

УДК 616.33+616.341]-089.12-089.168:621.791

## СКЛАДОВІ УТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ ШЛУНКА ТА ТОНКОЇ КИШКИ

С. Є. Подпратов, С. Г. Гичка, С. С. Подпратов, Г. С. Маринський, О. В. Чернець,  
В. А. Ткаченко, Д. А. Грабовський, К. Г. Лопаткіна, С. В. Ткаченко,  
Ю. З. Буряк, В. К. Сердюк

Київський міський центр електрозварювальної хірургії,  
Київська міська клінічна лікарня № 1,  
Інститут електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України, м. Київ

## THE CONTENTS OF FORMATION OF THE ELECTRIC WELDING ANASTOMOSIS OF STOMACH AND SMALL INTESTINE

S. E. Podpryatov, S. G. Gychka, S. S. Podpryatov, G. S. Marynskyi, O. V. Chernets,  
V. A. Tkachenko, D. A. Grabovskyi, K. G. Lopatkina, S. V. Tkachenko,  
Yu. Z. Buryak, V. K. Serdyuk

Kyiv's Municipal Centre of Electric Welding Surgery,  
Kyiv's Municipal Clinical Hospital № 1,  
Paton Institute of Electric Welding, Kyiv

### Реферат

Досліджені характер і послідовність змін структури тканин стінки шлунка та тонкої кишки під впливом імпульсного та безперервного подавання електричної напруги з частотою 440 кГц. Об'єкт дослідження стискали з силою від 2 до 6 Н/мм<sup>2</sup>. Як джерело живлення використовували апарат ЕКВЗ—300 "Патонмед". Електричні параметри процесу фіксували за допомогою аналого—цифрового перетворювача LCard E20—10 та лабораторного осцилографа Tektronix TDS 3014C. Встановлено, що електрозварне з'єднання шлунка та тонкої кишки включає три складові: руйнування та зникнення слизової оболонки, сполучної тканини та мембран; злиття колагенових волокон і гладеньком'язових клітин; втрата структури колагенових волокон і гладеньком'язових клітин та утворення однорідного електрозварного шва. Перші дві складові електрозварного з'єднання відбуваються одночасно, проте, незалежно одна від одної. По завершенні утворення електрозварного шва неструктурні зміни тканин поширюються на відстань не більше 1 мм за межі накладення електродів.

**Ключові слова:** електрозварне з'єднання шлунка та тонкої кишки; структура; етапи.

### Abstract

The character and sequence of changes in the tissues structure of the gastrointestinal walls under the impact of the impulse and constant delivery of electric pressure with frequency 440 kHz were studied. The investigation object was squeezed, using the force, measured from 2 to 6 N/mm<sup>2</sup>. The EKBZ—300 "Patonmed" apparatus was used as a source of supply. Electric parameters of the process was fixed, using the analogue—numerical digital converter LCard E20—10 and laboratory oscilloscope Tektronix TDS 3014C. There was established, that electric conjunction of stomach and small intestine include three elements: destroying and disappearance of mucosa, connective tissue and membranes; fusion of the collagen fascicles and the smooth muscle cells; the loss of the collagen fascicles and the smooth muscle structure and creation of homogenous electric welding suture. The first two elements of the electric welding anastomosis are occurring simultaneously, but not dependent one from the other. At the welding suture completion the non-destructive changes of the tissues are spreading on a distance not more than 1 mm beyond the borders of the electrodes apposition.

**Keywords:** electric welding conjunction of stomach and small intestine; structure; stages.

Подальше вдосконалення електрохірургічного зварного обладнання для виконання різних хірургічних втручань, в тому числі перекриття судин, заварювання булл легень, накладання міжкишкових анастомозів тощо [1 — 3] потребує детального дослідження змін структури тканин, що утворюють електрозварне з'єднання, під впливом електричного струму відповідної частоти за різними алгоритмами.

Мета дослідження: вивчити характер та послідовність змін структури тканин стінки шлунка та тонкої

кишки при імпульсному та безперервному подаванні електричної напруги в умовах високочастотного (ВЧ) електрозварювання.

### МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Під час експериментів об'єкт дослідження стискали між мідними електродами спеціального лабораторного стенда [4, 5]. Силу стискання змінювали в межах від 2 до 6 Н/мм<sup>2</sup>. Як джерело живлення використовували апарат ЕКВЗ—300 "Патонмед". Електричні параметри про-

цесу фіксували за допомогою аналого—цифрового перетворювача LCard E20—10, персонального комп'ютера зі спеціальною програмою та лабораторного осцилографа Tektronix TDS 3014C. Досліджували вплив імпульсного та безперервного подавання напруги з частотою 440 кГц в умовах, що відповідали електрозварюванню біологічних тканин. В усіх експериментах використовували однакову напругу, форму та тривалість ВЧ імпульсу. По завершенні експериментів зразки тканин забирали для морфологічних

досліджень. Препарати фіксували й забарвлювали гематоксилином та еозином.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дія одного імпульсу заданої тривалості та величини на дві стінки шлунка спричиняла незначну денатурацію колагенових волокон, розташованих в стінках шлунка субсерозно, та часткове пошкодження слизової оболонки. Поряд з цим, відзначали набряк та розширення сполучнотканинних перетинок м'язової оболонки стінок шлунка.

В м'язовій оболонці встановлений коагуляційний некроз окремих гладеньком'язових клітин і фіброblastів, проте, контури клітин та їх ядер не ушкоджені.

Під впливом 2 імпульсів напруги однакової з попереднім експериментом величини спостерігали вже повне руйнування слизової оболонки. Також за типом коагуляційного некрозу змінювались не окремі, а всі колагенові та гладеньком'язові волокна в ділянці накладення електродів. Виявлена деформація пучків м'язових волокон впоперек до площини електродів, в окремих ділянках — деструкція гладеньком'язових волокон.

Після подавання 9 імпульсів напруги відзначали утворення щільних з'єднань колагенових та гладеньком'язових волокон, що мають контури ядер.

Після дії 12 імпульсів напруги утворювалось щільне з'єднання стінок шлунка внаслідок коагуляційного некрозу пучків гладеньком'язових та колагенових волокон.

В деяких пучках гладеньком'язових волокон виявляли контури ядер. В товщі тканини, між залишків гла-

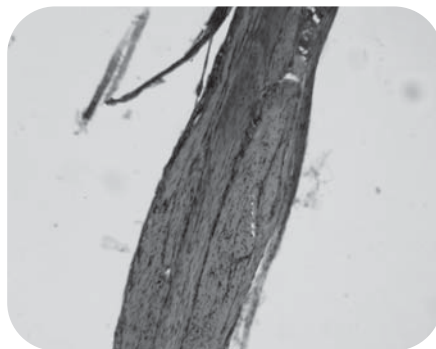


Рис. 1. Мікрофото.  
Однорідний електрозварний шов,  
що складався з коагульованих  
колагенових і гладеньком'язових  
волокон.  
Забарвлення гематоксилином та еозином.  
36. ×100.



Рис. 2. Мікрофото.  
Однорідний електрозварний шов двох  
стінок шлунка.  
Забарвлення гематоксилином та еозином.  
36. ×400.

деньком'язових волокон, спостерігали невеликі порожнини. На цій стадії електрозварювання тканина ще не була однорідною.

Після впливу 35 імпульсів напруги спостерігали однорідний, міцний, тонкий електрозварний шов, що складався з коагульованих колагенових і гладеньком'язових волокон (рис. 1).

Однорідний електрозварний шов утворювався і в умовах експерименту після впливу 12 імпульсів на-

пруги та подальшого постійного подавання ВЧ напруги впродовж фіксованого часу. При цьому відзначали повну деструкцію пучків гладеньком'язових волокон у шві та їх злиття з коагульованими колагеновими волокнами (рис. 2).

За даними морфологічних досліджень, ознаки периферійної дії електрозварювальної напруги поширювались в умовах експерименту на відстань до 1 мм від краю електрода.

Проведені дослідження підтвердили, що, внаслідок впливу серії електричних ВЧ імпульсів за відповідним алгоритмом, утворюється надійне з'єднання біологічних тканин або електрозварний шов, в якому немає ділянок некрозу. Такий шов є, по суті, новою структурою, що утворюється під впливом електричного струму за оптимальних умов, це, власне, і є метою електрозварювання.

## ВИСНОВКИ

1. Електрозварне з'єднання шлунка та тонкої кишки включає три складові: руйнування та зникнення слизової оболонки, сполучної тканини та мембран; злиття колагенових волокон і гладеньком'язових клітин; втрата структури колагенових волокон і гладеньком'язових клітин та утворення однорідного електрозварного шва.

2. Перші дві складові електрозварного з'єднання відбуваються одночасно, проте, незалежно одна від одної.

3. По завершенні утворення електрозварного шва недеструктивні зміни тканин поширюються на відстань не більше 1 мм за межі накладення електродів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Макаров АВ, Гетьман ВГ, Мясніков ДВ, Лінчевський ОВ, Лебедев ОВ, Трунов АС. Зварювання легеневої тканини — метод нерезекційного втручання з приводу спонтанного пневмотораксу. Клін. хірургія. 2006; 7: 40 — 2.
2. Подпратов СЕ, Гичка СГ, Подпратов СС, Швед ОЕ, Гупало ЮМ. Загоєння міжкишкових анастомозів та перекриття артерій, створених за допомогою електрозварювання. Там же. 2008; 11/12: 64.
3. Подпратов СЕ, Подпратов СС, Гичка СГ, Маринський ГС, Ткаченко ВА, Іваха ВВ, та ін. Нові можливості у лікуванні патології органів травлення при використанні технології електрозварювання. Там же. 2015; 10 (додаток) Матеріали XXIII з'їзду хірургів України: 170 — 1.
4. Лопаткіна КГ, Кривцун ІВ, Маринський ГС, Чернець ОВ, Лопаткін ІЄ. Розробка автоматизованої системи статистичної обробки експериментальних даних при ВЧ—зварюванні живих тканин // Сварка и термическая обработка живых тканей. Теория. Практика. Перспективы: материалы X междунар. науч.—практ. конф.; под ред. Г. С. Маринского. Киев: ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, 2015: 40.
5. Лопаткіна КГ, Маринський ГС, Чернець ОВ, та ін. Дослідний комплекс для експериментальних досліджень ВЧ—зварювання тканин різного типу. Там же: 40.