УДК 617.711–044.4–089:621.791.7–092.9

Визначення оптимальних параметрів електричного струму при використанні високочастотного електрозварювання біологічних тканин для з'єднання країв хірургічної рани кон'юнктиви

Е. В. Мальцев, д-р мед. наук., проф., В. Я. Усов, д-р мед. наук., М. М. Уманець, канд. мед. наук, Є. П. Чеботарев, канд. мед. наук, Н. Ю. Крицун, аспірант.

ДУ Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В. П. Філатова АМН України

Ключові слова: кон'юнктива, високочастотне електрозварювання біологічних тканин, генератор ЕК-300М1, експеримент.

Экспериментальное исследование проведено на 5 кроликах (10 глаз) породы шиншилла. У каждого из этих кроликов проводились разные манипуляции для соединения краев рассеченной конъюнктивы: Кролик № 1-Швы, Кролик № 2 — Модифицированный генератор ЕК-300М1 в режиме (от 14 до 16В), Кролик № 3 — Модифицированный генератор ЕК-300М1 в режиме (от 18 до 20В), Кролик № 4 — Модифицированный генератор ЕК-300М1 в режиме (от 20 до 22В), Кролик № 5 — Серийный генератор ЕК-300М1 в режиме «сварка-100». Установлено, что проведение высокочастотной электросварки конъюнктивы модифицированным устройством ЕК-300М1с использованием оригинального биполярного пинцета: напряжение-20–22 В, сила тока до 0,2А, экспозиция — 1–2с, частота 66 кГц, позволяет надежно соединить хирургический разрез конъюнктивы.

Determination of the optimal parameters of electrical current by using high electrical welding of the biological tissue for connection of the edges of surgical conjunctiva's wound

E. V. Maltsev, V. Y. Usov, N. N. Umanets, E. P. Chebotarev, N. Y. Krytsun

The Filatov Institute of Eye Diseases and Tissue Therapy of National Medical Science Academy, Odessa

Key words: conjunctiva, high-frequency electric welding of biological tissues, generator EC-300M1, experiment.

An experimental study was performed on five rabbits (10 eyes) chinchilla. Each of the five rabbits presented his research group: Rabbit № 1 — stitches, Rabbit № 2 — The modified EC-300M1 generator in mode (14 to 16V), Rabbit № 3 — The modified EC-300M1 generator in mode (18 to 20V), Rabbit № 4 — The modified EC-300M1 generator in mode (20 to 22V), Rabbit № 5 — Serial generator EC-300M1 in the «welding 100». It is established that the conduction of high-frequency electrical welding of the conjunctiva by modified EC 300M1 device using the original bipolar forceps: voltage — 20–22, current up to 0.2A, the exposure — 1–2 c, frequency — 66k Gts, allows securely connect the surgical incision of the conjunctiva.

Актуальність. Дистрофічні ураження очного яблука займають друге місце після запальних захворювань органа зору. Однією з форм прояву дистрофії переднього відрізку ока є птерігіум [4].

Історія лікування птерігіуму нараховує близько трьох тисячоліть**.** За даним більшості авторів, лікування птерігіуму зводиться до його хірургічного видалення [10, 11].

Не дивлячись на ретельно розроблену техніку операцій, жодна з них на 100 % не виключає післяопераційних ускладнень. На результати оперативного лікування птерігіуму негативно впливає розвиток таких післяопераційних ускладнень, як неповноцінна адаптація кон'юнктиви на місці видаленого птерігіуму, розвиток післяопераційного астигматизму, а особливо, розвиток так званого рецидивуючого птерігіуму [12].

В літературі описані та мають місце різні хірургічні методики лікування птерігіуму, які включають кератопластику, трансплантацію амніотичної мембрани та кон'юктивальний аутотрансплантат — всі його варіанти. Актуальною проблемою офтальмохірургії є з'єднання (співставлення) країв рани м'яких тканин. Існуючі на даний час способи з'єднання (шовний матеріал, стаплери) мають ряд недоліків: складність виконання маніпуляцій, відносна тривалість процедури, присутність в тканинах стороннього тіла, що може стати причиною гранульоми, антигенне навантаження на організм, що може проявитися локальними запальними процесами в м'яких тканинах, а відповідно

© Е. В. Мальцев, В. Я. Усов, М. М. Уманець, Є. П. Чеботарев, Н. Ю. Крицун, 2013

подовжити період одужання хворого [2, 3]. Для кон'юнктивального трансплантату і трансплантації амніотичної мембрани, при хірургічному лікуванні птерігіуму, прийнятне прикріплення трансплантату за допомогою швів або фібриновим клеєм, проте зараз останньому віддають більшу перевагу, ніж швам [1]. Використання фібринового клею скорочує час операції і післяопераційний дискомфорт у пацієнтів.

На сьогоднішній день існує ще один метод з'єднання тканин — а саме високочастотне електрозварювання біологічних тканин (ВЕБТ), який в загальній хірургії здійснюється за допомогою серійного генератора току високої частоти ЕК-300М1 (Рис. 2). При цьому ефекти з'єднання, розсічення тканин та гемостаз здійснюються в автоматичному режимі біполярними інструментами серійного виробництва [3, 5, 6, 7]. ДУ «Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В. П. Філатова НАМН України» сумісно з Інститутом електрозварювання ім. Е. О. Патона НАН України розробили оригінальний (модифікований) прилад для ендовітреальної хірургії (Рис.1) [2]. Нами, спільно з інженерами Інституту електрозварювання ім. Е. О. Патона НАН України, був розроблений оригінальний біполярний пінцет для з'єднання країв хірургічної рани кон'юнктиви (з площею робочої поверхні 0,07ммІ) (Рис. 3).

Мета. Дослідити в експерименті можливість застосування високочастотного електрозварювання біологічних тканин для з'єднання країв хірургічної рани кон'юнктиви, в залежності від параметрів електричного струму.

Матеріал та методи

Експеримент проведено на 10 очах 5 кроликів породи шиншила масою 2,5–3,5 кг, самцях. Експериментальне моделювання проводили на базі віварію ДУ «Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В. П. Філатова НАМН України». Спостереження, догляд, оперативне втручання на тваринах, а також виведення їх з експерименту виконувались у відповідності до міжнародних правил по роботі з дослідними тваринами (Хельсінкська декларація про використання тварин в експериментальних дослідженнях 1964–2000 рр.).

Рис. 2. Серійний генератор ЕК-300 М1.

Рис. 1. Модифікований генератор ЕК-300 М1.

Рис. 3. Оригінальний біполярний пінцет для з'єднання країв хірургічної рани кон'юнктиви (з площею робочої поверхні 0,07 ммІ).

Після проведення загального наркозу тіопенталом натрію 10 % — 1мл/1кг маси тіла, фіксували кролика в спеціальному станку і обробляли операційне поле з дотриманням усіх правил асептики та антисептики. Потім проводили додаткове знеболення рогівки 0,5 % розчином алкаїну. На його фоні під операційним мікроскопом, за допомогою леза, наносились лінійні розрізи на кон'юнктиві розміром до 1 см у різних місцях (біля верхнього чи нижнього склепіння, паралельно або перпендикулярно лімбу, а також на третій повіці кролика) кількістю до трьох розрізів (усього виконано 30 розрізів). В місці розрізу кон'юнктиви для з'єднання країв рани проводилось високочастотне електрозварювання біологічних тканин оригінальним біполярним пінцетом з площею робочої поверхні 0,07 мм² з використанням модифікованого генератора ЕК-300М1 в різних режимах (від 10 до 22 В), а також серійного генератора ЕК-300М1 в режимі «сварка-100». Для контролю при з'єднанні країв рани був використаний шовний матеріал (шовк 7/00). Кожен з п'яти кроликів представляв окреме дослідження на 6 розрізах: Кролик № 1 — Шви, Кролик № 2 — Модифікований генератор ЕК-300М1 в режимі (від 14 до 16В), Кролик № 3 — Модифікований генератор ЕК-300М1 в режимі (від 18 до 20В),Кролик № 4 — Модифікований генератор ЕК-300М1 в режимі (від 20 до 22В), Кролик № 5 — Серійний генератор ЕК-300М1 в режимі «сварка-100».

Нами оцінювались: міцність (стійкість) з'єднання хірургічних ран кон'юнктиви, а також біомікроскопічні зміни кон'юнктиви. Для оцінки міцності (стійкості) з'єднання хірургічних ран кон'юнктиви, нами була розроблена бальна система для різних параметрів електричного струму при високочастотному електрозварюванні біологічних тканин з застосуванням модифікованого та серійного генератора ЕК-300М1: Не зварюються та коагулюються — 0б. Зварюються, але розлипаються до 20с — 1б; Зварюються, але розлипаються до 5хв — 2б; Зварюються, не розлипаються більше 24 год. — 3б. Для оцінки біомікроскопічних змін кон'юнктиви, при її термічному ураженні різними параметрами електричного струму після високочастотного електрозварювання біологічних тканин з використанням модифікованого та серійного генератора ЕК-300М1, ми також розробили бальну систему, де оцінювали кожен розріз: Відсутність змін — 0б; Гіперемія (легка — 1б), (середня — 2б), (сильна — 3б); Набряк кон'юнктиви (не має — 0б), (є — 1б); Ішемія (легка — 1б), (середня — 2б), (сильна — 3б); некроз — 3б.

В післяопераційному періоді, починаючи з першої доби експерименту, всім тваринам був призначений 30 % альбуцид 4 рази на день –10 днів.

Тварин виводили з експерименту в стані глибокого наркозу методом повітряної емболії.

Статистична обробка була проведена в програмі Statistica 6.0. При порівнянні незв'язаних вибірок, використовували тест U Вілкоксона-Манна-Уітні (Манна-Уітні) — парний критерій для встановлення розходжень середніх тенденцій двох незв'язаних вибірок помірної чисельності, непараметричний аналог непарного t-критерію Ст'юдента.

Результати досліджень

При високочастотному електрозварюванні біологічних тканин кон'юнктиви серійним генератором ЕК-300М1 отримані дуже виражені біомікроскопічні зміни тканин кон'юнктиви очного яблука, аж до її некрозу ($p<0,00001$), тому стійкість з'єднання вже не мала значення. На наш погляд, це пов'язано з незначною площею електродів (0,07 мм²) і вихідною потужністю приладу (Табл. 2).

При високочастотному електрозварюванні біологічних тканин кон'юнктиви модифікованим генератором ЕК-300М1 напругою від 10 до 14В жодних біомікроскопічних змін кон'юнктиви ми не спостерігали, а з'єднання хірургічних ран кон'юнктиви були абсолютно нестійкі. При збільшенні напруги до 16В спостерігалась легка гіперемія кон'юнктиви, з'єднання все ж залишалися нестійкими (Табл. 1,2).

При використанні напруги електричного струму до 20В спостерігався середній ступінь гіперемії, а з'єднання трималися до 5 хв. Коли ми збільшили напругу до 22В, з'являвся незначний

Таблиця 1. Стійкість з'єднання країв рани кон'юнктиви

Умови експерименту	Тварини	Праве око (3 розрізи)	Ліве око (3 розрізи)
Шви	Кролик1	1 розріз — 3б; 2 розрізи — 3б; 3 розрізи — 3б.	1 розріз — 3б; 2 розрізи — 3б; 3 розрізи — 3б.
Модифікований генератор ЕК-300М1 Високочастотне електрозварювання (14–16В)	Кролик2	1 розріз — 1б; 2 розрізи — 1б; 3 розрізи — 0б.	1 розріз — 1б; 2 розрізи — 1б; 3 розрізи — 0б.
Модифікований генератор ЕК-300М1 Високочастотне електрозварювання (18–20В)	Кролик3	1 розріз — 2б; 2 розрізи — 2б; 3 розрізи — 2б.	1 розріз — 2б; 2 розрізи — 1б; 3 розрізи — 2б.
Модифікований генератор ЕК-300М1 Високочастотне електрозварювання (20–22В)	Кролик4	1 розріз — 3б; 2 розрізи — 2б; 3 розрізи — 3б.	1 розріз — 3б; 2 розрізи — 3б; 3 розрізи — 3б.
Серійний генератор ЕК-300М1 Автоматичний режим «сварка-100»	Кролик5	1 розріз — 0б; 2 розрізи — 0б; 3 розрізи-0б.	1 розріз — 0б; 2 розрізи — 0б; 3 розрізи — 0б.

Таблиця 2. Біомікроскопічні зміни кон'юнктиви

Умови експерименту	Тварини	Праве око (3 розрізи)	Ліве око (3 розрізи)
Шви	Кролик1	1 розріз — 1б; 2 розрізи — 2б; 3 розріз — 1б.	1 розріз — 2б; 2 розрізи — 1б; 3 розрізи — 2б.
Модифікований генератор ЕК-300М1 Високочастотне електрозварювання (14–16В)	Кролик2	1 розріз — 1б; 2 розрізи — 1б; 3 розрізи — 0б.	1 розріз — 1б; 2 розрізи — 1б; 3 розрізи — 0б.
Модифікований генератор ЕК-300М1 Високочастотне електрозварювання (18–20В)	Кролик3	1 розріз — 2б; 2 розрізи — 1б; 3 розрізи — 1б.	1 розріз — 1б; 2 розрізи — 1б; 3 розрізи — 2б.
Модифікований генератор ЕК-300М1 Високочастотне електрозварювання (20–22В)	Кролик4	1 розріз — 2б; 2 розрізи — 1б; 3 розрізи — 2б.	1 розріз — 2б; 2 розрізи — 2б; 3 розрізи — 1б.
Серійний генератор ЕК-300М1 Автоматичний режим «сварка-100»	Кролик5	1 розріз — 3б; 2 розрізи — 3б; 3 розрізи — 3б.	1 розріз — 3б; 2 розрізи — 3б; 3 розрізи — 3б.

набряк кон'юнктиви та середній ступінь гіперемії кон'юнктиви. Хірургічні з'єднання кон'юнктиви ставали максимально стійкими (Табл. 1). Різниця стійкості з'єднання країв рани кон'юнктиви за допомогою швів та модифікованим генератором ЕК-300М1 напругою (20–22В) була статистично не значимою ($p>0,05$).

При підвищенні значення напруги вище 22В на кон'юнктиві відмічалися зміни, характерні для опіку. У зв'язку з цим, ми дослідили, щоб досягти бажаного ефекту зварювання кон'юнктиви необхідна така напруга, при якій будуть мінімальні біомікроскопічні зміни та максимальна стійкість з'єднання. Такий ефект ми отримали при підборі напруги від 20 до 22В. При цьому біомікроскопічні зміни кон'юнктиви мали поверхневий характер.

Експеримент тривав 5 діб. До кінця експерименту залишились лише ті кролики, у яких з'єднання хірургічної рани було стійким в перші 24 години. Інші кролики були виведені з експерименту в першу добу дослідження (Кролики № 2,3,5). У Кролика № 1, у якого з'єднання хірургічних ран кон'юнктиви було за допомогою швів, біомікроскопічно спостерігались незначний набряк країв рани та легкий ступінь гіперемії, які залишились до кінця експерименту, поки шви не були зняті, а у Кролика № 4 ознаки запального процесу пройшли до 4 дня експерименту. При з'єднанні хірургічних ран кон'юнктиви за допомогою швів, біомікроскопічно спостерігались незначний набряк країв рани та легкий ступінь гіперемії кон'юнктиви (Табл. 2). Різниця біомікроскопічних змін кон'юнктиви при з'єднанні за допомогою швів та модифікованим генератором ЕК-300М1 напругою (20–22В) була статистично не значимою ($p>0,05$).

Висновки

1. На основі біомікроскопічних змін тканин кон'юнктиви та стійкості з'єднання хірургічних ран кон'юнктиви визначені оптимальні параметри роботи для модифікованого генератора ЕК-300М1 з використанням оригінального біполярного пінцета з площею робочої поверхні 0,07 мм^2: напруга — 20–22 В, сила струму до 0,2 А, експозиція 1–2 с, частота вихідного високочастотного сигналу — 66к Гц.

2. Розроблена бальна оцінка біомікроскопічних змін при термічному ураженні кон'юнктиви різними параметрами електричного струму при використанні високочастотного електрозварювання біологічних тканин оригінальним біполярним пінцетом з площею робочої поверхні 0,07 мм^2 з використанням модифікованого та серійного генератора ЕК-300М1, що дозволяє об'єктивно оцінити ступінь термічного ураження кон'юнктиви.

3. Розроблена бальна оцінка міцності з'єднання хірургічних ран кон'юнктиви, при використанні різних параметрів електричного струму при високочастотному електрозварюванні біологічних тканин оригінальним біполярним пінцетом з площею робочої поверхні 0,07 мм^2 з застосуванням модифікованого та серійного генератора ЕК-300М1, що дозволяє об'єктивно оцінити стійкість з'єднання хірургічних ран кон'юнктиви.

4. Враховуючи визначені в експерименті необхідні параметри високочастотного електричного струму при використанні оригінального біполярного пінцета: напруга — 20–22 В, сила струму до 0,2 А, експозиція 1–2 с, частота вихідного високочастотного сигналу — 66 кГц, застосування модифікованого генератора є більш прийнятним для з'єднання країв кон'юнктивальної рани у кроликів, перед серійним генератором, тому що використання останнього має високу травматичність.

Література

1. **Бакбардина Л. М.** Периферическая барьерная кератопластика с биологической защитой тканевого ложа в лечении рецидивирующего птеригиума / Л. М. Бакбардина, И. И. Бакбардина // Офтальмол. журн. — 2004. — № 5. — С.83–85.
2. **Пасечникова Н. В.** Высокочастотная электросварка тканей заднего отдела глазного яблока (модифицированный генератор ЕК-300М1) с применением оригинальной моно- и биполярного инструментария / Н. В. Пасечникова // Офтальмол. журн. — 2012. — № 2. — С.45–49.
3. **Пасечникова Н. В**., Применение высоскочастотной электросварки мягких тканей при энуклеации глазного яблока по поводу увеальной меланомы / Н. В. Пасечникова, В. А. Науменко, А. П. Малецкий, В. В. Вит, Е. П. Чеботарев, Е. С. Пухлик // Офтальмол. журн. — 2012. — № 4. — С.62–64.
4. **Житенко Н. А.** Новые элементы диагностики, терапевтического и хирургического лечения птеригиума: дис. ... к-та мед.наук: — С., 2008. — 105 с.
5. **Патон Б. Е.** Электрическая сварка мягких тканей в хирургии / Б Е. Патон // Автоматическая сварка. — № 9. — 2004. — С.7–11.
6. Пат. 26112 С2 Україна, МКІ 7А61В17/00. Інструмент для з'єднання м'яких біологічних тканин / Б. Е. Патон та ін. — Опубл. 16.10.02, Бюл. № 5.
7. Пат. 44805 С2 Україна, МКІ 7А61В17/00. Спосіб з'єднання м'яких біологічних тканин і пристрій на його здійснення / Б. Е. Патон та ін. — Опубл. 16.09.02, Бюл. № 9.
8. **Уманец Н. Н.** Влияние високочастотной електросварки биологических тканей (модифицированный генератор ЭК-300М1) на длительность кровотечения из магистральных сосудов сетчатки при моделировании внутриглазного кровотечения у кроликов по сравнению с диатермокоагуляцией / Уманец Н. Н. // Офтальмол. журн. — 2012. — № 4. — С.88–91.
9. **Уманец Н. Н.** Различия в структурных изменениях сетчатой оболочки глаза кролика после воздействия монополярной высокочастотной электросварки биологических тканей и пороговой диодной лазерной коагуляции по данным оптической когерентной томографии / Н. Н. Уманец, Е. В. Иваницкая, В. С. Заводная // Офтальмол. журн. — 2012. — № 1. — С.61–63.
10. **Gris O.** Limbal-conjunctival autograph transplantation for the treatment of recurrent pterygium / Gris O., Guell J. L., del Campo Z. // Ophthalmology. — 2000. — Vol.107. — P.270–273.
11. **Isyaku M.** Treatment of pterygium / Isyaku M. // Annals African Medicine — 2011. — Vol.10. No3 — P.197–203.
12. **Ye J.** Temporary amniotic membrane patch for the treatment of primary pterygium: mechanism of reducing the recurrence rate / Kook K. H., Yao K. // Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmology — 2006. — Vol.244. — P.583–588.

Потупила 28.03.2013.