

**ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЭЛЕКТРОСВАРКИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ (МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ГЕНЕРАТОР ЭК-300М1) НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ КРОВОТЕЧЕНИЯ ИЗ МАГИСТРАЛЬНЫХ СОСУДОВ СЕТЧАТКИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВНУТРИГЛАЗНОГО КРОВОТЕЧЕНИЯ У КРОЛИКОВ ПО СРАВНЕНИЮ С ДИАТЕРМОКОАГУЛЯЦИЕЙ**

**Н. Н. Уманец**, канд. мед. наук

ГУ «Институт глазных болезней и тканевой терапии им В. П. Филатова НАМН Украины»

*Експериментальне дослідження проводилось на 12 кроликах (24 ока) породи шиншила. Оцінювали наявність та тривалість кровотечі з пошкоджених магістральних судин сітчастої оболонки. Встановлено, що проведення високочастотного електрозварювання біологічних тканин монополярним зондом параметрами: напруга — 18–20 В, сила току до 0,1 А, експозиція — 1–2 с, частота 66 кГц, дозволяє зупинити кровотечу в 67 % випадків та забезпечує надійний гемостаз — тривалість кровотечі в середньому ( $1,8 \pm 1,7$ ) с при пошкодженні магістральних судин сітківки кролика, тоді як після діатермокоагуляції тривалість кровотечі склала ( $13,6 \pm 2,4$ ) с.*

**Ключевые слова:** внутриглазное кровотечение, высокочастотная электросварка биологических тканей, диатермокоагуляция, эксперимент.

**Ключові слова:** внутрішньоочна кровотеча, високочастотне електрозварювання біологічних тканин, діатермокоагуляція, експеримент.

**Введение.** Несмотря на внедрение передовых технологий в офтальмологическую практику, одной из основных проблем современной витреоретинальной хирургии остается интраоперационное кровотечение. На сегодняшний день основными «инструментами» витреоретинального хирурга, которые направлены на обеспечение гемостаза, остаются повышение давления инфузионной жидкости, эндодиатермо- и эндолазеркоагуляция кровоточащих сосудов, временная тампонада витреальной полости жидкими перфторорганическими соединениями, введение в витреальную полость гемостатиков [1–4]. Однако такой арсенал далеко не всегда обеспечивает адекватный гемостаз в ходе витреоретинальной хирургии больных с пролиферативной диабетической ретинопатией, внутриглазными новообразованиями, при выполнении релаксирующей ретиномии у больных с отслойкой сетчатки [5–6]. Неконтролируемое внутриглазное кровотечение в ходе витрэктомии может приводить к возникновению фибриноидного синдрома, гифем, гемофтальмов, массивных эпи- и субретинальных геморрагий. Описаны случаи ургентной энуклеации глазного яблока в ходе эндорезекции меланомы хориоидеи из-за неконтролируемого кровотечения из сосудов опухоли и сосудистой оболочки [7].

Таким образом, на современном этапе развития витреоретинальной хирургии актуальной и нерешенной остается проблема интраоперационных кровотечений, появляющихся в ходе витрэктомии, а также в ранний послеоперационный период у больных с различной патологией заднего отдела глаза.

Высокочастотная электросварка биологических тканей (ВЭБТ) внедрена в хирургическую практику в конце XX века. Одним из основных преимуществ данной методики является качество гемостаза. В экспериментальных исследованиях, а затем в клинике была продемонстрирована возможность надежного соединения стенок сосудов диаметром более 8 мм [8].

Нами, совместно с Институтом электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, были разработаны оригинальные прибор и инструменты, а также режимы высокочастотной электросварки для эндовитреальной хирургии [9].

**Цель.** На модели внутриглазного кровотечения изучить влияние высокочастотной электросварки биологических тканей (модифицированный генератор ЕК-300М1) и диатермокоагуляции на длительность кровотечения из магистральных ретинальных сосудов.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ.** Экспериментальное исследование выполнялось на 12 кроликах (24 глаза) породы шиншила возрастом 5–7 месяцев и массой 2,5–3,5 кг. Все экспериментальные животные находились в стандартных условиях вивария на одинаковом рационе питания.

Хирургическое вмешательство экспериментальным животным выполнялось с соблюдением «Правил обращения с лабораторными животными». Острое внутриглазное кровотечение моделировалось по методике, описанной в 1989 г. Ho Sung Lee et al [4].

*Основные этапы операции.*

Общий наркоз экспериментальным животным выполнялся путем парентерального введения 10 % тиопентала натрия в дозе 1 мл/кг. После фиксации в специальном станке

и обработки операционного поля с соблюдением всех правил асептики и антисептики производилась ретробульбарная анестезия 2 % раствором лидокаина гидрохлорида — 2,0 мл. Мидриаз достигался путем инстилляций в конъюнктивальный мешок 1 % тропикамида. После круговой конъюнктивотомии по лимбу выполнялась склеротомия на 5 часах на правых глазах и на 11 часах на левых глазах с последующим подшиванием ирригационной канюли (20G), которая при помощи системы для внутривенного введения подсоединялась к флакону с ирригационным раствором Рингера (500 мл). Давление инфузионной жидкости соответствовало 50 см водного столба. Затем на 10 и 2 часах на правых глазах и на 4 и 8 часах на левых глазах выполнялись склеротомии для интравитреальных инструментов. Для устранения рефракционных aberrаций на роговицу кролика устанавливалась плоская контактная линза.

Затем в первой (контрольной) группе животных (3 кролика (6 глаз)) в витреальную полость вводился осветитель и V-образный 20° нож. Магистральные ретинальные сосуды пересекались на уровне медулярного пучка фактически по краю диска зрительного нерва с темпоральной и назальной стороны.

В опытных группах экспериментальных животных перед пересечением магистральных сосудов выполнялось воздействие на них различными электрохирургическими методами.

Во второй группе животных (3 кролика (6 глаз)) перед пересечением магистральных сосудов сетчатки выполнялась высокочастотная электросварка монополярным зондом. Использовали пороговые параметры для сварки сетчатки с подлежащими тканями, установленные в нашем предыдущем исследовании [9] — напряжение — 14–16 В, сила тока до 0,1 А, экспозиция 1–2 с, частота 66 кГц.

В третьей группе экспериментальных животных (3 кролика (6)) глаз также выполнялась высокочастотная электросварка биологических тканей монополярным зондом. В отличие от второй группы животных, сваривание сосудов происходило при уровне напряжения 18–20 В. Остальные параметры сварки не отличались от таковых во второй группе.

В четвертой группе животных (3 кролика (6)) коагуляция магистральных сосудов выполнялась при помощи диатермии. Использовался серийный биполярный зонд для блока диатермии хирургического комбайна Accurus CS 800, который подключался к генератору высокочастотного тока. Параметры диатермокоагуляции, соответствовали параметрам, используемым в ходе витреоретинальных вмешательств — мощность — 10 Вт, частота 365 кГц, экспозиция 1–2 секунды.

Следует отметить, что витреэктомия исследуемым животным не выполнялась.

Нами оценивалось наличие кровотечения при пересечении магистральных сосудов и его длительность в каждой опытной группе по сравнению с контролем. Данные представлены в виде среднего значения и среднеквадратического отклонения. В послеоперационном периоде животным выполнялась офтальмоскопия при помощи налобного бинокулярного офтальмоскопа с использованием линзы 20 дптр ежедневно на протяжении одной недели, через две недели и один месяц после операции. Фотографирование глазного дна экспериментальным животным производили через один час, одну неделю и один месяц после операции.

Животных выводили из эксперимента в состоянии глубокого наркоза методом воздушной эмболии с последующей

энуклеацией в сроки один час, одна неделя и один месяц после операции для проведения гистологического исследования, о результатах которого мы сообщим в наших последующих работах.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.** Длительность кровотечения из магистральных сосудов сетчатки кроликов всех исследуемых групп представлена в табл. 1.

Таблица 1

Длительность кровотечения из магистральных сосудов сетчатки у экспериментальных животных

Группы животных		Время кровотечения (сек)	
		ОД	ОС
Контрольная группа	Кролик 1	N=44 T=41	N=42 T=51
	Кролик 2	N=38 T=43	N=46 T=45
	Кролик 3	N=43 T=40	N=45 T=50
Высокочастотная электросварка (14–16 В)	Кролик 4	N=18 T=29	N=15 T=20
	Кролик 5	N=16 T=19	N=15 T=20
	Кролик 6	N=14 T=18	N=14 T=19
Высокочастотная электросварка (18–20 В)	Кролик 7	N=0 T=5	N=0 T=0
	Кролик 8	N=3 T=2	N=0 T=3
	Кролик 9	N=2 T=3	N=3 T=0
Диатермокоагуляция	Кролик 10	N=14 T=13	N=10 T=15
	Кролик 11	N=13 T=12	N=15 T=13
	Кролик 12	N=12 T=15	N=17 T=16

\* N — время кровотечения при пересечении назальных ретинальных сосудов;

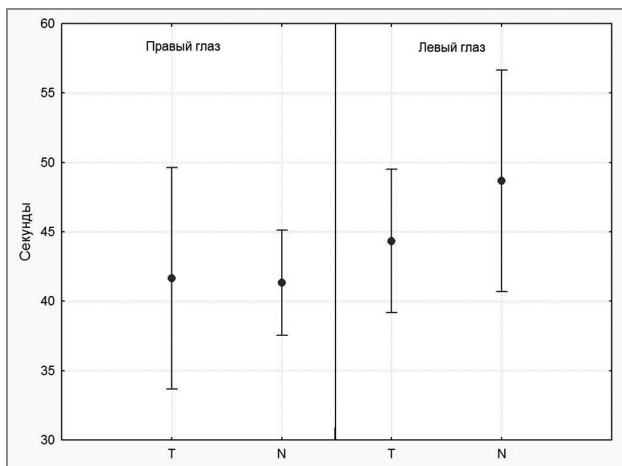
\*\* T — время кровотечения при пересечении темпоральных ретинальных сосудов.

Для дальнейшего анализа мы сравнили время кровотечения из назальных и темпоральных ветвей магистральных сосудов сетчатки на правых и левых глазах кроликов в группе контроля (рис. 1).

Как видно из данных, представленных на рисунке 1, время кровотечения из темпоральных и назальных магистральных ретинальных сосудов в группе контроля достоверно не отличалось ( $p > 0,05$ ) и составило на правых глазах —  $(42 \pm 1,9)$  с и  $(41 \pm 0,9)$  с, на левых глазах —  $(44 \pm 1,2)$  с и  $(49 \pm 1,9)$  с соответственно. Это позволило проводить дальнейший анализ длительности кровотечения в контрольной и опытных группах независимо от места пересечения сосудов.

Таким образом, время кровотечения из поврежденных магистральных сосудов в контрольной группе животных составило в среднем  $(42,9 \pm 2,9)$  с. Наши значения несколько отличаются от данных

зарубежных исследователей. Так, согласно результатам работы Н. S. Lee et al [4], кровотечение из пересеченных ретинальных сосудов на уровне макулярного пучка отступя 1 мм от края ДЗН продолжалось в среднем 93 секунды. Скорее всего, это связано с тем, что в нашем исследовании не выполнялась витрэктомия. Кроме того, наши коллеги для более адекватного, по их мнению, контроля над кровотечением выполняли аспирацию излившейся крови витреотомом. Это могло препятствовать образованию кровяного сгустка в просвете поврежденных сосудов.



**Рис. 1.** Длительность кровотечения из темпоральных (Т) и назальных (N) магистральных ретинальных сосудов в контрольной группе экспериментальных животных.

У животных второй группы наблюдения в месте приложения монополярного зонда с последующей высокочастотной электросваркой биологических тканей (напряжение 14–16 В) пороговыми значениями отмечалось посерение сетчатки в виде кольца. Мы не отмечали прекращения кровотока в сосудах сетчатой оболочки в зоне воздействия. Определялось лишь уменьшение калибра артерий и вен. Соответственно, выполнение высокочастотной электросварки биологических тканей пороговыми параметрами не исключило кровотечения из пересеченных сосудов. Так, длительность кровотечения у животных второй группы наблюдения составила в среднем (16,8±4,2) с.

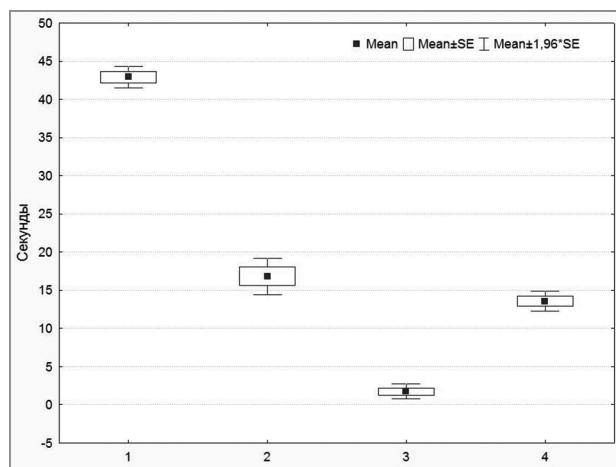
У животных третьей группы наблюдения высокочастотная электросварка монополярным зондом напряжением 18–20 В сопровождалась кольцевидным побелением ретинальной ткани в месте приложения электрода. Характерным было прекращение кровотока в магистральных сосудах сетчатки, причем непосредственно в месте контакта электрода с тканями сетчатки калибр сосудов резко уменьшался, а в зоне кольцевидного побеления сетчатки отмечалось запустевание сосудов. Необходимо отметить, что высокочастотная сварка сосудов сетчатки у животных третьей опытной

группы позволила избежать кровотечения в 8 из 12 случаев (67 %). В 4 случаях отмечалось незначительное кровотечение, длительностью не более 5 с (в среднем (1,8±1,7) с).

В четвертой группе экспериментальных животных в месте приложения биполярного зонда отмечалось интенсивное побеление (коагуляция) сетчатки, закипание и адгезия волокон стекловидного тела, а также ретинальной ткани к поверхности электродов. В зоне коагуляции сосуды сетчатки не дифференцировались. Однако при пересечении сосудов в зоне диатермокоагуляции отмечалось кровотечение средней интенсивности, которое продолжалось в среднем (13,6±2,4) с. Следовательно, выполнение диатермокоагуляции не обеспечивает полноценного гемостаза.

Рис. 2 наглядно демонстрирует достоверность различий во времени кровотечения из ретинальных сосудов экспериментальных животных между исследуемыми группами.

Как видно из данных, представленных на рис. 2, длительность кровотечения у животных опытных групп достоверно меньше ( $p < 0,000$ ), чем в контрольной группе. При применении высокочастотной электросварки биологических тканей напряжением 18–20 В время кровотечения было минимальным (в среднем 1,8 с).



**Рис. 2.** Время кровотечения из магистральных сосудов сетчатки экспериментальных животных в контрольной группе (1), после высокочастотной электросварки напряжением 14–16В (2), 18–20В (3) и диатермокоагуляции (4).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На модели внутриглазного кровотечения установлено, что проведение высокочастотной электросварки биологических тканей монополярным зондом параметрами: напряжение — 18–20 В, сила тока до 0,1 А, экспозиция — 1–2 с, частота 66 кГц, позволяет остановить кровотечение в 67 % случаев и обеспечивает надежный гемостаз — длительность

кровотечения в среднем ( $1,8 \pm 1,7$ ) с при пересечении магистральных сосудов сетчатки кролика, тогда как после диатермокоагуляции длительность кровотечения составила ( $13,6 \pm 2,4$ ) с.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. **Parel J. M.** An intraoperative intraocular pressure monitor / Parel J., Parrish R., Nose I. *Ophthalmic surgery*. — 1987. — Vol.18. — P.371–374.
2. **Шкворченко Д. О.** Экспериментально-клиническое обоснование применения витреопресса для краткосрочного послеоперационного тампонирования в витреоретинальной хирургии / Шкворченко Д. О., Каштан О. В., Макаров К. Н. [и др.] *ПФОС в биологии и медицине*. — Пушино, 1999. — С.186–192.
3. **Mathis A.** Use of perfluorodecaline during vitrectomy for PDR / Mathis A., Pagot V., Idder A. [et al] *J. Fr. Ophthalmol.* — 1993. — Vol.16. — № 11. — P. 584–594.
4. **Ho Sung Lee.** Intraocular infusate with Hemocoagulase for the control of bleeding during vitreous surgery / Ho Sung Lee, Sang Ha Kim, In Taek Kim. *Kor.J.Ophthalmol.* — 1989. — Vol. 3. — P.6–10.
5. **Шкворченко Д. О.** Ретиномия и ретинэктомия в лечении пролиферативной диабетической ретинопатии, осложненной передней пролиферативной витреоретинопатией / Шкворченко Д. О., Левина Л. В. *Всероссийская научно-практическая конференция*. — М., 2006. — С.205–210.
6. **Rizzo S.** Injection of intravitreal bevacizumab (Avastin) as a preoperative adjunct before vitrectomy surgery in the treatment of severe proliferative diabetic retinopathy (PDR) / Rizzo S., Genovesi-Ebert F., Di Bartolo E. [et al]. // *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* — 2008. — V.246. — P. 837–42.
7. **Karkhaneh R.** Long-term surgical outcome of posterior choroidal melanoma treated by endoresection / Karkhaneh R. Chams H., Amoli F. *Retina*. — 2012. — Vol.27. — P.908–14.
8. **Патон Б. Е.** Электрическая сварка мягких тканей в хирургии / Б. Е. Патон // *Автоматическая сварка*. — № 9. — 2004. — С.7–11.
9. **Пасечникова Н. В.** Высокочастотная электросварка тканей заднего отдела глазного яблока (модифицированный генератор ЕК-300М1) с применением оригинального моно- и биполярного инструментария / Пасечникова Н. В. Уманец Н. Н., Артемов А. В. [и др.] — *Офтальмол. Журн.* — 2012. — № 2. — С.45–49.

Поступила 06.06.2012

Рецензент к. м. н. О. С. Задорожный

INFLUENCE OF HIGH FREQUENCY ELECTRIC WELDING OF THE BIOLOGICAL TISSUES ON DURATION OF BLEEDING FROM THE MAIN VESSELS OF THE RETINA IN MODELING INTRAOCULAR BLEEDING IN RABBITS IN COMPARISON WITH DIATHERMOCOAGULATION

M. M. Umanets

Odessa, Ukraine

The experimental study was made on 12 chinchilla rabbits (24 eyes). There was estimated presence and duration of bleeding from the damaged main vessels of the retinal membrane. It is established that high frequency electric welding of the biological tissues with a monopolar probe with parameters: voltage — 18–20 W, current strength — up to 0.1 A, exposition — 1–2 sec, frequency — 66 kHz allows to control bleeding in 67% of cases and provides a reliable hemostasis — duration of bleeding on an average is ( $1,8 \pm 1,7$ ) sec in damage of the main vessels of the rabbit retina whereas the duration of bleeding was ( $13,6 \pm 2,4$ ) sec after diathermocoagulation.

