвищення його амплітуди до ($228,5 \pm 6,2$) мкВ (77 %). При аналізі ритмічної ЕРГ з'ясовується, що амплітуда відповіді колбочок хвилі N1-P1 збільшилася на 41 %, ($48,0 \pm 3,0$) мкВ і час латентності зріс на 27 %, ($60,0 \pm 0,5$) мс. Через 14 днів після закінчення тампонади значущих змін не спостерігалось. Через 30 днів функціональна активність центральної частини сітківки характеризується подовженням латентності і зниженням амплітуди відповіді фоторецепторного шару на спалах. Середні шари центральної і периферичної сітківки характеризувалися погіршенням провідності і феноменом гіпервідповіді на стимул. Вплив «важкого» силікону на біоелектричну активність сітківки співставлений з впливом ПФОС.

Висновок. Були виявлені особливості впливу тампонади ПФОС протягом 14 днів на функціональну активність сітківки ока кролика в динаміці протягом 1 місяця спостереження після його видалення. Було виявлено збільшення амплітуди біоелектричної відповіді сітківки на 30,1 % (феномен наднормальної ЕРГ) з середніх шарів периферії сітківки і на 44 % — з середніх шарів центральної частини сітківки. Вплив важкого силікону з тампонадою протягом 14 днів співставлений з впливом ПФОС: збільшення амплітуди відповіді середніх шарів периферії сітківки на 43 % і центральної сітківки — на 64,7 %. Для відновлення біоелектричної активності сітківки після 14-денної ПФОС тампонади і «важкого» силіконового масла необхідний більш тривалий період.

Ключовые слова: биоэлектрическая активность сетчатки, перфторорганические соединения, «тяжелое» силиконовое масло, эксперимент

Ключові слова: біоелектрична активність сітківки, перфторорганічні сполуки, «важке» силіконове масло, експеримент

Experimental study of the influence the two-week tamponade with perfluorine organic compounds on the bioelectric functional activity of the retina of the rabbit eye

Zhmurik D. V., Milienko M. V.

Kiev municipal clinical hospital
«Center of microsurgery of the eye»,
Kiev (Ukraine)

Introduction. Perfluorine organic compounds (PFOC) possess valuable qualities for vitreoretinal surgery, and their application for short-term tamponade could expand indications to operative treatment and improve results. However, the unequivocal opinion concerning the effect of PFOC on the functional condition of the retina is not present. It is important to compare the effect of PFOC and «heavy» silicone.

The purpose of the study is determination of the peculiarities of the influence of short-term tamponade with PFOC (14 days) on the bioelectric functional activity of the retina in experiment, comparison of the effect of PFOC and «heavy» silicone in dynamics by carrying out electroretinography (ERG) in the different periods after the end of tamponade (7, 14, 30 days).

Material and methods. The study was made on 6 Chinchilla rabbits (12 eyes). All animals were performed posterior closed subtotal vitrectomy with the subsequent tamponade (14 days) with PFOC (the right eye) and «heavy» silicone (the left eye). ERG was made in all animals before operative intervention and after the end of tamponade in 7, 14 and 30 days.

Results. While analyzing maximal ERG in 7 days after the end of tamponade with PFOC there was revealed increased amplitude of the wave «a» by 28 % ($54.5 \pm 6.0 \mu V$), increased latency of the wave «b» up to $35.2 \pm 4.0 \mu s$ and its increased amplitude up to $228.5 \pm 6.2 \mu V$ (77 %). While analyzing rhythmic ЭРГ it is revealed that the amplitude of the cone response along the wave N1-P1 has increased by 41 %, ($48.0 \pm 3.0 \mu V$) and latency time was prolonged by 27 %, ($60.0 \pm 0.5 \mu s$). In 14 days after the end of tamponade significant changes were not observed. In 30 days the functional activity of the central part of the retina was characterized by delay and reduction in the response amplitude to flash of the photoreceptor layer. Middle layers of the center and periphery of the retina were characterized by deterioration of conductivity and the phenomenon of the hyper-response to the stimulus. The influence of «heavy» silicone on bioelectric activity of the retina is comparable with the influence of PFOC.

Conclusion. There were determined peculiarities of the influence of PFOC tamponade for 14 days on the functional activity of the retina of the rabbit eye in dynamics during 1 month of the follow-up after its removal. There were revealed increased amplitude by 30.1 % of the bioelectric response (the phenomenon of supernormal ERG) of the middle layers of the peripheral retina and by 44 % — of the middle layers of the central retina. The influence of heavy silicone with tamponade during 14 days is comparable with the influence of PFOC: increase of the amplitude response of the middle layers of the peripheral retina by 43 % and central retina — by 64.7 %. More prolonged period is required to restore the bioelectric activity of the retina after 14 day PFOC tamponade and «heavy» silicone oil.

Key words. bioelectric activity of the retina, perfluorine organic compounds, «heavy» silicone oil, experiment

Введение. Использование для постоперационной тампонады веществ с высоким удельным весом при хирургическом лечении регматогенных и тракционных отслоек сетчатой оболочки (ОСО) с гигантскими разрывами и отрывами от зубчатой линии, пролиферативной ретинопатией при проведении ретиномии и/или ретинэктомии в нижних сегментах глазного дна, могло бы расширить показания к оперативному лечению и улучшить не только анатомические, но и функциональные результаты. Перфторорганические соединения (ПФОС) имеют удельный вес в среднем в два раза

больше чем вода и в тысячу раз больше чем воздух. Впервые в медицине они были представлены в 1966 году и впоследствии благодаря своей газотранспортной способности использовались в качестве кровозаменителей — «голубая кровь». О первом опыте интравитреального введения ПФОС было сообщено Haidt и соавторами в 1982 году, с тех пор они активно используются интраоперационно. В экспериментальной работе Terauchi с соавторами с помощью электроретинографии (ЭРГ) исследовали функциональное изменение состояния сетчатки в ответ на интравитреальное введение ПФОС и

пришли к выводу о безопасности интраоперационного использования ПФОС. Однако отношение витреоретинальных хирургов к кратковременной тампонаде витреальной полости ПФОС двоякое, остается открытым вопрос о механическом повреждающем действии ПФОС. Большинство исследователей сообщают о максимально безопасном двухнедельном сроке тампонады ПФОС.

Актуально было бы сравнить механическое действие ПФОС и «тяжелого» фторсодержащего силиконового масла (удельный вес 1,02–1,06 г/см³), поскольку «тяжелый» силикон рутинно используется для послеоперационной тампонады полости стекловидного тела. В клинической практике применяются ПФОС с различным удельным весом от 1,54 до 1,94 г/см³, (перфтор-н-октан — 1,76 г/см³, перфтортрибутиламин — 1,89 г/см³, перфтордекалин — 1,94 г/см³ и др.). Для экспериментального исследования целесообразно использовать ПФОС с высоким удельным весом, поскольку отсутствие повреждений при этом косвенно свидетельствовало бы о безопасности использования других видов ПФОС с меньшим удельным весом.

В экспериментальных работах, посвященных этой проблеме, авторы изучали действие ПФОС на сетчатку глаза экспериментальных животных с помощью ЭРГ, световой и электронной микроскопии, которые проводились без завершения тампонады, либо в различные сроки после выведения ПФОС из витреальной полости с одним определенным сроком тампонады [3, 4, 6, 9, 13, 15], что по нашему мнению, не дает возможности оценить функциональное восстановление сетчатки после кратковременной тампонады ПФОС и операционной травмы. Объективным методом, позволяющим изучить функциональное состояние различных слоев и нейронов сетчатки, оценить степень повреждения и сроки восстановления сетчатки, является электроретинография (ЭРГ).

Цель исследования — определение особенностей влияния кратковременной тампонады ПФОС и «тяжелого» силикона (14 дней) на биоэлектрическую функциональную активность сетчатки глаза кролика в эксперименте.

Материал и методы

Все оперативные вмешательства, а также выведение животных из эксперимента выполнялись в соответствии с «Требованиями биоэтики Хельсинкской декларации об этическом регулировании медицинских исследований».

Экспериментальное исследование проведено на 6 кроликах самцах (12 глаз) породы шиншилла массой (3,0±0,5) килограмм, в возрасте (6,0±0,5) месяцев. Тампонада осуществлялась на 6 глазах и продолжалась 14 дней. Во всех случаях второй глаз (левый) был контрольным, на котором проводилась тампонада «тяжелым» силиконовым маслом.

Методика оперативного вмешательства. Подготовка. Анестезия: внутримышечно — раствор тиопентала натрия в

дозе 2 мг/кг. Эпibuльбарно — 0,5 % раствор проксиметакана. Мидриаз — эпibuльбарно 1 % атропина сульфата и 2,5 % фенилэфрина. Перед проведением оперативного вмешательства — эпibuльбарно 0,3 % раствор офлоксацина.

Задняя закрытая субтотальная витрэктомия (ЗЗСВ) проводилась под контролем операционного микроскопа OPTON OpMi-8 аппаратом КФЭ-01-«МЕДА-НН» (частота 1200 уд/мин, аспирация 150 мм рт. ст.) инструментами 23G и 20G. В полость правого глаза вводили 1,5 мл ПФОС. В полость левого глаза (контроль) вводили 1–1,5 мл «тяжелого» силиконового масла. После завершения витрэктомии в конъюнктивальную полость закладывали мазь 0,3 % офлоксацина. Завершение двухнедельной тампонады осуществлялось с проведением подготовки, описанной выше. Выведение ПФОС и «тяжелого» силикона выполняли под контролем операционного микроскопа OPTON: OpMi-8 аппаратом КФЭ-01-«МЕДА-НН» (аспирация 150 мм рт. ст.) с последующей заменой на физиологический раствор.

До и после проведения оперативного вмешательства через 7, 14 и 30 дней с удалением тампонирующего вещества ПФОС и тяжелого силикона проводилась ЭРГ с изучением показателей Ганцфельд-электроретинограммы, включающей скотопический комбинированный ответ палочек и колбочек (максимальная ЭРГ), фотопический колбочковый ответ (фотопическая ЭРГ) и фотопический колбочковый ответ на мигающую вспышку 30 Гц (ритмическая ЭРГ)

Методика проведения ЭРГ.

Подготовка: эпibuльбарно — 0,5 % раствор проксиметакана. Мидриаз — эпibuльбарно 1 % атропина сульфата и 2,5 % фенилэфрина. Исследования ганцфельд-ЭРГ проводились на компьютерном электрофизиологическом комплексе «Retiscan» по стандартному протоколу исследования, рекомендованному Международным сообществом клинической электрофизиологии зрения (ISCEV), который включает скотопический палочковый ответ, скотопический комбинированный ответ палочек и колбочек, скотопические осцилляторные потенциалы, фотопический колбочковый ответ, фотопический колбочковый ответ на мигающую вспышку 30 Гц. Электроретинограмма полного поля отражает суммарный электрический ответ сетчатки, который вызван световой вспышкой от чашеобразной поверхности (Ганцфельд-стимул). В качестве датчика использовали контактную линзу-электрод.

Результаты и их обсуждение

Через 7 дней после удаления ПФОС максимальная ЭРГ показала, что латентность волны «а» существенно не изменилась в сравнении с контролем, а амплитуда повысилась на 28 % до (54,5±6,0) μV, (p=0,01), и это указывает на усиление ответа на стимул фоторецепторного слоя периферического отдела сетчатки. Ответ средних слоев сетчатки на стимул характеризовался удлинением времени латентности волны «в», что составило (35,2±4,0) мс, (p=0,01), и повышение ее амплитуды до (228,5±6,2) μV, что на 77 % выше, чем в исходном состоянии (p=0,001) (табл 1, 2).

Показатели активности фоторецепторного слоя центральной зоны сетчатки по фотопической ЭРГ существенно не изменились, выявилась тенденция к повышению амплитуды волны «а» до

(43,0±4,0) μV. Также существенно не изменилась активность средних слоев сетчатки (по показателю волны «в»): существенного повышения ее амплитуды, значение которой равнялось (69,8±4,5) μV, в сравнении с исходной не выявлено, однако удлинился период латентности на 32,8 % (p=0,001), что составило (35,2±2,2) мс. При проведении ритмической ЭРГ выявлено, что амплитуда колбочкового ответа по волне N1-P1 повысилась на 41 % — до (48,0±3,0) μV, и удлинилось время латентности на 27 %, которое было равно (60,0±0,5) мс (табл. 1, 2).

Таким образом, через неделю после удаления тампонирующего вещества ПФОС выявлена реакция раздражения фоторецепторных и средних слоев периферической и центральной сетчатки (биполяров и Мюллеровских клеток), в том числе и колбочкового аппарата, что проявляется в замедлении проведения потенциала и повышении амплитуды ЭРГ (явление супернормальной ЭРГ).

Через 14 дней после удаления ПФОС амплитуда волны «а» максимальной ЭРГ в сравнении с исследованием в период наблюдения 7 дней незначительно уменьшилась (на 7,4 %), равняясь (50,6±4,0) μV, оставаясь выше амплитуды в контроле на 19 % (p=0,01). Активность средних слоев сетчатки как по времени латентности волны «в», так и по ее амплитуде (216,0±5,0) μV существенно не изменилась, превышая норму на 68,8 % (p=0,01) (табл. 1, 2).

Таким образом, активность фоторецепторного и среднего слоев периферической сетчатки в двух-

недельный период после выведения ПФОС не претерпела существенных изменений в сравнении с периодом наблюдения 7 дней.

Фотопическая ЭРГ, отражающая функциональное состояние центральной сетчатки, на 14 день после выведения ПФОС имела следующие особенности: время возникновения волны «а» не изменилось, но на 63,5 % уменьшилась ее амплитуда (15,7±4,0) μV (p=0,001), что было в 2,2 раза ниже нормы; период латентности волны «в» (31,0±1,2) мс, (p=0,02) оставался замедленным и повысилась ее амплитуда в сравнении с недельным периодом наблюдения на 47 %, достигнув значение (103,0±6,5) μV, (p=0,001). Функциональное состояние сетчатки на 14 день после выведения из витреальной полости ПФОС характеризовалось снижением ответа (депрессии) фоторецепторного слоя центральной зоны сетчатки в 2 раза при повышенной активности (раздражения) средних слоев всей сетчатки.

При наблюдении на 30 день после удаления ПФОС выявлено, что удлинилось время волны «а» максимальной ЭРГ с 13,0±0,4 до (21,3±3,4) мс, (p=0,01), уменьшилась ее амплитуда на 32,4 % (p=0,01) (значения равны (28,8±2,7) μV, что свидетельствует о развитии ранних дистрофических изменений фоторецепторного слоя периферии сетчатки. Активность средних слоев сетчатки не вернулась к исходным значениям, превышая норму на 30,1 % (p=0,01), однако принимая более низкие значения (на 25 %) (162,1±10,1 μV, (p=0,01), по ам-

Таблица 1. Показатели максимальной, фотопической и ритмической электроретинограмм (ЭРГ)(M±m) у интактных кроликов (n=12) .

Максимальная ЭРГ				Фотопическая ЭРГ				Ритмическая (30 Гц) ЭРГ	
Волна «а» (мс)	Волна «а» (μV)	Волна «в» (мс)	Волна «в» (μV)	Волна «а» (мс)	Волна «а» (μV)	Волна «в» (мс)	Волна «в» (μV)	P1(мс)	N1- P1(μV)
13±0,4	42,6±2,7	24,3±3,5	128,3±9,7	14,3±1,1	34,8±4,5	26,5±1,8	68,1±6,9	47,5±3,1	34,3±7,6

Таблица 2. Сравнительный анализ показателей ЭРГ у кроликов после удаления ПФОС (п) и тяжелого силикона (с) в разные сроки после операции.

Максимальная ЭРГ					Фотопическая ЭРГ				Ритмическая (30 Гц) ЭРГ	
В-во	Волна «а» (мс)	Волна «а» (μV)	Волна «в» (мс)	Волна «в» (μV)	Волна «а» (мс)	Волна «а» (μV)	Волна «в» (мс)	Волна «в» (μV)	P1(мс)	N1- P1(μV)
	Через 7 дней после удаления тампонирующего вещества									
П	12,5±3,5	54,5±6,0	35,2±4,0	228,5±6,2	11,0±1,5	43,0±4,0	35,2±2,2	69,8±4,5	60,0±0,5	48,0±3,0
С	13,0±1,5	29,2±2,0*	38,0±10,0	223,0±5,0	16,0±2,0	4,5±2,5*	41,2±4,0	66,0±7,5	38,0±6,5*	56,7±0,5*
Через 14 дней после удаления тампонирующего вещества										
В-во	Волна «а» (мс)	Волна «а» (μV)	Волна «в» (мс)	Волна «в» (μV)	Волна «а» (мс)	Волна «а» (μV)	Волна «в» (мс)	Волна «в» (μV)	P1(мс)	N1- P1(μV)
П	11,0±2,5	50,6±4,0	35,0±2,0	216,0±5,0	13,0±1,0	15,7±4,0*	31,0±1,2	103,0±6,5		
С	14,0±2,5	44,8±2,0	36,0±4,0	245,0±7,2	13,0±2,0	6,1±2,5	28,2±3,0	113,0±4,5	59,0±2,5	49,1±2,5*
Через 30 дней после удаления тампонирующего вещества										
В-во	Волна «а» (мс)	Волна «а» (μV)	Волна «в» (мс)	Волна «в» (μV)	Волна «а» (мс)	Волна «а» (μV)	Волна «в» (мс)	Волна «в» (μV)	P1(мс)	N1- P1(μV)
П	21,3±3,4	28,8±2,7	37,0±2,7	162,1±10,1	14,0±1,8	10,8±2,5	42,0±1,5	98,8±10,0		
С	27,5±3,5	37,5±1,5	50,0±10,0	184,5±14,0	14,0±0,1	28,2±7,5*	41,0±0,1*	112,5±13,5	53,5±5,5	33,0±4,0

* - уровень значимости различий между группами p<0,05

плитуде ее волны «в» в сравнении с двухнедельным сроком наблюдения.

Фотопическая ЭРГ значимо не изменилась в сравнении с предыдущим этапом наблюдения (2 недели), хотя отмечалась тенденция к еще большей депрессии фоторецепторов центральной зоны сетчатки (табл.2), еще большему замедлению (на 35,5 %, ($p=0,01$)) появления ответа ее средних слоев, что было равно ($42,0 \pm 1,5$) мс при стабильно высокой амплитуде ответа ($98,8 \pm 10,0$) μV в сравнении с нормой — ($68,1 \pm 6,9$) μV , (на 44 % выше нормы).

Таким образом, на 30 день наблюдения после удаления тампонирующего вещества ПФОС функциональная активность центрального отдела сетчатки характеризовалась замедлением и снижением амплитуды ответа на вспышку (начальная дистрофия) фоторецепторного слоя. Средние слои центра и периферии сетчатки характеризовались ухудшением проводимости и явлением гиперответа (раздражения) на стимул, т.е. нормализации функционального состояния сетчатки не наблюдалось.

При проведении сравнительного анализа биоэлектрической активности сетчатки после удаления тампонирующих витреальную полость веществ ПФОС и силикона 5700 выявлено, что показатель амплитуды волны «а» максимальной ЭРГ в группе с силиконом на 7-й день наблюдения был ниже на 46 % ($p=0,001$) (табл. 2) и ниже нормы на 31, 4 % ($p=0,001$), что отражает депрессию фоторецепторного слоя периферии сетчатки. Биоэлектрическая активность средних слоев периферии не отличалась в двух группах и характеризовалась повышенной реактивностью по амплитуде волны «в» — на 74–77 % выше нормы. В группе с силиконом также выявлена депрессия фоторецепторного слоя центральной зоны сетчатки по волне «а» фотопической ЭРГ, которая была равна $4,5 \pm 2,5$ (μV), что ниже нормы на 86 % ($p=0,001$), активность средних слоев центральной сетчатки соответствовала норме.

На 14 день наблюдения на периферии сетчатки нормализовался ответ фоторецепторов в группе с силиконом и сохранялось явление повышенной реактивности средних слоев в двух группах (табл. 2). Также остается стабильной депрессия фоторецепторного слоя центральной зоны сетчатки в группе с силиконом (волна «а» — $6,1 \pm 2,5$ μV), повышается реактивность средних слоев — волна «в» — $113,0 \pm 4,5$ μV).

На 30 день наблюдения после выведения тяжелого силикона активность средних слоев периферии сетчатки по максимальной ЭРГ снизилась в сравнении с двухнедельным периодом наблюдения на 24,8 % ($p=0,01$), но еще на 43 % превышала норму ($p=0,01$). В этой же группе была отмечена положительная динамика, которая выражалась в нормали-

зации биоэлектрической активности фоторецепторного слоя центральной зоны сетчатки, однако оставалась стабильной повышенной реактивностью средних слоев ($112,5 \pm 4,5$) μV , что выше нормы на 64,7 % ($p=0,001$).

Изучению действия ПФОС на ткани сетчатки посвящен ряд работ, однако, отношение витреоретинальных хирургов к тампонаде витреальной полости ПФОС неоднозначное.

Flores-Aguilar M. пришла к выводу, что ПФОС (перфлюброн) не вызывает морфологических, функциональных и клинических изменений сетчатки и хрусталика на протяжении 3 месяцев наблюдения, что подтверждено данными ЭРГ [9].

По данным Stanley Chang, после двухдневной тампонады перфтор-*n*-октаном наблюдается снижение амплитуды «а» и «б» волны на 40 и 46 % соответственно. Восстановление амплитуды волны «б» к дооперационному уровню начинается после 5 дня и завершается к 2 месяцу после выведения ПФОС. Амплитуда волны «а» восстановилась к 5 дню после выведения ПФОС [6]. Снижение амплитуды и быстрое ее восстановление связано с изолирующим эффектом ПФОС, который описан и для силиконового масла [10].

Изучение электроретинографии, по данным J. Sherard Bryan, через 2 недели после завершения 24 часовой и двухнедельной тампонады перфлюоротри-*n*-пропиламиноном не выявило отклонений от исходного дооперационного уровня [5]. Отсутствие явления «супернормальной» ЭРГ описанного нами, а наоборот снижение вольтажа, либо нормальные показатели ЭРГ можно объяснить разной методикой проведения эксперимента. Stanley Chang и J. Sherard Bryan использовали газовую компрессию стекловидного тела, мы же проводили ЗЗСВ. Проведение ЗЗСВ изменяет состав витреальной полости, вызывая повышение концентрации кальция, магния, белка и снижение концентрации калия [12]. На экспериментальных моделях было показано, что повышение амплитуды «а» и «б» волны наблюдается при снижении температуры, повышении pH и изменении ионного состава [16, 17]. По данным нашего экспериментального исследования, влияние ПФОС на биоэлектрическую активность сетчатки подобно действию «тяжелого» силикона. А «тяжелый» силикон используется рутинно для послеоперационной тампонады в сроки от 1 месяца.

Повышение амплитуды волны «б» в белом и красном свете через 1 месяц после введения ПФОС в полость стекловидного тела кроликов описано Д. О. Шкворченко. Данные изменения были связаны, по данным автора, с трансудативными процессами. Через 4 месяца после вмешательства, все параметры ЭРГ возвращались к нормальным значениям [3, 4].

Как уже было описано нами, восстановление показателей ЭРГ после 7 дневной тампонады ПФОС происходит через 1 месяц [1], возможно, при проведении 14 дневной тампонады ПФОС необходим более длительный срок для восстановления биоэлектрической активности сетчатки.

Выводы

1. Определены особенности влияния ПФОС со сроком тампонады 14 дней на функциональную активность сетчатки глаза кролика в эксперименте в динамике на протяжении 1 месяца после его выведения. Выявлено повышение амплитуды на 30,1 % биоэлектрического ответа (явление супернормаль-

ной ЭРГ) средних слоев периферической сетчатки и на 44 % средних слоев центральной сетчатки.

2. Влияние тяжелого силикона со сроком тампонады 14 дней сопоставимо с влиянием ПФОС: повышение амплитуды ответа средних слоев периферической сетчатки на 43 % и центральной сетчатки на 64,7 %.

3. Для восстановления биоэлектрической активности сетчатки после 14 дневной тампонады ПФОС и «тяжелым» силиконовым маслом требуется более длительный срок.

Авторы выражают искреннюю благодарность канд.мед.наук Храменко Н. И. и канд.мед.наук Слободяник С. Б. за помощь в выполнении работы.

Литература

1. **Жмурик Д. В.** Экспериментальное исследование влияния семидневной тампонады перфторорганическими соединениями на биоэлектрическую функциональную активность сетчатки глаза кролика / Д. В. Жмурик, Н. И. Храменко, М. В. Мищенко // Офтальмол. журнал. — 2014. — № 1. — С.
2. **Тахчиди Х. П.** Особенности хирургии тракционной отслойки сетчатки при пролиферативной диабетической ретинопатии / Х. П. Тахчиди, О. А. Костин // Перфторорганические соединения в биологии и медицине: Сб. науч. тр. — Пушкино. — 1999. — С. 192-194.
3. **Шкворченко Д. О.** Комплексное хирургическое лечение отслоек сетчатки, осложненных гигантскими разрывами и отрывами от зубчатой линии, с применением жидких перфторорганических соединений : дис...к-та. мед. наук: 14.00.08 / Д. О. Шкворченко — М., 1995. — 132 с.
4. **Шкворченко Д. О.** Экспериментально-клиническое обоснование применения витреопресса для краткосрочного послеоперационного тампонирования в витреоретинальной хирургии / Д. О. Шкворченко, О. В. Каштан, К. Н. Макаров, Т. И. Ронкина // Перфторорганические соединения в биологии и медицине: Сб. науч. тр. — Пушкино, 1999. — С. 186-192.
5. **Bryan J. Shepard.** Experimental vitreous replacement with perfluorotri-n-propylamine / J. Shepard Bryan, Scott M. Friedman, N. Robert N. Mames, Curtis E. Margo // Arch Ophthalmol. — 1994. — № 122. — P.1098-1102.
6. **Chang S.** Experimental studies of tolerance to intravitreal perfluoro-n-octane liquid / S. Chang, JR. Sparrow, T. Iwamoto, A. Gershbein, R. Ross R. Ortiz // Retina. — 1991. — № 11. — P. 367-374.
7. **Clark L. C Jr.** Survival of mammals breathing organic liquids equilibrated with oxygen at atmospheric pressure / LC Jr Clark, F. Gollan // Science. — 1966. — № 152. — P. 1755-1756.
8. **Devin F.** Experimental tolerability of perfluorodecalin in prolonged intraocular tamponade / F. Devin, T. Jourdan, J. B. Saracco, A. Lucciani // J FrOphthalmol. — 1995. — № 18. — P.268-274.
9. **Flores-Aguilar M.** Intraocular tolerance of perfluorocetyl bromide (perflubron) / M. Flores-Aguilar, D. Munguia, E. Loeb, J. A. Crapotta, C. Vuong, S. Shakiba, G. Bergeron-Lynn, C. A. Wiley, J. Weers, W. R. Freeman // Retina. — 1995. — № 15. — P.3-13.
10. **Foerster M. H.** Silicone oil and its influence on electrophysiologic findings / M. H. Foerster, J. Esser, H. Laguna // Am J Ophthalmol. — 1985. — № 99. — P. 201-206.
11. **Haidt S. J.** Liquid perfluorocarbon replacement of the eye / S. J. Haidt, L. C. Clark, J. Ginsberg // Invest Ophthalmol Vis Sci. — 1982. — № 22. — P.233.
12. **Killey F. P.** Intraocular fluid dynamics: measurements following vitrectomy and intraocular sulfur hexafluoride / F. P. Killey, F. G. Edelhauser, T. A. Aaberg // Arch Ophthalmol. — 1980. — № 98. — P. 1448-1452.
13. **Orzalesi N.** Experimental short-term tolerance to perfluorodecalin in the rabbit eye: a histopathological study / N. Orzalesi, L. Mighavacca, F. Bottoni, S. Miglior // Curr Eye Res. — 1998. — № 17. — P. 828-835.
14. **Sirimaharaj M.** Vitrectomy with short term postoperative tamponade using perfluorocarbon liquid for giant retinal tears / M. Sirimaharaj, C. Balachandran, W. C. Chan, A. P. Hunyor, A. A. Chang, J. Gregory-Roberts, A. B. Hunyor, T. J. Playfair // Br J Ophthalmol. — 2005. — № 89. — P. 1176-1179.
15. **Terauchi H.** Experimental study on the effects of a replacement of the vitreous body with perfluorotributylamine on the rabbit eye / H. Terauchi, S. Okinami, Z. Kozaki, H. Tanihara, M. Nagata, Y. Segawa // Nihon Ganka Gakkai Zasshi. — 1989. — № 93. — P. 294-301.
16. **Winkler B. S.** The electroretinogram of the isolated rat retina / B. S. Winkler // Vision Res. — 1972. — № 12. — P. 1183-1197.
17. **Winkler B. S.** Importance of bicarbonate in retinal function / B. S. Winkler, V. Simson, S. Banner // Invest Ophthalmol Visual Sci. — 1977. — № 16. — P. 766-76.

Поступила 18.04.2014

References

1. **Zhmurik DV, Hramenko N, Milienko MV.** Experimental study of the influence of short-term tamponade with perfluorine organic compounds on the bioelectric functional activity of the retina of the rabbit eye. *Oftalmol Zh.* 2014;1:86–92. Russian.
2. **Takhchidi KhP, Kostin OA.** Peculiarities of traction retinal detachment in proliferative diabetic retinopathy. Perfluororganic compounds in biology and medicine: collection of papers. Pushcheno. 1999. 192–4.
3. **Shkvorchenko DO.** Complex surgery of retinal detachments complicated by giant tears and detachments from the dentate line with liquid perfluororganic compounds: thesis for Candidate of Med. Science. M.;1995. 132 p.
4. **Shkvorchenko DO, Kashtan OV, TI.** Experimental and clinical rationale for using vitreo-press for short-term postoperative plugging in vitreoretinal surgery. Perfluororganic compounds in biology and medicine: collection of papers. Pushcheno. 1999. 186–92.
5. **Bryan J, Scott M Friedman, N. Robert N Mames, Curtis E Margo. Shepard J.** Experimental vitreous replacement with perfluorotri-n-propylamine. *Arch Ophthalmol.* 1994;122:1098–102.
6. **Chang S, Sparrow JR, Iwamoto T, Gershbein A, Ross R, Ortiz R.** Experimental studies of tolerance to intravitreal perfluoro-n-octane liquid. *Retina.* 1991;11: 367–74.
7. **Clark LC Jr., Gollan F.** Survival of mammals breathing organic liquids equilibrated with oxygen at atmospheric pressure. *Science.* 1966;152:1755–6.
8. **Devin F, Jourdan T, Saracco JB, Lucciani A.** Experimental tolerability of perfluorodecalin in prolonged intraocular tamponade. *J FrOphthalmol.* 1995;18:268–74.
9. **Flores-Aguilar M, Munguia D, Loeb E, Crapotta JA, Vuong C, Shakiba S, Bergeron-Lynn G, Wiley CA, Weers J, Freeman WR.** Intraocular tolerance of perfluorooctylbromide (perflubron). *Retina.* 1995;15:3–13.
10. **Foerster MH, Esser J, Laguna H.** Silicone oil and its influence on electrophysiologic findings. *Am J Ophthalmol.* 1985; 99: 201–6.
11. **Haidt SJ, Clark LC, Ginsberg J.** Liquid perfluorocarbon replacement of the eye. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1982; 22:233.
12. **Killey FP, Edelhauser FG, Aaberg TA.** Intraocular fluid dynamics: measurements following vitrectomy and intraocular sulfur hexafluoride. *Arch Ophthalmol.* 1980; 98:1448–52.
13. **Orzalesi N, Mighavacca L, Bottoni F, Miglior S.** Experimental short-term tolerance to perfluorodecalin in the rabbit eye: a histopathological study. *Curr Eye Res.* 1998;17: 828–35.
14. **Sirimaharaj M, Balachandran C, Chan WC, Hunyor AP, Chang AA, Gregory-Roberts J, Hunyor AB, Playfair TJ.** Vitrectomy with short term postoperative tamponade using perfluorocarbon liquid for giant retinal tears. *Br J Ophthalmol.* 2005; 89:1 176–9.
15. **Terauchi H, Okinami S, Kozaki Z, Tanihara H, Nagata M, Segawa Y.** Experimental study on the effects of a replacement of the vitreous body with perfluorotributylamine on the rabbit eye. *Nihon Ganka Gakkai Zasshi.* 1989;93:294–301.
16. **Winkler BS.** The electroretinogram of the isolated rat retina. *Vision Res.* 1972;12:1183–97.
17. **Winkler BS, Simson V, Banner S.** Importance of bicarbonate in retinal function. *Invest Ophthalmol Visual Sci.* 1977;16: 766–76.

Received 18.04.2014