

УДК 617.735–007.281–089

## Структурные изменения сетчатки глаза кроликов после 14-дневной тампонады витреальной полости перфторорганическими соединениями

Д. В. Жмурик<sup>1</sup>, канд. мед. наук, В. В. Вит<sup>2</sup>, проф., д-р мед. наук, Н. Е. Думброва<sup>2</sup>, проф., д-р мед. наук, Н. И. Молчанюк<sup>2</sup>, канд. биол. наук, М. В. Миленко<sup>1</sup>, врач

<sup>1</sup> Киевская городская клиническая офтальмологическая больница «Центр микрохирургии глаза»; Киев (Украина)  
<sup>2</sup> ГУ «Институт глазных болезней и тканевой терапии им. В. П. Филатова НАМН Украины»; Одесса (Украина)  
E-mail: vizus@ukr.net

**Ключевые слова:** сетчатка, светооптических и ультраструктурные изменения, перфторорганические соединения (perfluorocarbonliquid), «легкое» и «тяжелое» силиконовое масло.

**Ключові слова:** , сітківка, світлооптичні і ультраструктурні зміни перфторорганічних сполук (perfluorocarbonliquid), «легка» та «важка» силіконова олія.

**Введение.** Использование для кратковременной послеоперационной тампонады веществ с высоким удельным весом при хирургическом лечении регматогенных (осложненных передней пролиферативной витреоретинопатией) и далеко зашедших тракционных диабетических отслоек сетчатой оболочки (ОСО) могло бы расширить показания к оперативному лечению и улучшить не только анатомические, но и функциональные результаты лечения. Удельный вес перфторорганических соединений (ПФОС) в два раза больше воды и в тысячу раз больше воздуха. ПФОС химически и метаболически инертны, прозрачны и обладают низкой вязкостью. Впервые в медицине они были представлены в 1966

**Вступ.** Перфторорганічні сполуки (ПФОС) мають цінні для вітреоретинальної хірургії якості, а використання їх для короткочасної тампонади могло би розширити показники дооперативного лікування і покращити його результати. Проте однозначної думки стосовно механічної дії ПФОС на ультраструктуру будову сітківки немає.

**Мета:** Вивчити вплив 14-денної тампонади ПФОС на структуру сітківки ока кролика; порівняти дію ПФОС, фізіологічного розчину, «легкої» та «важкої» силіконової олії в динаміці після завершення тампонади.

**Матеріал і методи.** Світло- та електронно-мікроскопічне дослідження було проведено на 36 кроликах (72 ока). Всім тваринам виконувалася задня закрита субтотальна вітректомія з наступною 14-денною тампонадою ПФОС (праве око), «легким» та «важким» силіконом і фізіологічним розчином (ліве око). Дослідження було проведено через 7, 14 і 30 днів після завершення 14-денної тампонади.

**Результати.** ПФОС, «легкий» і «важкий» силікон викликають однотипові зміни в ультраструктурі досліджуваних елементів сітківки. Це, в основному, гідропічні зміни гладкої ендоплазматичної сітки і мітохондрій клітин пігментного епітелію сітківки (ПЕС), мітохондрій внутрішніх сегментів фоторецепторних клітин, гангліозних і мюллерівських клітин. У той же час в цих клітинах паралельно визначаються також ознаки компенсаційно-відновних процесів, що відбивається в посиленні білоксинтезуючої і енергоутворюючої діяльності, які сприяють нормалізації виявлених пошкоджень ультраструктури. Слід зазначити, що особливо близькі за своєю дією на сітківку ПФОС і «легкий» силікон, в той час як «важкий» силікон викликає дещо більш виражені реакції на субклітинному рівні. Введення фізіологічного розчину в перші терміни спостереження приводить до легких реактивних змін гідропічного характеру, в основному, в клітинах ПЕС.

**Висновок.** Виявлені гідропічні зміни в сітківці після завершення 14-денної тампонади використаних речовин відносяться до розряду реактивних, а не пошкоджуючих і носять зворотний характер. До кінця строків спостереження ультраструктура сітківки, практично, відновлюється. Виходячи з цього ПФОС можуть розглядатися як альтернатива для проведення короткочасної тампонади.

году [5]. С начала восьмидесятых годов жидкие перфторуглероды благодаря своей газотранспортной функции используются в качестве кровезаменителей (перфторан). Первый опыт интравитреального применения ПФОС принадлежит Haidt и соавторам. Ими отмечалось отсутствие грубых повреждений сетчатки, хрусталика и роговицы в сроки наблюдения до трех месяцев после операции, что позволило в дальнейшем использовать ПФОС в витреоретинальной хирургии [8]. Однако отноше-

ние витреоретинальных хирургов к кратковременной тампонаде (7–14 дней) витреальной полости ПФОС двойное. Остается открытым вопрос о механическом повреждающем действии ПФОС [2,3,4]. Большинство исследователей сообщают о максимально безопасном двухнедельном сроке тампонады ПФОС [1,12].

Поэтому актуально было бы сравнить механическое действие ПФОС, «тяжелого» фторсодержащего (удельный вес 1.02–1.06 г/см<sup>3</sup>) и «легкого» силиконового масла (вязкость 5700 сСт, удельный вес 0.971–0.975 г/см<sup>3</sup>). Поскольку «тяжелый» и «легкий» силиконы рутинно используются для послеоперационной тампонады полости стекловидного тела, в клинической практике применяются ПФОС с различным удельным весом от 1,54 до 1,94 г/см<sup>3</sup> (перфтор-н-октан — 1,76 г/см<sup>3</sup>, перфтортрибутиламин — 1,89 г/см<sup>3</sup>, перфтордекалин — 1,94 г/см<sup>3</sup> и др.) Для экспериментального исследования целесообразно применять ПФОС с высоким удельным весом, поскольку отсутствие повреждений при их использовании косвенно указывает на безопасность применения других видов ПФОС с меньшим удельным весом.

Также необходимо учитывать, что кролик постоянно находится в одном положении и при электронно-микроскопическом исследовании (ЭМИ) необходимо выделять нижние сегменты сетчатки для изучения действия «тяжелого» силикона и ПФОС и верхние — для изучения влияния «легкого» силиконового масла.

В экспериментальных работах, посвященных этой проблеме, авторы изучали действие ПФОС на сетчатку глаза экспериментальных животных с помощью ЭРГ, световой и электронной микроскопии, проводившихся без завершения тампонады, либо в разные сроки после выведения ПФОС из витреальной полости с одним определенным сроком тампонады [2, 3, 4, 6, 7, 10, 13]. По нашему мнению, это не дает возможности оценить степень обратимости изменений сетчатки после кратковременной тампонады ПФОС и операционной травмы.

**Цель исследования** — изучение влияния кратковременной тампонады ПФОС (14 дней) на структуру сетчатки глаза кролика в эксперименте; сравнение действия ПФОС, физиологического раствора, «легкого» и «тяжелого» силиконового масла в динамике путем проведения светооптических исследований (СОИ) и электронно — микроскопических исследований (ЭМИ) в различные сроки после завершения тампонады (7, 14, 30 дней).

### Материал и методы

Экспериментальное исследование проведено на 36 кроликах самцах (72 глаза) породы шиншилла массой (3,5±0,5) килограмм, в возрасте (6,5±0,5) месяцев. Продолжительность тампонады ПФОС составляла 14 дней (правый глаз).

Во всех случаях второй глаз (левый) был контрольным. На контрольных глазах проводилась тампонада «легким» силиконовым маслом вязкостью 5700 сСт, «тяжелым» силиконовым маслом и физиологическим раствором также в течение 14 дней.

СОИ и ЭМИ сетчатки проводились всем животным в различные сроки, через 7, 14 и 30 дней, после завершения тампонады витреальной полости ПФОС, силиконом и физиологическим раствором.

Все оперативные вмешательства, а также выведение животных из эксперимента выполнялись в соответствии с «Правилами обращения с лабораторными животными» [9].

**Методика оперативного вмешательства.** Анестезия: внутримышечно раствор тиопентала натрия в дозе 2 мг/кг, эпибульбарно 0,5 % раствор проксиметакаина. Мидриаз: эпибульбарно по 1 капле 1 % атропина сульфата и 2,5 % фенилэфрина. Перед проведением оперативного вмешательства эпибульбарно 0,3 % раствор офлоксацина.

Задняя закрытая субтотальная витрэктомия (ЗЗСВ) проводилась под контролем операционного микроскопа ОРТОН: ОрМи-8 аппаратом КФЭ-01-«МЕДА-НН» (частота до 1200 уд/мин, аспирация 150 мм рт. ст.) инструментами 20, 23 и 25G. В полость правого глаза вводили 1,5 мл ПФОС — перфтордекалин (16 кроликов). В полость левого глаза (контроль) вводили 1–1,5 мл «легкого» силиконового масла вязкостью 5700 сСт (16 кроликов), физиологический раствор (16 кроликов), либо 1–1,5 мл «тяжелого» силиконового масла (16 кроликов). После завершения витрэктомии в конъюнктивальную полость закладывали мазь 0,3 % офлоксацина.

Завершение тампонады осуществлялось после проведения подготовки, описанной выше. Выведение ПФОС, «тяжелого» и «легкого» силикона выполняли под контролем операционного микроскопа ОРТОН: ОрМи-8 аппаратом КФЭ-01-«МЕДА-НН» (аспирация 150 мм рт. ст.). На глазах с проведением тампонады физиологическим раствором осуществляли замену физиологического раствора.

Для СОИ выделенную сетчатую оболочку энуклеированного глазного яблока фиксировали в 10 % нейтральном формалине, заливали в парафин. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Светооптические исследования проводили с использованием микроскопа Jenamed 2.

Для ЭМИ фрагменты ткани сетчатки (нижние сегменты сетчатки при тампонаде ПФОС и «тяжелым» силиконовым маслом и верхние сегменты при тампонаде «легким» силиконовым маслом вязкостью 5700 сСт): фиксировали в 2,5 % растворе глутаральдегида на фосфатном буфере при значении pH — 7,4 с последующей дофиксацией 1 % раствором осмиевой кислоты при том же pH буферного раствора. Затем образцы обезживались в спиртах восходящей крепости. Материал пропитывался и заключался в смесь эпон-аралдит. Затем ультратонкие срезы контрастировались по методике Reynolds [11]. Материал изучался под электронным микроскопом ПЭМ-100-01.

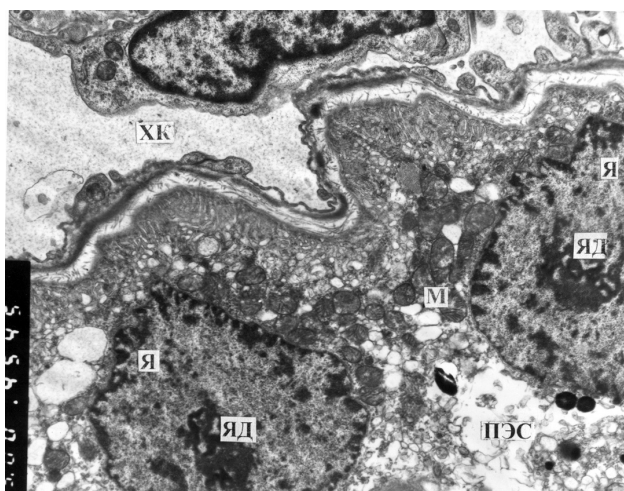
### Результаты и их обсуждение

**Структурные изменения сетчатки при 14-дневной тампонаде ПФОС.** СОИ показало, что спустя 14 дней после тампонады ПФОС во всех случаях отмечался отёк слоя нервных волокон и слоя ганглиозных клеток (рис. 1).

При ЭМИ спустя 7 дней после завершения тампонады ПФОС ультраструктура хориокапилляров

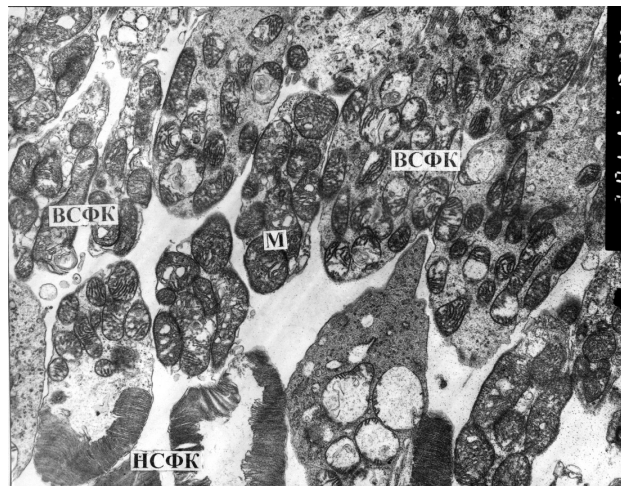


**Рис. 1.** Сетчатка кролика через 7 суток после 14-дневной тампонады ПФОС. Отёк слоя нервных волокон и слоя ганглиозных клеток. Микрофото. X 200.



**Рис. 2.** Ультраструктура сетчатки через 7 дней после 14-дневной тампонады ПФОС. Двухъядерная клетка пигментного эпителия с признаками гидропических изменений гладкой эндоплазматической сети и скоплением митохондрий в цитоплазме. Электронная микрофотография. X 5000. Условные обозначения: ХК — хориокапилляр, ПЭС — пигментный эпителий сетчатки, Я — ядро, М — митохондрия, ЯД — ядрышко.

(ХК) сосудистой оболочки без изменений. Клетки пигментного эпителия сетчатки (ПЭС) частично фрагментированы, местами наблюдается деструкция и распад отдельных клеточных элементов. При этом в клетках довольно много обычных органелл и встречаются клетки, содержащие по 2 ядра. То есть параллельно с явлениями деструкции, в основном, мембран гладкой эндоплазматической сети (ГЭС) и крупных митохондрий, наблюдаются признаки активации внутриклеточной деятельности (рис. 2).



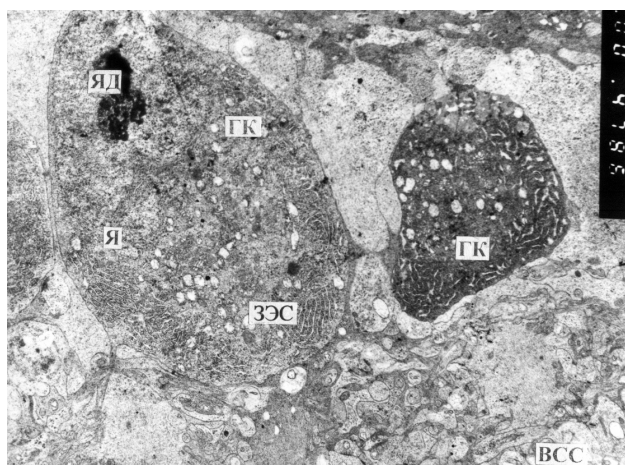
**Рис. 3.** Ультраструктура сетчатки через 7 дней после 14-дневной тампонады ПФОС. Очаговое повреждение мембраны дисков отдельных наружных сегментов и вакуолизация митохондрий внутренних сегментов фоторецепторных клеток. Электронная микрофотография. X 5000. Условные обозначения: НСФК — наружные сегменты фоторецепторных клеток, ВСФК — внутренние сегменты фоторецепторных клеток, М — митохондрия.

В единичных фоторецепторных клетках (ФК) отмечается патология дисков наружных сегментов (НС) ФК и вакуолизация митохондрий во внутренних сегментах (ВС) ФК (рис. 3).

Во внутреннем сетчатом слое выявлены гидропические изменения структур. В слое ганглиозных клеток (ГК) отмечается мелкая вакуолизация отростков мюллеровских клеток (МЮК) и набухание митохондрий в ГК.

Спустя 14 дней после завершения тампонады ПФОС ХК большей частью резко расширены. Содержимое просвета микрососудов тонкозернистое, умеренной электронной плотности. Клетки ПЭС содержат обычные органеллы, базальная и апикальная области хорошо выражены. В цитоплазме наблюдается мелкая вакуолизация за счёт митохондрий и элементов ГЭС. Мембраны ГЭС рыхлые, местами фрагментированные. В слое ФК часть клеток имеет внутриклеточный отёк внутренних сегментов и патологию митохондрий. Область ядер ФК не изменена. Нервные клетки внутренних отделов сетчатки не изменены. Выраженные гидропические изменения элементов внутреннего сетчатого слоя. В слое ГК клетки содержат ядра с крупными ядрышками и цитоплазму с большими скоплениями элементов зернистой эндоплазматической сети (ЗЭС) и мелкими вакуолизированными митохондриями. Отростки МЮК вокруг клеток слоя ГК содержат мелкие вакуоли (рис. 4).

Спустя 30 дней после завершения тампонады ПФОС ХК расширены. Содержимое просвета



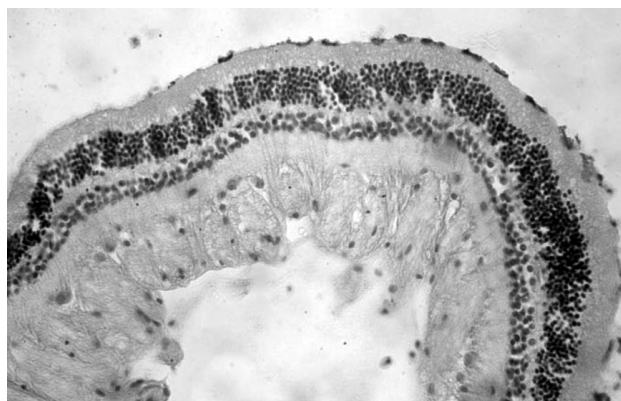
**Рис. 4.** Ультраструктура сетчатки через 14 дней после 14-дневной тампонады ПФОС. Мелкая вакуолизация цитоплазмы ганглиозной клетки. Ядро с крупным ядрышком. Электронная микрофотография. X 3000. Условные обозначения: ГК — ганглиозная клетка, Я — ядро, ЯД — ядрышко, ЗЭС — зернистая эндоплазматическая сеть, ВСС — внутренний сетчатый слой.

обычное. Клетки ПЭС как неизменные, так и содержащие ряд патологических изменений: вакуолизация, местами деструкция элементов ГЭС. При этом некоторые клетки содержат по 2 ядра, большие скопления митохондрий с признаками активности. Микровиллы апикальной области клеток ПЭС местами разрушены. В ФК, во внутренних сегментах встречаются элементы отёка, в наружных сегментах — единичные повреждения мембранных структур. Во внутреннем сетчатом слое отмечаются гидропические изменения. В слое ГК в крупных клетках большое количество органелл, участвующих в белоксинтезирующей деятельности, а также митохондрии и др. Отростки МЮК вокруг ГК отличаются очень мелкой вакуолизацией.

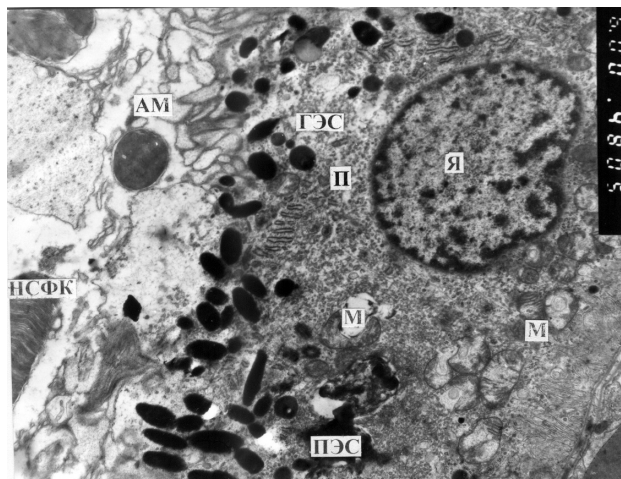
**Структурные изменения сетчатки при 14-дневной тампонаде силиконовым маслом.** При СОИ характер структурных изменений сетчатки был практически аналогичен изменениям при применении ПФОС и сводился к отёку средней степени выраженности в слоях нервных волокон и ганглиозных клеток (рис. 5).

При ЭМИ спустя 7 дней после завершения тампонады «легким» силиконовым маслом структура клеток ПЭС с признаками альтерации: мелкая фрагментация мембран элементов ГЭС и вакуолизация митохондрий (рис. 6).

В ФК деструкция дисков наружных сегментов и отёк внутренних сегментов. Остальные клеточные элементы сетчатки без видимых изменений. Наблюдаются гидропические изменения структур внутреннего сетчатого слоя. Небольшие гидропические изменения встречаются также и в слое ГК — как в нервных, так и в глиальных.



**Рис. 5.** Сетчатка кролика через 7 суток после 14-дневной тампонады силиконовым маслом. Отёк слоя нервных волокон и ганглиозных клеток сетчатки средней степени выраженности. Микрофото. X 200.



**Рис. 6.** Ультраструктура сетчатки через 7 дней после 14-дневной тампонады «легким» силиконом. Вакуолизация митохондрий и мелкая фрагментация элементов гладкой эндоплазматической сети клетки пигментного эпителия. Электронная микрофотография. X 6000. Условные обозначения: ГЭС — гладкая эндоплазматическая сеть, ПЭС — пигментный эпителий сетчатки, М — митохондрия, Я — ядро, АМ — апикальные микровиллы, НСФК — наружные сегменты фоторецепторных клеток.

Через 14 суток после тампонады «легким» силиконовым маслом в клетках ПЭС ещё встречаются остатки гидропических изменений. В отдельных ФК наблюдается деструкция дисков НС. В сетчатых слоях сетчатки видимых изменений не установлено. Небольшие гидропические изменения встречаются в ГК и МЮК.

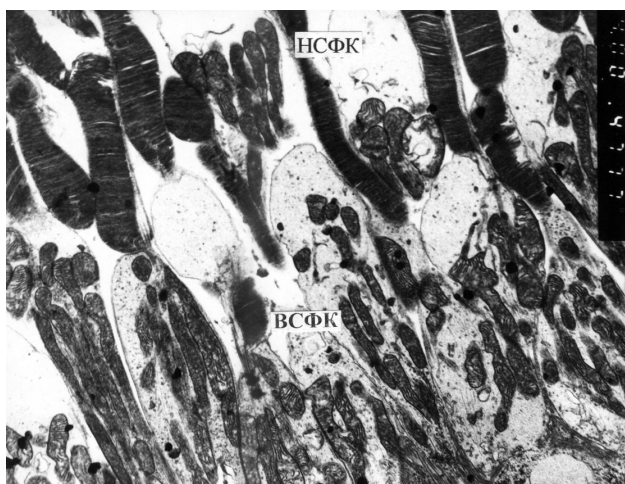
Спустя 30 суток послетампонады «легким» силиконовым маслом, практически определяются реактивные изменения ультраструктур отдельных нервных образований сетчатки. Полученные данные трудно отдифференцировать от привносимых в процессе эксперимента артефактов.

**Структурные изменения сетчатки при 14-дневной тампонаде «тяжелым» силиконовым маслом.** При ЭМИ установлено, что спустя 7–14 суток после завершения тампонады «тяжелым» силиконовым маслом просвет ХК расширен. В клетках ПЭС наблюдается вакуолизация ГЭС. Разрыхление области наружных и внутренних сегментов ФК. Признаки гидропических изменений наружных и внутренних сетчатых слоёв сетчатки и вакуолизация цитоплазмы ГК и отростков МЮК в слое ГК.

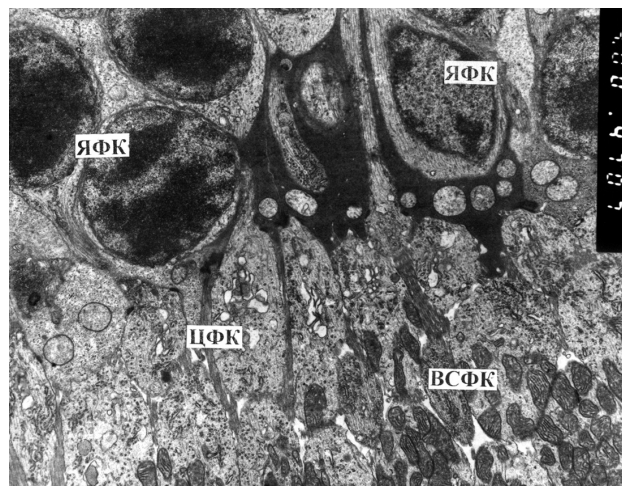
Спустя 30 дней после завершения тампонады в цитоплазме клеток ПЭС фрагментация элементов ГЭС и вакуолизация митохондрий. В области ФК встречается разрежение НС и ВСФК. Часть наружных сегментов имеет повреждение дисков. Во внутренних сегментах наблюдается отёк, но при сохранении ультраструктуры митохондрий (рис. 7).

Гидропические изменения наблюдаются в структурах наружного и внутреннего сетчатых слоёв. В ГК небольшие гидропические изменения, в то же время в отростках МЮК, располагающихся у ГК и внутренней пограничной мембраны, также наблюдается вакуолизация цитоплазмы. Однако описанные изменения ультраструктур сетчатки охватывают гораздо меньший диапазон нервных элементов сетчатки, чем это наблюдалось через 14 дней после окончания тампонады.

**Структурные изменения сетчатки при 14-дневной тампонаде физиологическим раствором.** При СОИ через 7 дней после 14-дневной тампонады физиологическим раствором выявлен незначительный отек в слоях сетчатки, который к 30 дню наблюде-



**Рис. 7.** Ультраструктура сетчатки через 30 дней после 14-дневной тампонады «тяжелого» силикона. Экстра- и внутриклеточный отек наружных и внутренних сегментов фоторецепторных клеток. Электронная микрофотография. X 4000. Условные обозначения: НСФК — наружные сегменты фоторецепторных клеток, ВСФК — внутренние сегменты фоторецепторных клеток.



**Рис. 8.** Ультраструктура сетчатки через 7 дней после 14-дневной тампонады физиологическим раствором. Нормальная ультраструктура цитоплазмы и ядер фоторецепторов. Электронная микрофотография. X 4000. Условные обозначения: ЯФК — ядра фоторецепторной клетки, ЦФК — цитоплазма фоторецепторной клетки, ВСФК — внутренние сегменты фоторецепторной клетки.

ния уменьшается и структура сетчатки выглядит, практически, не измененной (рис. 8).

При ЭМИ через 7 суток выявлены небольшие гидропические изменения элементов ГЭС цитоплазмы ПЭС и разъединение НС ФК. В ряде изучаемых клеточных элементов последующих слоев сетчатки выявлено просветление цитоплазматического матрикса.

Спустя 14 и 30 суток после тампонады физиологическим раствором ультраструктурное состояние элементов сетчатки в пределах нормы.

**Заключение.** Проведенное исследование указывает на однотипность качественных и количественных изменений структуры сетчатки — как при применении ПФОС, так и силиконового масла. Изменения сводятся к отёку внутренних слоёв сетчатки различной степени выраженности, наблюдающемуся уже на 7 сутки и длящемся на протяжении всего периода наблюдения. Необходимо отметить, что отёк сетчатки выявляется и при применении физиологического раствора, но он незначителен и локализуется преимущественно в слое нервных волокон.

Все три вида изученных воздействий на сетчатку оказывают характерное однотипное влияние на ультраструктуру исследуемых элементов сетчатки. Это, в основном, гидропические изменения гладкой эндоплазматической сети клеток пигментного эпителия сетчатки, митохондрий пигментного эпителия, внутренних сегментов фоторецепторных клеток, ганглиозных и мюллеровских клеток. Параллельно в этих клетках проявляются также компенсаторно-восстановительные процессы, позволяющие нормализовать их ультраструктуру.

Различия во влиянии ПФОС и силикона на сетчатку заключаются, в основном, в динамике наблюдаемых ультраструктурных изменений. При этом особенно близки по своему действию на сетчатку ПФОС и «легкий» силикон, в то время как «тяжелый» силикон вызывает несколько более выраженные реакции на субклеточном уровне. Полученные данные свидетельствуют об обратимости и нормализации происходящих изменений в элементах сетчатки и не носят разрушающего характера при использовании указанных соединений для тампонады витреальной полости в течение 14 суток.

Контрольное введение физиологического раствора во все сроки исследования вызывает легкие реактивные изменения гидропического характера, в основном, в клетках пигментного эпителия сетчатки.

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

Часть исследователей сообщают о развитии необратимых атрофических изменений после 48 часовой [6], 2-недельной [4] тампонады ПФОС. Различия с нашими данными можно объяснить

неодинаковыми условиями проведения экспериментальных исследований. Некоторые авторы использовали газовую компрессию стекловидного тела, что могло оказывать дополнительное повреждающее действие на ультраструктуру сетчатки. В других экспериментальных работах сообщается об отсутствии значимых изменений после более чем 14-суточной тампонады, что соответствует полученным нами данным [7].

Во всех вышеперечисленных работах в качестве контроля использовался физиологический раствор. В данном экспериментальном исследовании мы проводили сравнение влияния ПФОС на структуры сетчатки не только с физиологическим раствором, но и с широко используемыми тампонирующими веществами, такими как «легкий» и «тяжелый» силикон, и не выявили значительной разницы в действии данных веществ на структуру сетчатки.

Поскольку влияние 14-дневной тампонады ПФОС на ультраструктурное строение сетчатки сопоставимо со стандартным широко используемым тампонирующим веществом — «легким» и «тяжелым» силиконом — он может рассматриваться как альтернатива при проведении кратковременной тампонады.

### Литература

1. **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. — Пушино, 1999. — С. 192–194.
2. **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.
3. **Шкворченко Д. О.** Экспериментально-клиническое обоснование применения витреопресса для краткосрочного послеоперационного тампонирувания в витреоретинальной хирургии / Д. О. Шкворченко, О. В. Каштан, К. Н. Макаров, Т. И. Ронкина // Перфторорганические соединения в биологии и медицине: Сб. науч. тр. — Пушино, 1999. — С. 186–192.
4. **Chang S.** Experimental studies of tolerance to intravitreal perfluoronoctane liquid / S. Chang, JR. Sparrow, T. Iwamoto, A. Gershbein, R. Ross, R. Ortiz // *Retina*. — 1991. — № 11. — P. 367–374.
5. **Clark L. C. Jr.** Survival of mammals breathing organic liquids equilibrated with oxygen at atmospheric pressure / L. C. Jr. Clark, F. Gollan // *Science*. — 1966. — № 152. — P. 1755–1756.
6. **Devin F.** Experimental tolerability of perfluorodecalin in prolonged intraocular tamponade / F. Devin, T. Jourdan, J. B. Saracco, A. Lucciani // *J Fr Ophtalmol*. — 1995. — № 18. — P. 268–274.
7. **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.
8. **Haidt S. J.** Liquid perfluorocarbon replacement of the eye / S. J. Haidt, L. C. Clark, J. Ginsberg // *Invest. Ophthalmol. VisSci*. — 1982. — № 22. — P. 233.
9. **Norman H. J.** Requirements of bioethics of the Helsinki declaration about ethical regulation of medical researches / H. J. Norman // *Chronicle of the World Organization of Healthcare*. — 1985. — Т. 39, № 3. — С. 3–9
10. **Orzalesi N.** Experimental short-term tolerance to perfluorodecalin in the rabbit eye: a histopathological study / N. Orzalesi, L. Migliavacca, F. Bottoni, S. Miglior // *Curr Eye Res*. — 1998. — № 17. — P. 828–835.
11. **Reynoldes E. S.** The use of lead citrate at high pH an electronopaque stain in electron microscopy // *I. Cell Biol*. — V. 17. — P. 208–212.
12. **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.
13. **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.**

Поступила 15.06.2015