

Heavy tamponade 1: a revue of indications, use, and complications.

H.Heimann, T.Stappler, D.Wong

Тяжелая тампонада 1: показания, возможности использования, осложнения.

Введение.

Несмотря на значительные достижения витреоретинальной хирургии за последние 30 лет, ряд клинических ситуаций остаются достаточно сложными для хирургов. Особенно это касается патологии в заднем полюсе глаза и, особенно, на периферии сетчатки в нижнем отделе глазного дна. Эти зоны не могут быть эффективно тампонированы газо-воздушной смесью или обычным силиконовым маслом при комфортном положении пациента (в вертикальном положении либо лежа на спине).

В связи с этим внедрение в клиническую практику тампонирующих составов «тяжелее воды» представлялось исключительно важной задачей [1-3]. Впервые фторсиликоны и перфторкарбоны были использованы в офтальмохирургии в начале 1990 годов [4-8]. Однако, они были пригодны только для интраоперационной или кратковременной послеоперационной тампонады, так как стимулировали развитие пролиферативной витреоретинопатии (ПВР) [9, 10]. Следующим шагом стало появление перфторгексилотана (F6H8), пригодного для пролонгированной эндотампонады сетчатки. Эффективность тампонады сетчатки с помощью этого состава была подтверждена в результате нескольких клинических исследований [11, 12]. В то же время, был зафиксирован ряд значимых побочных эффектов и осложнений тампонады [13-16].

В экспериментальных исследованиях изучалась возможность использования составов OL62HV и O62, однако, серьезные побочные эффекты не позволили внедрить их в практику [14,17].

Ряд хирургов предлагали использовать сочетание F6H8 и обычного силиконового масла для одновременной тампонады верхних и нижних отделов. Однако, результирующий тампонирующий эффект отдельных пузырей в полости глаза оказался гораздо ниже предполагаемого [18, 19].

В последние годы в клинической практике офтальмохирургов появились три состава «тяжелее воды»: Oxane HD, Densiron 68 и HWS 46-3000 – которые демонстрируют хорошую эффективность при достаточно невысоком

риске побочных эффектов [20-27]. В данной статье обсуждаются основные показания и возможные осложнения тампонады тяжелым силиконом. Более детальная информация о физических и химических свойствах этих составов опубликована ранее [28-30].

Требования к эндотампонаде.

Любое вещество, используемое для эндотампонады, не должно смешиваться с водой. Поверхностное натяжение на границе раздела сред определяется законом ван-дер-ваальсового взаимодействия. Чем больше натяжение на границе раздела сред, тем стабильнее пузырь эндотампонады, меньше риск проникновения состава под сетчатку через ее разрыв.

Эффективность эндотампонады при отслойке сетчатки складывается из нескольких механизмов. Во-первых, тампонирующий состав за счет механического давления вытесняет жидкость из-под сетчатки, способствуя (при отсутствии тракции) ее прилеганию. Во-вторых, в случае сохранения тракционных воздействий на сетчатку и наличия разрыва сетчатки в зоне ее деформации тампонирующий пузырь блокирует этот разрыв, препятствуя прогрессированию отслойки. Высокое поверхностное натяжение при этом препятствует попаданию состава под сетчатку. И наконец, полное заполнение витреальной полости тампонирующим составом делает невозможным отслоение сетчатки. На практике 100% заполнение витреальной полости достичь крайне сложно вследствие особенностей ее геометрии [31].

Преимущества эндотампонады тяжелым силиконовым маслом.

Основным показанием для использования тяжелого силиконового масла являются тяжелые формы отслойки сетчатки с наличием разрывов, отрывов, ПВР в нижней половине глазного дна. Прогрессирование ПВР остается основной причиной неудач хирургии отслойки сетчатки [36, 37]. Медикаментозная терапия ПВР практически неэффективна. Попытки лечения прогрессирования ПВР после операции по поводу отслойки сетчатки путем интравитреального введения даунорубицина [38], комбинации 5-фторурацила и низкомолекулярного гепарина [39] не показали достаточной эффективности. В связи с этим, хирургическое вмешательство остается на сегодняшний день единственным способом лечения ПВР.

В большинстве клинических случаев тяжелой ПВР проводят витрэктомию с эндотампонадой силиконовым маслом в сочетании с

эписклеральным пломбированием. Реже эффекта удается добиться пролонгированной эндотампонадой газо-воздушной смесью либо изолированной операцией эписклерального пломбирования. При использовании обычных составов эндотампонирование сетчатки в нижних отделах глазного дна оказывается неэффективным. Субретинальная жидкость с факторами роста, провоспалительными цитокинами («ПВР-суп») скапливается в нижних отделах глазного дна при вертикальном положении пациента или в области заднего полюса при положении пациента лежа на спине. Это способствует формированию пролиферативных мембран, приводя к анатомической и функциональной неудаче хирургического вмешательства.

Преимуществами использования тампонады тяжелым силиконовым маслом в случаях осложненной отслойки сетчатки являются следующие:

- 1) Разрывы и ретиномические отверстия в нижней половине глазного дна могут быть эффективно блокированы при вертикальном положении головы пациента;
- 2) Немедленное блокирование разрыва приводит к разобщению субретинального пространства с витреальной полостью, что снижает риск прогрессирования ПВР и разблокирования разрыва;
- 3) Механическое вытеснение субретинальной жидкости с факторами роста и цитокинами из-под сетчатки в нижней половине глазного дна и в области заднего полюса снижает риск формирования преретинальных пролиферативных мембран и кистовидного макулярного отека;
- 4) Высокий тампонирующий эффект в заднем полюсе обуславливает скорейшее прилегание макулы;
- 5) Рецидив отслойки сетчатки наиболее вероятен в верхней половине глазного дна, где он может быть успешно устранен в ходе повторного вмешательства с введением газо-воздушной смеси;
- 6) В большинстве случаев рецидива отслойки сетчатки на фоне тампонады тяжелым силиконовым маслом макула остается прилежащей (macula-on).

Таблица 1. Клинические исследования тяжелых форм тампонад

Автор, ссылка	Агент тампонады	Дизайн исследования	Критерии включения (проведения операции)	№	Предыдущая ВР хирургия (%)	Наблюдение врача	Время удаления тампонады	Анатомический успех	Функциональный результат	Осложнения	Впечатление авторов исследования
Gremillion et al6	Фторированное силиконовое масло	Последовательная серия экспериментов, один центр	Тяжелая регматогенная ОС (ПВР, вследствие травмы, некроз сетчатки), тракционная ОС (диабетическая ретинопатия)	30	19/30 (63)	В среднем 6 мес, диапазон 3-12 мес.	2-8 недель	Первичный 77% (23/30). Финальный 93% (28/30)	От неправильной проекции света до logMAR 0.4	Эмульгирование 100% (30/30), Признаки воспаления в передней камере 10% (3/30) Кератопатия 10% (3/30) Прогрессирование катаракты 75% (6/8) Повышение ВГД 13% (4/30) Гипотония 13% (4/30)	Фторированное силиконовое масло может быть рекомендовано для интраоперационного использования и с целью пролонгированной тампонады
Bottoni et al5	C10F18	Последовательная серия экспериментов, один центр	Тяжелые формы регматогенной ОС (ПВР, гигантские разрывы, травма в анамнезе)	32	8/32 (25)	В среднем 8 мес, диапазон 4-12 мес.	5 дней	Первичный 25/32 (72%). Финальный 27/32 (84%)	17/32 (68%) logMAR \geq 1.0	Повышение ВГД 81% (26/32) Зрачковые мембраны 28% (9/32) Помутнение роговицы 9% (3/32) Остаточное эмульгирования 9% (3/32) Гипотония 3% (1/32) ПВР 39% (12/32)	Необходимы масштабные дальнейшие исследования

Автор, ссылка	Агент тампонады	Дизайн исследования	Критерии включения (проведения операции)	№	Предыдущая ВР хирургия (%)	Наблюдение врача	Время удаления тампонады	Анатомический успех	Функциональный результат	Осложнения	Впечатление авторов исследования
Kirchhof et al11	F6H8	Последовательная серия экспериментов, три центра	Тяжелые формы регматогенной ОС (ПВР, гигантские разрывы, гипотония), тракционная ОС (диабетическая ретинопатия)	23	21/23 (93)	4 недели после удаления F6H8	В среднем 76 дней	Первичный 19/22 (86%). Финальный 18/19 (95%)	logMAR 1.58	Прогрессирование катаракты у 90% (9/19) факичных пациентов Блок зрачка 9% (2/23) Умеренное воспаление в передней камере 9% (2/23) Дисперсия 52% (12/23)	F6H8 удовлетворительно переносится глазом в течение продолжительного периода
Автор, ссылка	Агент тампонады	Дизайн исследования	Критерии включения (проведения операции)	№	Предыдущая ВР хирургия (%)	Наблюдение врача	Время удаления тампонады	Анатомический успех	Функциональный результат	Осложнения	Впечатление авторов исследования
Roider et al14	F6H8	Последовательная серия экспериментов, два центра	Тяжелые формы регматогенной ОС (ПВР, травма в анамнезе), тракционная ОС (диабетическая ретинопатия)	5	2/5	6 месяцев после удаления тампонады	4–6 недель	Первичный 3/5. Финальный 5/5, 2 с силиконовым маслом	logMAR 1.5–0.4	Дисперсия 2/5 Повышение ВГД 1,5 Помутнение роговицы 2,5 Выпадение осадка в виде хлопьев 2/5	Необходимы исследования на животных
Roider et al14	OL62HV	Клиническое испытание, два центра	Регматогенная ОС с разрывами в нижней половине глазного дна (ретиношизис, сосудистые окклюзии, рецидив ОС)	4	2/4	6 месяцев после удаления тампонады	4–6 недель	Финальный 3/4 при наличии силиконовой тампонады	От отсутствия проекции света до logMAR 0.6	Фибринозное воспаление в передней камере 1/4 Выпадения осадка 4/4 Некроз сетчатки 2/4 Тяжелая ПВР 4/4	Испытание прекращено преждевременно, OL62HV не рекомендован в качестве тампонады
Stefaniotou et al12	F6H8	Последовательная серия экспериментов, один центр	Тяжелые формы регматогенной ОС (ПВР, макулярный разрыв, травма в анамнезе)	14	5/14 (36)	В среднем 6 месяцев, диапазон 3-12	3-8 недели	Первичный 10/14 (71%). Заключительный 12/14 (86%).	logMAR 0.5	Прогрессирование катаракты 78% (7/9) Попадание F6H8 в переднюю камеру 29% (4/14)	Перспективный тампонирующий агент

Автор, ссылка	Агент тампонады	Дизайн исследования	Критерии включения (проведения операции)	№	Предыдущая ВР хирургия (%)	Наблюдение врача	Время удаления тампонады	Анатомический успех	Функциональный результат	Осложнения	Впечатление авторов исследования
Vote et al16	F6H8	Ретроспективное исследование, один центр	Регматогенная ОС с изменениями в нижней половине (ПВР, предполагаемый эндофтальмит)	5	2/5	3–6 месяцев	2 дня – 9 недель	Первичный 1/5. Финальный 5/5	logMAR 0.7–0.3	Помутнение роговицы 1/5. Воспаление в передней камере 2/5. ПВР мембраны 3/5. Попадание F6H8 в субретинальное пространство 1/5. Эмульгирование 1/5.	Не рекомендуется использование F6H8
Wolf et al20	Oxane HD	Последовательная серия экспериментов, один центр	Тяжелые формы регматогенной ОС (ПВР, гигантские разрывы, травма в анамнезе)	33	31/33 (94)	12 месяцев после введения Oxane HD, диапазон 12-16	В течение 3-х месяцев	Первичный 19/33 (58%). Заключительный 31/33 (94%).	25/33 (81%) logMAR X1.3	Повышение ВГД 6/33 (18%) Блок зрачка 2/33 (6%) Воспаление в передней камере 3% (1/33) Кровоизлияния 6% (2/33)	Тяжелое силиконовое масло можно использовать в качестве эффективной эндотампонады при тяжелых формах ОС
Gerding and Kolck13	F6H8	Последовательная серия экспериментов, один центр	Тяжелые формы ОС (ПВР, травма в анамнезе, эндофтальмит, ретинопатия недоношенных)	17	17/17 (100)	6 месяцев после удаления F6H8	В среднем 25 дней, диапазон 21–25	Финальный 71% (12/17)	logMAR 1.7, 0.7–2.1	Дисперсия 17/17 (100%) Отек роговицы 6/17 (35%) Фибринозное воспаление в передней камере 35% (6/17) Прогрессирование катаракты 75% (3/4) Фиброз задней капсулы 47% (8/17) Гипотония 81% (13/16) Осаждение на задней поверхности хрусталика 41% (7/17) Выпадение осадка 100% 17/17)	F6H8 не рекомендован с целью длительной тампонады из-за высокого риска гипотонии в послеоперационном периоде

Автор, ссылка	Агент тампонады	Дизайн исследования	Критерии включения (проведения операции)	№	Предыдущая ВР хирургия (%)	Наблюдение врача	Время удаления тампонады	Анатомический успех	Функциональный результат	Осложнения	Впечатление авторов исследования
Theelen et al27	Oxane HD	Последовательная серия экспериментов, один центр	Тяжелые формы регматогенной ОС (ПВР, крупные разрывы)	19	14/19 (74)	В среднем 3 месяца после удаления Oxane HD, диапазон 2-4	В среднем 2 мес., диапазон 1-4	Первичный 17/19 (89%)		Преципитаты на роговице 37% (7/19) Эмульгирование 11% (2/19)	Необходимы дополнительные клинические испытания перед тем, как рекомендовать продукт для широкого использования Об2 не рекомендован в качестве долгосрочной тампонады
Hoerauf et al17	Об2	Последовательная серия экспериментов, один центр	Тяжелые формы регматогенной ОС (ПВР, гигантские разрывы, ретиношизис)	11	9/11 (81)	В среднем 16 месяцев после удаления Об2	В среднем 43 дня, диапазон 17-55	Первичный 7/11 (63%). Финальный 11/11 (100%)	logMAR 0.7	Воспаление в передней камере 100% (11/11) Временное повышение ВГД 18% (2/11) Тяжелое эмульгирование 100% (11/11)	Об2 не рекомендован в качестве долгосрочной тампонады
Rizzo et al32	Oxane HD	Последовательная серия экспериментов, один центр	Тяжелые формы регматогенной ОС (ПВР, разрывы в нижней половине, гигантские разрывы, хориоидальная отслойка, травма в анамнезе)	28	25/28 (89)	6 месяцев после удаления тампонады	88 дней, диапазон 45-96	Первичный 54% (15 /28)	LogMAR (средний) 1,5, диапазон 2.3-0.4	Прогрессирование катаракты 38% (3/8) Повышение ВГД 14% (4/28) Попадание тампонады в переднюю камеру 4% (1/28) Формирование мембраны 54% (15/28)	Хорошая переносимость с незначительными осложнениями
Rizzo et al33	Последовательная инъекция 30% F6H8 и 70% силиконового масла 1000 cSt	Последовательная серия экспериментов, семь центров	Первичная регматогенная ОС (ПВР, гигантские разрывы, множественные разрывы)	28	нет	6 месяцев после удаления тампонады	41 дней, диапазон 30-45	Первичный 21/28 (75%)	LogMAR 0,3	Фибринозное воспаление в передней камере 4% (1/28) Эмульгирование 7% (2/28) Повышение ВГД 36% (10/28)	Перспективен для лечения тяжелых форм отслойки сетчатки

Автор, ссылка	Агент тампонады	Дизайн исследования	Критерии включения (проведения операции)	№	Предыдущая ВР хирургия (%)	Наблюдение врача	Время удаления тампонады	Анатомический успех	Функциональный результат	Осложнения	Впечатление авторов исследования
Tognetto et al34	Смесь 30% F6H8 и 70% силиконового масла 1000 cСт	Последовательная серия экспериментов, один центр	РОС с ПВР класс С (в том числе гигантский разрыв, макулярный разрыв, травма в анамнезе)	26	21/26 (81)	10 месяцев после удаления	60 дней	Первичный 24/26 (62%). Заключительный 26/26 (100%)	18/26 (69%) ≥logMAR 1.3	Быстрое повышение ВГД 12% (3/26) Повышение ВГД (всего) 31% (8/26) Гипотония 4% (1/26) Дисперсия 4% (1/26)	Перспективен в качестве тяжелой тампонады
Wong et al21	Densiron 68	Два центра	Тяжелые формы регматогенной ОС (ПВР, разрывы в заднем полюсе и в области нижней периферии)	42	26/42 (62)	≥ 3 мес. после удаления	10-16 недель	Первичный 81% (34/42). Финальный 93% (39/42)	LogMAR 0,94, улучшение 66%	Прогрессирование катаракты у всех факических пациентов. Повышение ВГД 8% (3/42). Умеренное воспаление в передней камере 8% (3/42).	Densiron рекомендован для лечения тяжелых форм отслойки сетчатки
Sandner and Engelmann25	Densiron 68	Последовательная серия экспериментов, один центр	РОС с ПВР, Травма в анамнезе, эндофтальмит	48	48/48 (100)	В среднем 103 дня после удаления	Средняя 108 дней, диапазон 27-400	Первичный 46% (22 /48). Финальный 92% (44/48)	LogMAR 1,47	Дисперсия 16% (6/42) через 1 месяц Эмульгирование 15% (7/48) Ишемическая оптическая нейропатия 2% (1/48) Гипотония 2% (1/48) Умеренное воспаление в передней камере 21% (10/48) Неинфекционный эндофтальмит 4% (4/48) Длительное повышение ВГД 10% (5/48)	Использование Densiron оказалось успешным, необходимы дальнейшие исследования

Cheung et al35	Oxane HD	Один центр	РОС с макулярным разрывом при дегенеративной миопии	12	нет	В среднем 12 месяцев, диапазон 9-15	3-4 месяцев	Первичный 83% (10 /12). Финальный 92% (11/12)	LogMAR 1,5	Гипотония 13% (6/48) Прогрессирование катаракты 50% (4/8) Повышение ВГД 42% (5/12) Эмульгирование 8% (1/12)	Перспективный заменитель СТ при РОС с макулярным разрывом на фоне дегенеративной миопии
Rizzo et al22	HWS 46-3000	Один центр	Тяжелые формы РОС (ПВР, разрывы в заднем полюсе и в области нижней периферии)	32	28/32 (88)	Между 1 и 3 месяцам	6 месяцев	Первичный 84% (27/32). Заключительный 100% (32/32)	Средняя острота зрения LogMAR 1,1, диапазон 3-0.1	Прогрессирование катаракты 100% (7/7) Повышение ВГД 3% (1/32) ЭРМ 9% (3/32)	Полезный инструмент при лечении тяжелых форм РОС
Sandner et al26	Densiron 68	Последовательная серия экспериментов, один центр	Первичная РОС с ПВР, РОС с макулярным разрывом	12	нет	В среднем 400 дней после удаления	В среднем 78 дней, диапазон 33-126	Первичный 33% (4/12). Финальный 75% (9/12)	LogMAR 1,87	Эмульгирование 17% (2/12) Умеренное воспаление в передней камере 33% (4/12) Интраретинальный глиоз 25% (3/12) Длительное повышение ВГД 17% (2/12) Гипотония 8% (1/12) Прогрессирование катаракты у 3/3 пациентов	Наши результаты менее обнадеживающие, чем в других исследованиях

а С10F18– замена силиконового масла в 27/32 глазах (84%), спустя дней.

б Один пациент, который был «потерян», не был включен в последующие наблюдения.

с Четверо больных были «потеряны» и не включены в дальнейшие наблюдения.

д Цифры, рассчитанные из данных таблицы, приведены в статье, 15/31 пациентов имели обычное силиконовое масло на заключительном, 12-мес. визита.

е Данные не представленные в статье.

Таблица 2. Физические и химические свойства новых видов тяжелой тампонады в сравнении с F6H8

	Densiron 68	Охане HD	HWS 46-3000	F6H8
Компоненты (вес%)	30.5% F6H8, 69.5% SiO 5000	11.9% RMN3, 88.1% Охане 5700	55% F4H5, 45% SiO 100000	NA
Удельный вес (г / см3) (251С)	1.06	1.02	1.118	1.35
Показатель преломления (201)	1.387	1.4	1.366	1.343
Поверхностное натяжение при контакте с воздухом (мН / м)	19.13		18.8	19.7
Поверхностное натяжение при контакте с водой (мН / м)	40.82	>40	41.3	45.3
Вязкость (мПа) (251)	1349	3800	2903	3.44

В таблице 1 обобщены результаты основных исследований, посвященных использованию тяжелых силиконовых масел в офтальмохирургии. Применяемые авторами составы отличаются по характеру взаимодействия с поверхностью глазного дна, определяемому силой поверхностного натяжения пузыря и особенностями гравитационного воздействия, а также различны по вязкости, что определяет допустимую продолжительность нахождения масла в полости глаза [19]. В настоящее время сомнения хирургов относительно безопасности использования тяжелых силиконовых масел в основном связаны с большим процентом осложнений, отмеченных при использовании составов первых поколений. Внедрение тяжелых силиконовых масел последнего поколения позволило значительно улучшить анатомический и функциональных исходы операций.

Фторированные силиконовые масла и перфторкарбоновые жидкости.

Фторированные силиконовые масла и перфторкарбоновые жидкости изначально были разработаны для интраоперационного использования с целью расправления сетчатки [40, 41]. При широком использовании их в практике не у всех пациентов удавалось полностью удалить составы из полости глаза. Было замечено, что небольшие капли этих составов, оставшиеся в витреальной полости после операции, хорошо переносятся глазом, не вызывая каких-либо негативных реакций [5]. На основании этих наблюдений появился ряд публикаций, посвященных исследованию возможности использования 1000 cSt и 300 cSt фторсиликоновых масел [6, 8], перфтордекалина (C10F18) [5], перфторфенантрена (Vitreon, C14F24) [5,7] с целью кратковременной или пролонгированной послеоперационной тампонады. Это оказалось сопряжено с крайне высоким риском осложнений: частота эмульгирования составила 100% в случаях использования фторсиликоновых масел, частота офтальмогипертензии – 81% при введении перфторкарбоновых жидкостей, часто отмечалось помутнение роговицы [5, 6]. Были замечены негативные биологические реакции [6]. Ряд авторов указывают на дегенеративные изменения структуры нейроэпителия [42], что, однако, не было подтверждено в других исследованиях [7]. К тому же анатомические и функциональные результаты операций не показали преимуществ в сравнении с использованием стандартных тампонирующих составов [5, 7, 43]. В связи с этим, данные составы не были рекомендованы для широкой офтальмологической практики с целью пролонгированной тампонады.

Частично фторированные алканы и алкены.

Частично или полуфторированные алканы изначально также были разработаны для интраоперационного расправления сетчатки, а также в качестве растворителя для удаления остатков силиконового масла с поверхности глазного дна [44]. Учитывая их физическую, химическую и физиологическую инертность, ожидалась их лучшая переносимость тканями глаза при пролонгированной тампонаде в сравнении с перфторкарбонами. F6H8 был первым фторированным алканом, использованным для пролонгированной тампонады в рамках клинических исследований [11-16]. Длительность тампонады F6H8 в среднем составляла 8 недель, максимально доходила до 14 недель. Результаты наблюдений различных авторов значительно отличались. Некоторые исследователи не отметили существенных побочных эффектов эндотампонады с помощью F6H8 [11, 12], в то время как другие описывали массивные осложнения [13-16]. Основные проблемы были связаны со 100% эмульгированием состава, что приводило к развитию воспалительных реакций. В то же время, при гистологическом исследовании пролиферативных мембран, выделенных с поверхности сетчатки при повторной операции удаления (замены) F6H8 не было выявлено структурных особенностей в сравнении с аналогичными мембранами, формирующимися на фоне тампонады стандартным силиконовым маслом [45]. Широкое использование F6H8 стало неактуальным после появления составов нового поколения, описанных далее.

Перфторгексилэтан (O62) и олигомер с высокой вязкостью OL62HV относятся к полуфторированным алканам. Использование их в рамках клинических исследований оказалось сопряжено с крайне высоким риском осложнений, включая 100% эмульгирование, воспаление, стимулирование ПВР, ретинальный некроз [14, 17]. Это ограничило дальнейшее применение составов в клинической практике.

Двойное тампонирование с помощью F6H8 и силиконового масла.

Теоретической предпосылкой для использования двойной тампонады явились особенности этих двух составов: F6H8 опускается вниз, а силиконовое масло поднимается кверху, что обеспечивает одновременное тампонирование верхних и нижних отделов глазного дна. К тому же, F6H8 растворим в силиконовом масле, что устраняет линию раздела между этими двумя жидкостями при одновременном нахождении в полости глаза. F6H8 и силиконовое масло были использованы в соотношении 3:7 в одном шприце [34], длительность тампонады – 60 дней. Результаты этих операций (26 пациентов) превзошли показатели при использовании в качестве тампонирующего агента одного F6H8. В мультицентровом исследовании [33] F6H8 и силиконовое масло вводились 68 пациентам в витреальную полость последовательно в пропорции

30% и 70%, длительность тампонады составила в среднем 40 дней. Несмотря на высокую частоту эмульгирования состава, анатомические и функциональные результаты операций оказались обнадеживающими.

Концепция одновременной тампонады изначально имеет много недостатков. Раствор неоднороден, так как количество F6H8 значительно превышает объем, который может быть растворен в силиконовом масле. Верхняя часть пузыря образована силиконовым маслом, тогда как его нижняя часть состоит только из F6H8. Пузырь приобретает форму яйца, в связи с чем не может обеспечить эффективную тампонаду в верхней половине глазного дна. Существуют и другие проблемы. Так как растворимость F6H8 в силиконовом масле зависит от температуры, то при нахождении пациента на холоде, либо при резких движениях глазного яблока возможно помутнение силиконового масла и выпадение F6H8 в виде отдельных капель [32].

Описаны попытки двойного тампонирования с помощью фторированного и обычного силиконовых масел [47]. В этом случае существует риск рецидива отслойки в треугольных пространствах наружного и внутреннего отделов глазного дна между двумя пузырями масел вследствие особенностей их конфигурации и неэффективности тампонады этих зон.

Тяжелые силиконовые масла.

В последние годы появились новые, более стабильные комбинации силиконового масла и тяжелой жидкости. Новое поколение таких составов включает Oxane HD, Densiron 68 и HWS 46-3000 [22]. Компоненты данных составов различны, что определяет разницу их вязкости, степени тяжести (таблица 2).

Oxane HD (Baush&Lomb, Франция) представляет собой смесь силиконового масла Oxane 5700 и сочетания фторида и гидрокарбоната олефина (RMN3). В литературе представлены результаты многочисленных исследований тампонирования сетчатки с помощью этого состава преимущественно при осложненных формах отслойки сетчатки и рецидивах макулярного разрыва [20, 27, 32, 35, 49, 50]. Длительность тампонады в среднем составила 2 месяца. Частота осложнений оказалась существенно ниже, чем при использовании F6H8 или иных, описанных выше составов. Однако, довольно часто авторы отмечали эмульгирование Oxane HD, описаны случаи повышения ВГД [20, 27]. Oxane HD является самым легким из представителей тяжелых силиконовых масел последнего поколения, что, вероятно, может объяснить несколько более высокую частоту рецидивов отслойки сетчатки на фоне тампонады этим составом [18, 21,

22, 32]. Особенно в глазах с предварительно проведенным эписклеральным пломбированием относительно более легкие составы обеспечивают недостаточно эффективное тампонирование центральное вала вдавления [19, 32].

Densiron 68 (Fluoron, Германия) является комбинацией перфторгексилотана (F6H8) и силиконового масла 5000 cSt [51]. Вязкость F6H8 в таком растворе повышается с 2,5 до 1387 mPa, что снижает его тенденцию к дисперсии, являвшейся основной проблемой при пролонгированной тампонаде чистым F6H8. Возможность тампонирования Densiron 68 при осложненных формах отслойки сетчатки изучалась в нескольких исследованиях [21, 24-26, 52, 53]. Длительность тампонады составляла 2-3 месяца. Была отмечена гораздо лучшая стабильность и переносимость состава в сравнении с чистым F6H8 [21, 25, 26]. В то же время, был отмечен ряд побочных эффектов тампонады, описаны случаи неудовлетворительного анатомического результата [26, 52]. Densiron 68 был выбран в качестве тампонирующего агента в «Heavy Silicone Oil Study» (HSO Study), первом мультицентровом сравнительном исследовании эффективности тампонады тяжелым силиконовым маслом в сравнении с традиционным маслом [54].

HWS 46-3000 является самым тяжелым и вязким составом из трех новых силиконовых масел. В первом клиническом исследовании не было отмечено эмульгирования состава при длительности тампонады 1-3 месяцев, отсутствовали иные значимые осложнения, был отмечен хороший анатомический и функциональный результат операции. В то же время, высокая вязкость состава создавала определенные трудности в процессе введения и удаления HWS 46-3000 [22].

Показания.

Тампонада тяжелым силиконовым маслом оптимальна при осложненных формах и рецидивах отслойки сетчатки. В проведенных исследованиях пациенты были разделены на группы в зависимости от наличия или отсутствия ПВР. В большинстве случаев тампонада тяжелым силиконовым маслом проводилась в связи с прогрессированием ПВР после первичной операции витрэктомии или эписклерального пломбирования по поводу отслойки сетчатки. Процент пациентов с предшествующей витреоретинальной хирургией варьировал от 0 до 100, и превышал 50 в большинстве исследований. Во многих работах были включены также группы пациентов с контузионной или открытой травмой глазного яблока [6, 12-14, 20, 25, 32, 34, 48].

В случаях регматогенной отслойки сетчатки, не осложненной выраженной ПВР, отмечались разрывы или отрывы в нижнем отделе глазного дна. Отдельно анализировались результаты операций при гигантских разрывах [5, 11, 17, 20, 33, 34], множественных разрывах, а также разрывах в заднем полюсе [20-22, 27, 32, 33]. Были выделены подгруппы с осложненной миопией и макулярными разрывами и их рецидивами, задней стафиломой [11, 12, 21, 26, 34, 35, 50]. Немногочисленными оказались исследования результатов тампонирования при тракционной отслойке сетчатки на фоне пролиферативной диабетической ретинопатии [6, 11, 14, 15], при ретиношизисе [17], эндофтальмите [13, 16, 25], ретинопатии недоношенных [13], отслойке хориоидеи [32], венозной окклюзии [14], гипотонии глаза [11], ретинальном некрозе [6]. Описаны случаи применения эндотампонады тяжелым силиконовым маслом при сочетании разрывов сетчатки в нижнем и верхнем отделах глазного дна [11, 21, 26]. В случаях невозможности соблюдения пациентом вынужденного положения после операции также представляется целесообразным использование тампонады тяжелым силиконовым маслом [11, 21].

Хирургическая техника.

Методика введения тяжелого силиконового масла может оказать влияние на развитие осложнений тампонады в послеоперационном периоде [55, 56]. Предпочтительным методом является введение тяжелого силикона путем замены воздуха [11, 21, 22, 32-35]. В случае протяженных ретиномий на воздушной тампонаде возможно смещение и разблокирование краев дефекта, поэтому замена тяжелой воды на тяжелое силиконовое масло также возможна, так как граница между этими двумя составами видима [57]. Wolf с соавторами применили такую методику во множестве клинических случаев с использованием Oxane HD [20]. Однако, взаимодействие между тяжелой водой и тяжелым силиконовым маслом может привести к примешиванию некоторого количества тяжелой воды к основному тампонирующему составу, что повысит риск его эмульгирования и воспалительной реакции в глазу в послеоперационном периоде [27, 55, 56]. Roider с соавторами использует замену раствора Рингера на тяжелое силиконовое масло, используя «эффект тяжелой воды», который оказывает тяжелое силиконовое масло [14].

Хотя не было проведено сравнительного исследования различных методик введения, замена воздуха на тяжелое силиконовое масло представляется предпочтительной.

Ряд авторов использования дополнительного тампонирования чистым F6H8 передней камеры в случаях афакичных глаз, однако, выраженное токсическое

влияние на эндотелий роговицы, высокий риск зрачкового блока и офтальмогипертензии ограничили дальнейшее применение этой методики [11, 13, 14, 16].

Обсуждается необходимость дополнительного эписклерального пломбирования в случаях тампонады тяжелым силиконовым маслом. Ряд авторов отвергают необходимость пломбирования, так как в этом случае уменьшается продолжительность операции, устраняется риск осложнений, связанных с пломбированием, таких, как изменения рефракции, нарушения мышечного баланса, ишемия переднего отдела глаза, экстружия и инфицирование пломбировочного материала [21]. Кроме того, тампонирующий эффект тяжелого силиконового масла оказывается недостаточным вокруг вала вдавления [19]. Хотя в случаях использования более «легких» составов из тяжелых масел, например, Охане HD, этот эффект клинически незначим [20, 22, 32]. При наличии обширных ретинальных дефектов, при проведении ретинотомии на 360° эписклеральное пломбирование оказывается неэффективным, так как края дефектов оказываются центральнее вала вдавления.

Другие авторы получили хорошие клинические результаты, сочетая эндотампонаду тяжелым силиконовым маслом с эписклеральным пломбированием [33]. Таким образом, невозможно дать каких-либо точных рекомендаций относительно необходимости эписклерального пломбирования, хотя представляется, что во многих случаях использования тяжелого силиконового масла удастся избежать этого дополнительного этапа операции.

Длительность тампонады.

Продолжительность нахождения тяжелого силиконового масла в витреальной полости оказывает влияние как на конечный успех хирургии, так и на вероятность развития осложнений тампонады. С одной стороны, необходимо определенное время для адаптации краев разрывов. С другой стороны, увеличение продолжительности тампонады повышает риск осложнений. Тяжелые тампонирующие составы первого поколения (перфторкарбоновые жидкости, фторированные алканы) отличались низкой вязкостью и высокой склонностью к эмульгированию уже через несколько дней после введения [13]. Поэтому, несмотря на тяжесть клинической картины отслойки и необходимость более длительной тампонады, эти составы должны были удаляться из глаза в ближайшие недели после операции [5, 43].

Повышение вязкости и стабильности составов значительно повысило возможную продолжительность нахождения в витреальной полости: в среднем

108 дней, максимум 4 месяца для Densiron 68; в среднем 88 дней, максимум 4 месяца для Oxane HD; до 3 месяцев для HWS 46-3000 Densiron 68; в среднем 88 дней, максимум 4 месяца для Oxane HD; до 3 месяцев для HWS 46-3000 [21, 22, 25, 32, 35]. Описаны случаи длительности тампонады до 400 дней [20, 25]. Каких-либо выраженных отрицательных реакций со стороны глаза при этом отмечено не было. Таким образом, длительность тампонады тяжелыми силиконовыми маслами последнего поколения определяется тяжестью клинической ситуации и результатами динамического послеоперационного наблюдения за состоянием глаза пациента. Большинство хирургов рекомендуют удалять масло, когда ретинальный статус стабилен, лазеркоагуляты пигментированы, отсутствуют признаки воспаления [22]. На основании результатов HSO Study было рекомендовано завершать тампонаду тяжелым силиконовым маслом через 2-6 месяцев [54].

Анатомические результаты.

Сравнение анатомических результатов представленных в таблице 1 исследований невозможно, в связи с различиями исходной тяжести заболеваний в группах пациентов, применяемых методик операции, особенностей послеоперационного наблюдения и трактовки результатов. Первичный хирургический успех, определяемый как прилегание сетчатки после удаления тампонирующего агента, колеблется от 33 [26] до 86% [11], составляя в среднем около 70%. Неосложненное течение послеоперационного периода отмечено в диапазоне от 33 до 75% [18, 26]. Финальный хирургический успех варьировал от 71 до 100% [17, 22, 34], однако, во многих публикациях учитывалось состояние глаза с имеющейся на момент последнего обследования эндотампонадой. В любом случае, прилегание сетчатки было достигнуто в среднем у 90% пациентов при применении тампонады тяжелым силиконовым маслом.

Противоречивые результаты получены в группе пациентов с осложненной миопией и задней стафиломой или макулярным разрывом. Описаны хорошие результаты применения тяжелого силиконового масла в таких случаях [35]. Однако, другие авторы указывают на высокую частоту рецидива отслойки, даже на фоне имеющейся эндотампонады [26].

Функциональные результаты.

Учитывая описанные выше причины, сравнение функциональных результатов хирургии в различных исследованиях также не представляется возможным. Итоговая острота зрения пациентов колебалась от неправильной проекции света до logMAR 0,1. Большинство глаз оказались в категории

значительного снижения зрения ($\log\text{MAR } 1,3 - 1,0$) или умеренного снижения зрения ($\log\text{MAR } 0,9 - 0,6$). Однако, можно отметить, что эндотампонада тяжелым силиконовым маслом не исключает вероятности высокого функционального результата. Почти во всех сериях исследований встречаются случаи с итоговой остротой зрения, близкой к нормальной ($\log\text{MAR } 0,5$ и выше) [6, 12, 15, 16, 18, 21, 22, 32]. Сравнивая пре- и послеоперационные показатели, практически все исследователи отмечают повышение остроты зрения у большинства пациентов. При этом часть исследований выявила статистически достоверное повышение зрения [21, 22, 25, 26, 35], тогда как в других повышение показателя не оказалось достоверным [11, 13].

Несмотря на отсутствие возможности убедительно сравнить результаты исследований тампонирующих составов первых и последнего поколений, замечено, что тампонирование Densiron 68, Oxane HD и HWS 46-3000 обеспечивает гораздо лучшие анатомические и функциональные результаты. Процент прилегания сетчатки составляет 81%, острота зрения в среднем $\log\text{MAR } 0,9$ при применении Densiron 68 [21]. При использовании HWS 46-3000 процент прилегания сетчатки – 84%, острота зрения в среднем $\log\text{MAR } 1,1$ [22].

Осложнения.

Большой процент осложнений тампонады при использовании составов предыдущих поколений, включая раннее эмульгирование и стимулирование воспалительной реакции, ограничивали широкое использование этих препаратов [13, 14, 16, 42, 45]. Тяжелые силиконовые масла последнего поколения обладают высокой вязкостью, стабильностью, биологически более инертны, что позволяет оставить их в витреальной полости на длительное время и снизить риск осложнений [21, 22]. Однако, в серии исследований был отмечен ряд проблем на фоне тампонирования этими составами [26, 27, 52].

Сложно отграничить осложнения, вызванные тампонадой, от патологических изменений, обусловленных исходной тяжестью заболевания. Большое число изменений может быть объяснено осложненным течением отслойки сетчатки. К примеру, анализ результатов операций с применением традиционных силиконовых масел 555 глаз с осложненной регматогенной отслойкой сетчатки показал, что рецидив отслойки возник в 43% случаев, финальный анатомический успех был достигнут в 73% случаев, прогрессирование катаракты отмечено в 92% глаз, отек роговицы – в 7%, повышение ВГД – в 2%, гипотония – в 15% случаев [58]. Выраженное прогрессирование ПВР, являющееся основной причиной неудач хирургии, отмечалось в случаях использования и тяжелых, и обычных силиконовых масел, независимо от факта эмульгирования масла. В итоге можно

сделать вывод, что риск осложнений определяется исходной тяжестью заболевания, квалификацией хирурга, длительностью тампонирования сетчатки и многими другими причинами. Требуются специальные сравнительные исследования для выявления специфического вклада тяжелых силиконовых масел в развитие осложнений после операции [54].

Осложнения со стороны роговицы.

Осложнения со стороны роговицы описаны в небольшом числе опубликованных исследований. В основном они отмечались при тампонаде F6H8. Gerding и Kolck отмечали отек стромы и эпителия роговицы в 6 из 17 случаев применения F6H8 (35%), в 4 глазах отек был резистентен (24%) [13]. Стоит отметить, что большинство из этих пациентов имели какое-либо заболевание роговицы до вмешательства. Roider с соавторами описали 2 случая из 5 с помутнением роговицы [14], Vote – 1 из 5 случаев [16]. Schatz с соавторами выявил повреждение эпителия роговицы у 6 из 18 пациентов (33%), однако, остается неясным, связано ли это с наличием тампонирующего состава, либо с иными аспектами вмешательства [15]. В противоположность этим находкам, Kirchof с соавторами в рамках многоцентрового исследования не обнаружили каких-либо изменений со стороны роговицы, несмотря на прямой контакт F6H8 с роговицей в 11 глазах, не было выявлено снижения числа клеток эндотелия роговицы [11].

В серии последних исследований авторы специально оценивали состояние роговицы для выявления возможного влияния тяжелых силиконовых масел последнего поколения [21]. Каких-либо отрицательных влияний на роговицу со стороны Densiron 68, Oxane HD или HWS 46-3000 выявлено не было. Sandler описал один случай повреждения роговицы, однако убедительной связи с воздействием Densiron 68 подтвердить не удалось [26].

Таким образом, все случаи повреждения роговицы были связаны исключительно с тампонированием чистым F6H8, который в настоящее время больше не применяется с этой целью. Такое осложнение не является характерным для тяжелых силиконовых масел нового поколения.

Прогрессирование катаракты.

Это осложнение характерно для любой методики операции витрэктомии. На скорость прогрессирования катаракты влияют исходная степень помутнения хрусталика, контакт инструментов с хрусталиком во время вмешательства, возраст пациента, использование тампонирующих агентов. Обычное силиконовое

масло чаще стимулирует прогрессирование катаракты в сравнении с газом или сбалансированным солевым раствором [59]. Хотя убедительные сравнительные исследования до настоящего времени не проводились, создается впечатление, что тяжелое силиконовое масло несколько чаще стимулирует помутнение ядра и задних субкапсулярных слоев хрусталика в сравнении с обычным маслом [24]. Отмечено также более быстрое помутнение задней капсулы в артификачных глазах [12]. Возможно, это объясняется повышенной клеточной инфильтрацией, стимулируемой воспалительными изменениями в ответ на эмульгирование состава [16, 45]. Прогрессирование катаракты зафиксировано при использовании всех современных тяжелых силиконовых масел.

При применении F6H8 Kirchof с соавторами зафиксировал прогрессирование катаракты в 9 из 10 факичных глаз (90%) [11]. Изменения в ядре хрусталика были более выражены, чем при использовании Densiron 68 [24]. В мультицентровом исследовании Densiron 68 прогрессирование катаракты было отмечено во всех факичных глазах [21]. Существенное увеличение помутнения хрусталика выявлено в 38% глаз при тампонировании Oхане HD [32]. Применение HWS 46-3000 сопровождалось прогрессированием катаракты во всех клинических случаях [22].

Таким образом, прогрессирование катаракты ожидается во всех случаях факичных глаз при использовании тяжелых силиконовых масел. Весьма вероятно также помутнение задней капсулы хрусталика в глазах с артификацией. Не существует однозначного мнения относительно оптимальных сроков хирургии катаракты: во время первичной операции с введением тяжелого силиконового масла, во время операции по удалению масла либо в последующем. Мы стараемся по возможности сохранить хрусталик пациента во время первичной операции. Операцию по удалению силиконового масла мы часто комбинируем с операцией по замене хрусталика.

Повышение ВГД.

Острое повышение ВГД.

Зрачковый блок описан при использовании различных типов тяжелой тампонады. Возможно смещение радужки кпереди при использовании F6H8 в афакичных глазах [11]. Зрачковый блок вероятен также и в случаях артификации [11]. Ноerauf с соавторами зафиксировали зрачковый блок при тампонировании Об2 вследствие попадания пузырька между ИОЛ и радужкой, что привело к закрытию угла передней камеры [17]. Попадание пузырька тяжелой эндотампонады в переднюю камеру было отмечено в нескольких случаях

использования F6H8 и Oхane HD, в том числе в факичных глазах [13, 27]. Такое состояние сопровождалось подъемом ВГД только в двух глазах с тампонадой F6H8 [12, 32].

Tognetto с соавторами описали три случая офтальмогипертензии вследствие избыточной тампонады смесью F6H8 и силиконового масла [34]. Во всех случаях избыточной тампонады либо выхода тампонирующего состава в переднюю камеру ВГД было нормализовано после частичного удаления тампонады. Важно помнить, что в случае использования тяжелого силиконового масла в афакичных глазах периферическая иридэктомия должна быть выполнена соответственно 12 часам (при использовании обычного масла – соответственно 6 часам).

Хроническое повышение ВГД.

Длительное повышение ВГД возможно вследствие воспалительной реакции, блокады путей оттока внутриглазной жидкости пузырьками эмульгированного силиконового масла, как реакция на местную стероидную терапию, а также как биологическая реакция на факт тампонады. Случаи офтальмогипертензии зафиксированы во многих сериях исследований, особенно при использовании составов предыдущих поколений [5]. В большинстве случаев это успешно корректируется медикаментозной терапией и не приводит к драматическим последствиям. Если повышение ВГД является следствием эмульгирования масла, его удаление приводит к нормализации офтальмотонуса. Описано несколько случаев офтальмогипертензии, потребовавших антиглаукомной операции [25]. Следует иметь в виду, что подъем ВГД возможен у пациентов с осложненной формой отслойки сетчатки вне связи с эндотампонадой [58].

В двух крупных сериях исследований тампонады F6H8 не было зафиксировано случаев повышения ВГД [11, 13]. Комбинация F6H8 и силиконового масла сопровождалась офтальмогипертензией в 31-39% случаев [18, 33, 34].

На фоне тампонады Oхane HD повышение ВГД отмечено в 14-18% случаев [20, 32]. Кратковременное повышение офтальмотонуса зафиксировано Cheung в 42% глаз. Другие исследователи не отметили повышения ВГД на фоне тампонады Oхane HD [27]. При использовании HWS 46-3000 только у 1 пациента из 32 было выявлено повышение ВГД [22]. В случаях применения Densiron 68 подъем ВГД выявлялся несколько чаще, в 8-19% глаз [21, 25, 26]. Sandler и Engelmann рекомендуют промывание передней камеры при удалении Densiron 68 [25].

Таким образом, тампонада тяжелым силиконовым маслом может сопровождаться некоторым повышением ВГД, которое, как правило, успешно компенсируется с помощью медикаментозной терапии. Постоянный контроль ВГД является обязательным в рамках послеоперационного наблюдения пациента. В случае повышения офтальмотонуса должен решаться вопрос об удалении силиконового масла.

Гипотония глазного яблока.

Гипотония глаза является одним из самых грозных осложнений регматогенной отслойки сетчатки. При использовании обычного силиконового масла послеоперационная гипотония встречается приблизительно в 15% глаз вследствие сохраняющейся отслойки сетчатки, прогрессирования ПВР и формирования мембран с тракционным воздействием на цилиарное тело [58].

Помимо варианта естественного развития заболевания, гипотония глаза может развиваться вследствие биологической реакции на факт тяжелой тампонады [13]. Чужеродный состав запускает воспалительную реакцию с формированием мембран, тракционным воздействием на сетчатку и цилиарное тело. Такие изменения описаны после неудачных операций с введением обычного силиконового масла [60]. Подобные изменения возможны также и при использовании тяжелого силиконового масла. Нельзя исключить, что «тяжелая часть» разработанных в последнее время составов тяжелых силиконовых масел является дополнительным иммуногенным фактором. В то же время, в последнее время зафиксировано снижение частоты послеоперационной гипотонии глаз, что можно связать с прогрессом хирургических технологий. При использовании F6H8 в исследовании Gerding Kolck частота гипотонии доходила до 81% [13]. В двух других сериях исследований с той же тампонадой это осложнение развивалось в 7 и 11% случаев [12, 15]. Одновременное использование обычного силиконового масла и F6H8 не увеличивало риск гипотонии [18, 33, 34]. Исследования с применением Oxane HD, Densiron 68 и HWS 46-3000 показали частоту гипотонии на уровне от 0 до 8%, что не превышало риск этого осложнения при использовании обычного масла [12, 20, 21, 25, 32]. Таким образом, тяжелые силиконовые масла не увеличивают риск послеоперационной гипотонии глазного яблока в сравнении с обычными маслами.

Внутриглазное воспаление.

Воспаление в передней камере.

Первые клинические исследования составов для тяжелой тампонады выявили высокую частоту воспалительных реакций со стороны глаза [5, 13, 14, 16]. К примеру, использование О62 сопровождалось выраженной воспалительной реакцией в переднем отделе глаза в 100 % случаев, что ограничило дальнейшее применение этого препарата [17]. В результате исследования F6H8 был сделан вывод, что данное соединение усиливает воспалительную реакцию, которая инициирована осложненным течением отслойки сетчатки [13]. Однако, использование комбинации F6H8 с силиконовым маслом сопровождалось существенно меньшей частотой воспалительных реакций [11, 12, 34]. В исследовании Teelen с соавторами после введения Oxane HD преципитаты на эндотелии роговицы были обнаружены в 37% глаз [27]. Сопутствующая воспалительная реакция во влаге передней камеры напоминала гранулематозный увеит и плохо поддавалась лечению инстилляциями стероидных препаратов. Другие авторы отметили либо отсутствие, либо слабую выраженность воспаления в переднем отделе глаза на фоне тампонады Oxane HD [20, 32]. При применении Densiron 68 Wong с соавторами отметили умеренные признаки воспаления во влаге передней камеры 8% глаз в 1 неделю тампонады [21]. Sandner и Engelman указали на признаки воспаления в переднем отделе глаза у 21% (10 из 48) пациентов [25]. Среди них в 6 глазах отмечалось выпадение фибрина во влаге передней камеры, а в 2 глазах выявлен стерильный гипопион на фоне выраженной воспалительной реакции. Во всех случаях воспаление было купировано местной противовоспалительной терапией. Majid с соавторами описали 1 случай фибринозного увеита на фоне тампонады Densiron 68. Не было отмечено ни одного случая воспаления в переднем отделе глаза на фоне тампонады HWS 46-3000 [22].

Воспаление в заднем отделе глаза.

Причинами воспалительной реакции в заднем отделе глаза могут быть эмульгирование вследствие реакции глаза на инородный материал тампонады, «контаминация» тампонады молекулами тяжелой жидкости во время хирургических манипуляций и т.д. [16, 27, 45]. Kirchhof с соавторами описали появление пигментированных сгустков на задней поверхности хрусталика в 17% глаз с тампонадой F6H8 [11]. При гистологическом исследовании эпиретинальных мембран, образовавшихся на фоне тампонады F6H8, не было выявлено каких-либо структурных отличий от аналогичных мембран на фоне тампонады обычным силиконовым маслом. Однако, повышенное число многоядерных гигантских клеток и макрофагов указывало на большую выраженность воспалительной реакции со стороны глаза на чужеродный агент [45]. Roider с соавторами выявили отложение хлопьев патологического материала

на передней поверхности тампонады в 2 из 5 глаз [14]. Vote описал случай нарушения прозрачности тампонирующего состава после физической активности пациента, назвав изменения «гороховый суп». [16]. Активность воспаления исчезла после удаления тампонады. На фоне использования O62 Noerauf с соавторами отметили беловатые преципитаты на задней поверхности хрусталика во всех случаях [17]. Применение Oхане HD сопровождалось признаками гранулематозного увеита в 1 случае [27]. В серии других исследований Oхане HD, Densiron 68, HWS 46-3000 не было замечено ни одного случая воспалительной реакции в заднем отделе глаза [20-22, 26, 32, 61].

Эмульгирование.

Термин «эмульгирование» используется для описания состояния, когда единый пузырь эндотампонады начинает распадаться на отдельные мелкие капельки. Этот феномен характерен для тампонады обычным силиконовым маслом и является показанием для завершения тампонады. Эмульгирование описано во всех исследованиях, посвященных тяжелым тампонадам. Степень варьировала от видимых мелких пузырьков в полости глаза при рутинном обследовании до выявления признаков эмульгирования только в процессе удаления тампонады. Это осложнение было гораздо более выражено при использовании составов предыдущих поколений.

Эмульгирование может быть клинически значимым либо клинически незначимым. Побочными эффектами этого осложнения являются: 1) снижение тампонирующего эффекта вследствие распада на мелкие пузырьки, 2) стимулирование внутриглазного воспалительного ответа, проявляющегося в выпадении фибрина, появлении пигментированных или белесых преципитатов, формировании эпиретинальных мембран, 3) механическое блокирование путей оттока ВГЖ с развитием офтальмогипертензии, 4) снижение зрения вследствие фиксации капелек на задней поверхности хрусталика, ИОЛ либо хрусталиковой сумке, 5) сложности при удалении мелких пузырьков из труднодоступных зон, к примеру, с капсулы хрусталика факичного глаза.

Эмульгирование F6H8 может быть отмечено уже через 3 дня после введения. В исследовании Kirchhof с соавторами эмульгирование F6H8 было выявлено в 52% случаев (12 из 23) [11]. В процессе удаления тампонады 90% состава оставалось в едином пузыре, тогда как 10% образовало мелкие капельки. Gerding и Kolck [13] зафиксировали эмульгирование в 17 из 17 глаз во время удаления тампонады и в 11 из 17 глаз при клиническом осмотре, причем в некоторых случаях – уже на следующий день после введения. Использование комбинации F6H8 и традиционного силиконового масла привело к эмульгированию в 1 из 26 случаев

[34]. Тампонада О62 сопровождалась эмульгированием в 100% глаз, начиная со 2 недели после введения, причем в одном случае отмечены трудности при удалении О62 вследствие попадания одного из пузырьков между радужкой и хрусталиком [17]. В 4 случаях использования ОL62HV признаков эмульгирования замечено не было [14]. При тампонировании витреальной полости Охане HD авторы не отметили значимого эмульгирования, при этом в течение последующей после удаления Охане HD тампонады обычным силиконовым маслом эмульгирование было выявлено в 5 глазах [18, 20]. Другие исследователи зафиксировали эмульгирование Охане HD в 8% и 11% случаев [27, 35]. При использовании Densiron 68 эмульгирование описано в 16% [21], 15% [25]. Только в одном случае это сопровождалось подъемом ВГД [25]. Majid с соавторами описали эмульгирование Densiron 68 в 8 глазах из 40, что сопровождалось с развитием воспаления, формированием мембран [52]. При тампонаде HWS 46-3000 признаков эмульгирования выявлено не было [22].

Рецидив отслойки сетчатки и ПВР.

Практически во всех описанных в исследованиях клинических случаях на фоне тяжелой тампонады был достигнут хороший анатомический эффект. В небольшом проценте случаев прилегания сетчатки достичь не удалось [25].

Как и в случаях тампонады обычным силиконовым маслом, при использовании тяжелых тампонад рецидив отслойки может возникнуть как в период нахождения тампонирующего вещества в полости глаза, так и после его удаления [13, 21, 32-34]. В противоположность особенностям тампонады обычным силиконовым маслом, на фоне тяжелой тампонады рецидив отслойки возникает, как правило в верхнем отделе глазного дна [13, 17, 21, 32]. Описаны случаи рецидива отслойки на различных сроках после введения тампонирующего состава [13, 20]. Wolf с соавторами описали три случая спонтанной резорбции отслойки в верхнем отделе глазного дна на фоне тяжелой тампонады [20].

Описано также несколько случаев рецидива отслойки сетчатки в нижнем отделе на фоне тяжелой тампонады [13, 17, 20, 32]. Преимуществом тяжелой тампонады в сравнении с обычным силиконовым маслом можно считать большую частоту прилегания макулы в случаях рецидива отслойки [21, 53], хотя случаи отслойки макулы на фоне тяжелой тампонады также описаны [32]. Кроме того, рецидивы отслойки в верхнем отделе глазного дна более курабельны с помощью газовой тампонады, нежели отслойки в нижнем отделе, характерные для тампонады обычным силиконовым маслом.

Рецидивы на фоне тяжелой тампонады возникают чаще вследствие прогрессирования ПВР, чем из-за возникновения новых разрывов либо разблокирования имеющихся разрывов [13, 17, 21, 32]. Описано формирование преретинальных мембран с тракционным воздействием на сетчатку [16]. Гистологическое исследование мембран, развившихся на фоне тяжелой тампонады F6H8, не выявило существенных структурных отличий от таковых, формирующихся на фоне тампонады обычным силиконовым маслом, однако показало более выраженную макрофагальную и гигантоклеточную инфильтрацию [16, 45]. Majid с соавторами выявили связь формирования преретинальных мембран и развития кистовидного макулярного отека с эмульгированием вещества тяжелой тампонады [52]. Сложно дифференцировать причину формирования мембран в каждом случае, так как это осложнение может быть связано и с течением основного заболевания. Однако, представляется убедительным тот факт, что тампонирующие составы предыдущих поколений могли стимулировать процесс мембранообразования [14].

Описаны лишь единичные случаи рецидива отслойки в верхней периферии глазного дна на фоне тяжелой тампонады вследствие формирования новых разрывов [25]. Rizzo с соавторами описали контракцию остаточного вещества стекловидного тела как возможную причину рецидива отслойки [32].

В случаях рецидива отслойки сетчатки в области нижней периферии глазного встречались случаи формирования новых разрывов [25], а также прогрессирование ПВР [13, 32]. Ряд авторов утверждают, что наибольшее число рецидивов отслойки в нижнем отделе глазного дна отмечалось на фоне использования Oxane HD вследствие недостаточного тампонирующего эффекта этого относительно более «легкого» состава [18, 22, 32, 33].

Как и в случае использования обычного силиконового масла, рецидив отслойки сетчатки может развиваться после завершения тяжелой тампонады. Частота рецидивов после удаления тампонады оказалась несколько выше, чем в период нахождения состава в витреальной полости [13, 21, 25, 32].

Редкие осложнения.

Редкими осложнениями на фоне тяжелой тампонады, не имеющими однако убедительной связи с фактом тампонады, были один случай передней ишемической нейропатии, один случай окклюзии центральной артерии сетчатки через 4 недели после удаления Oxane HD, два случая множественных ретинальных геморрагий на фоне применения Oxane HD [20, 25]. Серьезные осложнения зафиксированы на фоне тампонады OL62HV: у 4 из 4 пациентов

развилась тяжелая ПВР, у 2 возникли признаки ретинального некроза, на 1 глазу развилась атрофия зрительного нерва в течение 4 недель тампонады, зрение снизилось до отсутствия светоощущения [14].

Попадание тампонирующего состава в субретинальное пространство.

Как правило, удаление из глаза составов последнего поколения – Oxane HD, Densiron 68, HWS 46-3000 – не вызывает затруднений. Сложности могут появиться лишь при попадании отдельных капелек эмульгированного состава в труднодоступные участки [17, 20-22]. Описаны случаи попадания F6H8 и O62 в субретинальное пространство [11, 13, 16, 17]. Это могло быть связано с физическими особенностями этих составов, делающими их сходными с перфторкарбонами. Длительное персистирование пузырьков состава под сетчаткой приводит к ее локальной атрофии. В случаях использования Oxane HD, Densiron 68 или HWS 46-3000 подобных осложнений описано не было [20, 22].

Заключение.

Тяжелая тампонада разработана с целью эффективного пролонгированного тампонирования сетчатки в нижнем отделе глазного дна. Эти составы претерпели существенную эволюцию в течение последних нескольких лет. Использование веществ первого поколения ассоциировалось с высоким риском осложнений, прежде всего высокой частотой эмульгирования и воспалительных реакций. В связи с этим тампонирующие составы первого поколения не могли быть оставлены в полости глаза на длительное время. Некоторые из предложенных составов вызвали крайне высокую частоту осложнений и не были внедрены в широкую практику. Комбинация F6H8 с обычным силиконовым маслом показала лучшую переносимость глазом, однако, обеспечивала недостаточный тампонирующий эффект.

Новое поколение тяжелых силиконовых масел – Oxane HD, Densiron 68, HWS 46-3000 – продемонстрировали высокую эффективность при сниженном риске осложнений. Их переносимость тканями глаза оказалась сопоставима с обычными силиконовыми маслами. Витреоретинальные хирургии сегодня имеют хороший инструмент для пролонгированной тампонады в случаях осложненных форм отслоек сетчатки с выраженными изменениями в области нижней периферии. Были получены вполне удовлетворительные результаты хирургии тяжелых форм отслойки сетчатки [20, 21, 22, 25, 26]. Локализация осложнений хирургии при использовании тяжелой тампонады смещается с нижней на область верхней периферии глазного дна. К сожалению, ряд осложнений, такие как прогрессирование ПВР, характерны для естественного течения заболевания. В

связи с этим, использование тяжелой тампонады не гарантирует результат хирургии тяжелых форм отслоек сетчатки, однако является эффективным способом лечения многих пациентов.

Хороший тампонирующий эффект в заднем полюсе и области нижней периферии дает преимущества во многих клинических случаях. В то же время, до настоящего времени точные показания для применения тяжелой тампонады до конца не изучены и не сформулированы. Остаются неясны показания для дополнительного эписклерального пломбирования. Сейчас проводится ряд многоцентровых исследований с целью сравнения эффективности тампонады тяжелыми и обычными силиконовыми маслами в случаях осложненных форм отслойки сетчатки [54]. Результаты этих исследований расширят наши представления о возможностях эффективного использования тяжелых силиконовых масел.

Список литературы.

- 1 Bhisitkul RB, Gonzalez VH. 'Heavy oil' for intraocular tamponade in retinal detachment surgery. *Br J Ophthalmol* 2005; 89(6): 649–650.
- 2 Heimann K. Editorial. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 1993; 231: 613–614.
- 3 Scott JD. Fluorosilicone oil for retinal detachment. *Br J Ophthalmol* 1990; 74(11): 641–642.
- 4 Bottoni F, Bailo G, Arpa P, Prussiani A, Monticelli M, de Molfetta V. Management of giant retinal tears using perfluorodecalin as a postoperative short-term vitreoretinal tamponade: a long-term follow-up study. *Ophthalmic Surg* 1994; 25(6): 365–373.
- 5 Bottoni F, Sborgia M, Arpa P, De Casa N, Bertazzi E, Monticelli M et al. Perfluorocarbon liquids as postoperative short-term vitreous substitutes in complicated retinal detachment. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1993; 231(11): 619–628.
- 6 Gremillion Jr CM, Peyman GA, Liu KR, Naguib KS. Fluorosilicone oil in the treatment of retinal detachment. *Br J Ophthalmol* 1990; 74(11): 643–646.
- 7 Kertes PJ, Wafapoor H, Peyman GA, Calixto Jr N, Thompson H. The management of giant retinal tears using perfluoroperhydrophenanthrene. A multicenter case series. *Vitreon Collaborative Study Group. Ophthalmology* 1997; 104(7): 1159–1165.
- 8 Peyman GA, Smith RT, Charles H. Injection of fluorosilicone oil and pars plana vitrectomy for complex retinal detachment. *Can J Ophthalmol* 1987; 22(5): 276–278.
- 9 Batman C, Cekic O. Effects of the long-term use of perfluoroperhydrophenanthrene on the retina. *Ophthalmic Surg Lasers* 1998; 29(2): 144–146.
- 10 Viebahn M, Buettner H. Perfluorophenanthrene unsuitable for postoperative retinal tamponade. *Am J Ophthalmol* 1994; 118(1): 124–126.
- 11 Kirchhof B, Wong D, Van Meurs J, Hilgers RD, Macek M, Lois N et al. Use of perfluorohexyloctane as a long-term internal tamponade agent in complicated retinal detachment surgery. *Am J Ophthalmol* 2002; 133(1): 95–101.
- 12 Stefanidou MI, Aspiotis MV, Kitsos GD, Kalogeropoulos CD, Asproudis IC, Psilas KG. Our experience with perfluorohexyloctane (F6H8) as a temporary endotamponade in vitreoretinal surgery. *Eur J Ophthalmol* 2002; 12(6): 518–522.
- 13 Gerding H, Kolck A. [Perfluorohexyloctane as internal tamponade in patients with complicated retinal detachment. Results after 6 months]. *Ophthalmologie* 2004; 101(3): 255–262.
- 14 Roeder J, Hoerauf H, Kobuch K, Gabel VP. Clinical findings on the use of long-term heavy tamponades (semifluorinated alkanes and their oligomers) in complicated retinal detachment surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2002; 240(12): 965–971.
- 15 Schatz B, El-Shabrawi Y, Haas A, Langmann G. Adverse side effects with perfluorohexyloctane as a long-term tamponade agent in complicated vitreoretinal surgery. *Retina* 2004; 24(4): 567–573.
- 16 Vote B, Wheen L, Cluroe A, Teoh H, McGeorge A. Further evidence for proinflammatory nature of perfluorohexyloctane in the eye. *Clin Experiment Ophthalmol* 2003; 31(5): 408–414.
- 17 Hoerauf H, Roeder J, Kobuch K, Laqua H. Perfluorohexylethan (O62) as ocular endotamponade in complex vitreoretinal surgery. *Retina* 2005; 25(4): 479–488.
- 18 Rizzo S, Genovesi-Ebert F, Belting C. The combined use of perfluorohexyloctane (F6H8) and silicone oil as an intraocular tamponade in the treatment of severe retinal detachment. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2006; 244(6): 709–716.
- 19 Wetterqvist C, Wong D, Williams R, Stappler T, Herbert E, Freeburn S. Tamponade efficiency of perfluorohexyloctane and silicone oil solutions in a model eye chamber. *Br J Ophthalmol* 2004; 88(5): 692–696.
- 20 Wolf S, Schon V, Meier P, Wiedemann P. Silicone oil-RMN3 mixture ('heavy silicone oil') as internal tamponade for complicated retinal detachment. *Retina* 2003; 23(3): 335–342.
- 21 Wong D, Van Meurs JC, Stappler T, Groenewald C, Pearce IA, McGalliard JN et al. A pilot study on the use of a

- perfluorohexyloctane/silicone oil solution as a heavier than water internal tamponade agent. *Br J Ophthalmol* 2005; 89(6): 662–665.
- 24 Rizzo S, Genovesi-Ebert F, Vento A, Cresti F, Di Bartolo E, Belting C. A new heavy silicone oil (HWS 46-3000) used as a prolonged internal tamponade agent in complicated vitreoretinal surgery: a pilot study. *Retina* 2007; 27(5): 613–620.
 - 25 Herbrig E, Sandner D, Engelmann K. Anatomical and functional results of endotamponade with heavy silicone oil in complicated retinal detachment. *Ophthalmic Res* 2007; 39(4): 198–206.
 - 26 Lappas A, Kirchhof B, Konen W. [Effects of the long-term tamponade with Densiron on the lens]. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 2007; 224(5): 434–437.
 - 27 Sandner D, Engelmann K. First experiences with high-density silicone oil (Densiron) as an intraocular tamponade in complex retinal detachment. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2006; 244(5): 609–619.
 - 28 Sandner D, Herbrig E, Engelmann K. High-density silicone oil (Densiron) as a primary intraocular tamponade: 12-month follow up. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2007; 245(8): 1097–1105.
 - 29 Theelen T, Tilanus MA, Klevering BJ. Intraocular inflammation following endotamponade with high-density silicone oil. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2004; 242(7): 617–620.
 - 30 Mackiewicz J, Muhling B, Hiebl W, Meinert H, Maaijwee K, Kociok N *et al.* *In vivo* retinal tolerance of various heavy silicone oils. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007; 48(4): 1873–1883.
 - 31 Soman N, Banerjee R. Artificial vitreous replacements. *Biomed Mater Eng* 2003; 13(1): 59–74.
 - 32 Wong D, Lois N. Perfluorocarbons and semifluorinated alkanes. *Semin Ophthalmol* 2000; 15(1): 25–35.
 - 33 Fawcett IM, Williams RL, Wong D. Contact angles of substances used for internal tamponade in retinal detachment surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1994; 232(7): 438–444.
 - 34 Rizzo S, Genovesi-Ebert F, Belting C, Vento A, Cresti F. A pilot study on the use of silicone oil-RMN3 as heavier-than-water endotamponade agent. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2005; 243(11): 1153–1157.
 - 35 Rizzo S, Genovesi-Ebert F, Belting C, Foltran F, Gandolfo E, Lesnoni G *et al.* Long-term vitreous replacement with perfluorohexyloctane and silicone oil: preliminary reports of a multicentric study. *Ophthalmologica* 2005; 219(3): 147–153.
 - 36 Tognetto D, Minutola D, Sanguinetti G, Ravalico G. Anatomical and functional outcomes after heavy silicone oil tamponade in vitreoretinal surgery for complicated retinal detachment: a pilot study. *Ophthalmology* 2005; 112(9): 1574.
 - 37 Cheung BT, Lai TY, Yuen CY, Lai WW, Tsang CW, Lam DS. Results of high-density silicone oil as a tamponade agent in macular hole retinal detachment in patients with high myopia. *Br J Ophthalmol* 2007; 91(6): 719–721.
 - 38 Alexander P, Prasad R, Ang A, Poulson AV, Scott JD, Snead MP. Prevention and control of proliferative vitreoretinopathy: primary retinal detachment surgery using silicone oil as a planned two-stage procedure in high-risk cases. *Eye*, 2 February 2007; [e-pub ahead of print].
 - 39 Joeres S, Kirchhof B, Jousen AM. PVR as a complication of rhegmatogenous retinal detachment: a solved problem? *Br J Ophthalmol* 2006; 90(6): 796–797.
 - 40 Wiedemann P, Leinung C, Hilgers RD, Heimann K. Daunomycin and silicone oil for the treatment of proliferative vitreoretinopathy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1991; 229(2): 150–152.
 - 41 Asaria RH, Kon CH, Bunce C, Charteris DG, Wong D, Khaw PT *et al.* Adjuvant 5-fluorouracil and heparin prevents proliferative vitreoretinopathy: results from a randomized, double-blind, controlled clinical trial. *Ophthalmology* 2001; 108(7): 1179–1183.
 - 42 Chang S, Ozmert E, Zimmerman NJ. Intraoperative perfluorocarbon liquids in the management of proliferative vitreoretinopathy. *Am J Ophthalmol* 1988; 106(6): 668–674.
 - 43 Peyman GA, Smith RT. Use of fluorosilicone to unfold a giant retinal tear. *Int Ophthalmol* 1987; 10(3): 149–151.
 - 44 Eckardt C, Nicolai U. [Clinical and histologic findings after several weeks of intraocular tamponade with perfluorodecalin]. *Ophthalmologie* 1993; 90(5): 443–447.
 - 45 Sriramaraj M, Balachandran C, Chan WC, Hunyor AP, Chang AA, Gregory-Roberts J *et al.* Vitrectomy with short term postoperative tamponade using perfluorocarbon liquid for giant retinal tears. *Br J Ophthalmol* 2005; 89(9): 1176–1179.
 - 46 Meinert H, Roy T. Semifluorinated alkanes: a new class of compounds with outstanding properties for use in ophthalmology. *Eur J Ophthalmol* 2000; 10(3): 189–197.
 - 47 Hiscott P, Magee RM, Colthurst M, Lois N, Wong D. Clinicopathological correlation of epiretinal membranes and posterior lens opacification following perfluorohexyloctane tamponade. *Br J Ophthalmol* 2001; 85(2): 179–183.
 - 48 Herbert E, Stappler T, Wetterqvist C, Williams R, Wong D. Tamponade properties of double-filling with perfluorohexyloctane and silicone oil in a model eye chamber. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2004; 242(3): 250–254.
 - 49 De Molfetta V, Bottoni F, Arpa P, Vinciguerra P, Zenoni S. The effect of simultaneous internal tamponade on fluid compartmentalization and its relationship to cell proliferation. *Retina* 1992; 12(3 Suppl): S40–S45.
 - 50 Bottoni F, Arpa P, Vinciguerra P, Zenoni S, De Molfetta V. Combined silicone and fluorosilicone oil tamponade (double filling) in the management of complicated retinal detachment. *Ophthalmologica* 1992; 204(2): 77–81.
 - 51 Pagot-Mathis V, Benouaich X, Mathis A, Rico-Lattes I, Dumoulin A. [Management of complicated retinal detachment using a heavy silicon oil as temporary tamponade]. *J Fr Ophthalmol* 2006; 29(2): 137–145.
 - 52 Rizzo S, Belting C, Genovesi-Ebert F, Cresti F, Vento A, Martini R. Successful treatment of persistent macular holes using 'heavy silicone oil' as intraocular tamponade. *Retina* 2006; 26(8): 905–908.
 - 53 Kim YK, Gunther B, Meinert H. A new, heavier-than-water silicone oil: a solution of perfluorohexyloctane in polydimethylsiloxane. *Eur J Ophthalmol* 2005; 15(5): 627–637.
 - 54 Majid MA, Hussin HM, Biswas S, Haynes RJ, Mayer EJ, Dick AD. Emulsification of Densiron-68 used in inferior retinal detachment surgery. *Eye* 2007; 22(1): 152–157.
 - 55 Wong D, Cazabon S, Ali H, Kumar I, Valldeperas X, Groenewald C *et al.* Can the sequential use of conventional silicone oil and heavy oil be a strategy for the management of proliferative vitreoretinopathy? *Ann Acad Med Singapore*

2006; 35(3): 181-184.

- 56 Jousseaume AM, Kirshof B, Schrage N, Ocklenburg C, Hilgers RD. Heavy silicone oil *versus* standard silicone oil as vitreous tamponade in inferior PVR (HSO Study): design issues and implications. *Acta Ophthalmol Scand* 2007; 85(6): 623-630.
- 57 Dresch JH, Menz DH. Interaction of different ocular endotamponades as a risk factor for silicone oil emulsification. *Retina* 2005; 25(7): 902-910.
- 58 Dresch JH, Menz DH. The phenomenon of 'sticky' silicone oil. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2007; 245(6): 863-868.
- 59 Wong D, Williams RL, German MJ. Exchange of perfluorodecalin for gas or oil: a model for avoiding slippage. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1998; 236(3): 234-237.
- 60 Scott IU, Flynn Jr HW, Murray TG, Feuer WJ. Outcomes of surgery for retinal detachment associated with proliferative vitreoretinopathy using perfluoro-n-octane: a multicenter study. *Am J Ophthalmol* 2003; 136(3): 454-463.
- 61 Helbig H, Kellner U, Bornfeld N, Foerster MH. Cataract surgery and YAG-laser capsulotomy following vitrectomy for diabetic retinopathy. *Ger J Ophthalmol* 1996; 5(6): 408-414.
- 62 Wickham L, Asaria RH, Alexander R, Luthert P, Charteris DG. Immunopathology of intraocular silicone oil: enucleated eyes. *Br J Ophthalmol* 2007; 91(2): 253-257.
- 63 Stolba U, Krepler K, Velikay-Parel M, Binder S. The effect of specific gravity of perfluorocarbon liquid on the retina after experimental vitreous substitution. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2004; 242(11): 931-936.
- 64 Martinez-Castillo V, Boixadera A, Verdugo A, Garcia-Arumi J. Pars plana vitrectomy alone for the management of inferior breaks in pseudophakic retinal detachment without facedown position. *Ophthalmology* 2005; 112(7): 1222-1226.