

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА МЕДИЧНА АКАДЕМІЯ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ
ІМЕНІ П. Л. ШУПИКА

ПОДПРЯТОВ СЕРГІЙ СЕРГІЙОВИЧ



УДК: 616.33/.34-089.843-018:537:621.791.011]-092.9:001.5

**СТВОРЕННЯ МІЖКИШКОВИХ АНАСТОМОЗІВ
З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ
ЖИВИХ ТКАНИН
(експериментально-клінічне дослідження)**

14.01.03 – хірургія

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора медичних наук

Київ 2020

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національній медичній академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика МОЗ України

Науковий консультант

доктор медичних наук, професор,

Гетьман Вадим Григорович,

Національна медична академія післядипломної освіти

імені П. Л. Шупика МОЗ України (м. Київ),

завідувач кафедри торакальної хірургії та пульмонології

Офіційні опоненти:

доктор медичних наук, професор, член-кореспондент НАМН України,

Бойко Валерій Володимирович,

Харківський національний медичний університет МОЗ України,

завідувач кафедри хірургії № 1,

ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії

імені В. Т. Зайцева НАМН України» (м. Харків),

директор;

доктор медичних наук, професор, член-кореспондент НАМН України,

Ничитайло Михайло Юхимович,

ДУ «Національний інститут хірургії та трансплантології

імені О. О. Шалімова НАМН України» (м. Київ)

головний науковий співробітник відділу хірургії підшлункової залози, лапароскопічної та реконструктивної хірургії жовчовивідних проток;

доктор медичних наук, доцент

Цема Євген Володимирович,

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця

МОЗ України (м. Київ),

професор кафедри хірургії з курсом невідкладної та судинної хірургії.

Захист відбудеться « 31 » березня 2020 р. о 12⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.613.08 в аудиторії № 3 Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика МОЗ України (04112, м. Київ, вул. Дорогожицька, 9).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика МОЗ України (04112, м. Київ, вул. Дорогожицька, 9).

Автореферат розісланий « 27 » лютого 2020 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



М. М. Гвоздяк

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Неспроможність міжкишкового анастомозу є важким ускладненням резекції кишечника, прояви якого можуть бути критичними для пацієнта, його родини, і навіть хірурга (Steele S.R. et al. (eds), 2016). Лікування хворого з неспроможністю міжкишкового анастомозу триває близько 30 діб через значну кількість ускладнень, можливу необхідність релапаротомії та виведення кишкової стоми, а фінансові витрати зростають у 3–6 разів. У таких хворих летальність складає від 30 до 50 % (Steele S. R. et al. (eds.), 2016; Hammond J. et al., 2014, Zoucas E., Lydrup M. L., 2014).

Незважаючи на наявність великих груп спостереження хворих, та експериментальних досліджень, частота діагностування неспроможності міжкишкових анастомозів варіюється від 1 % до більш ніж 20 % після планових операцій, в середньому від 5 до 8 % після формування анастомозів досвідченими хірургами (Steele S. R. et al. (eds.), 2016; McDermott F. D. et al., 2015; Бойко В. В. з співавт., 2013; Шудрак А. А. з співавт., 2011).

Навіть субклінічна неспроможність міжкишкового анастомозу призводить до погіршення показників онкологічного та загального виживання (Wang S. et al., 2017; Ha G.W. et al., 2017; Salvans S. et al., 2014), а також до рубцевої деформації та стенозування анастомозу у 7–25 % оперованих хворих, та відмови у бажаному реконструктивному втручанні зі зняттям кишкової стоми у 10 % пацієнтів (Alonso S. et al., 2015; Ji W.B. et al., 2015; Будтуев А. С. з співавт., 2014; Бойко В. В. з співавт., 2013; Lindgren R. et al., 2011; Matos D. et al., 2008).

Статистично найзначущими передопераційними чинниками ризику неспроможності міжкишкового анастомозу, отримані за результатами мета-аналізу досліджень 110 272 оперованих пацієнтів, є стать, колоректальний тип анастомозу та погіршення загоєння в наслідок опромінення, а не спосіб чи техніка створення анастомозу (Rommergaard H.-C. et al., 2014). Системний мета-аналіз більше 6000 досліджень, виявлених у Cochrane Database, щодо порівняння надійності шовного ручного, степлерного скобкового та компресійного міжкишкових анастомозів засвідчив з високою достовірністю відсутність таких переваг у жодного з вказаних методів створення анастомозу (Slieker J. C. et al., 2013) – що вказує на подібність механізму утворення з'єднання тканин поміж усіма дослідженими традиційними видами міжкишкових анастомозів (Ho Y.-H., Ashour M.A.T., 2010).

Дослідження механізмів і причинних факторів виникнення неспроможності в традиційному міжкишковому анастомозу свідчать, що всі вони зумовлені типовим вторинним перебігом загоєння, через фазу некрозу та нестабільності структури тканин в анастомозі (Bosmans J.W.A.M. et al., 2015; Ho Y.-H., Ashour M.A.T., 2010). Навіть міжкишкові анастомози без радіологічних ознак неспроможності (до 25 % від загальної кількості) мають ознаки запалення і затримки просування вмісту кишки через себе, в структурі тканини з'єднаних кінців кишки виявляють багатократний ріст мікроорганізмів, а стерильність черевної порожнини після накладення герметичного міжкишкового анастомозу зберігається від 4 до 9 годин, незалежно від

призначення антибіотиків та очищення кишечника. Період нестабільності клінічно не ускладненого міжкишкового анастомозу триває від 4 до 7 днів, коли некротичні дефекти починають заміщуватися грубим рубцем, відбувається інкапсуляція сторонніх тіл і зростає механічна міцність з'єднання, відновлюється рух вмісту кишки через анастомоз (Hendriks T., et al., 1990; Нурєєв В. М., 1992; Zaporozhets A. A., 1992; Mortensen N. J., Ashraf S. 2008; Månsson P. et al., 2002; Shogan B. D. et al., 2014; Kiran R. P. et al., 2015; Scarborough J. E. et al., 2015).

Отже, неспроможність міжкишкового анастомозу є небезпечним для життя, здоров'я та якості життя ускладненням, яке в плановій хірургії виявляють до 20 % пацієнтів, залежно від залучених ділянок кишки та застосованих критеріїв діагностики. Лікування неспроможності міжкишкового анастомозу III ступеню вимагає 3–4 тижнів інтенсивного лікування, при цьому ймовірність виживання складає 50–70 % (Hammond J., et al., 2014). Численні дослідження механізмів і чинників неспроможності в традиційному міжкишковому анастомозі свідчать, що вона зумовлена відстроченим формуванням стабільно суцільного та міцного тканинного з'єднання – лише після завершення фази гнійного запалення з некротичним перетворенням тканин, та відповідної нестабільності структури анастомозу, яка триває 4–7 діб. На цій підставі у оглядачів сформувалася впевненість, що суттєве зниження ризику неспроможності міжкишкового анастомозу можливе лише на основі застосування якісно іншої технології утворення з'єднання стінок кишки, яке буде безшовним та принципово відмінним від шовного за своїми властивостями (Bosmans J.W.A.M. et al., 2015; Y.-H. Ho, Ashour M.A.T., 2010). Доведена можливість використання технології електрозварювання живих тканин для створення біліодигестивних анастомозів в клінічних умовах (Ничитайло М. Ю., 2017; Гуцуляк А. І., 2017).

Таким чином, актуальною науковою проблемою є створення методу безшовного міжкишкового анастомозу, який матиме властивості зниженого ризику неспроможності відносно традиційного анастомозу, завдяки утворенню первинно суцільної структури з'єднання тканин, при його достатній первинній міцності та стабільності впродовж перших 7 діб після створення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація є фрагментом науково-дослідних робіт кафедри торакальної хірургії та пульмонології Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика: «Клініко-експериментальне впровадження методу електрозварювання м'яких живих тканин в плановій та невідкладній хірургії» (№ 0109U002320), та «Розробка режимів та способів застосування технології електрозварювання м'яких живих тканин для здійснення втручань на кишечнику» (№ 0114U002224).

Мета дослідження: розроблення та обґрунтування в експериментальних та клінічних умовах методу безшовного міжкишкового анастомозу, з використанням електрозварювання для створення з'єднання живих тканин з властивостями зниження ризику неспроможності.

Завдання дослідження

1. Визначити причини виникнення механічної та біологічної неспроможності міжкишкового анастомозу, створеного із застосуванням традиційних способів, та сформулювати вимоги до провідних властивостей нового виду з'єднання у міжкишковому анастомозі.

2. В стендових та модельних дослідженнях встановити структурні особливості утворення електрозварного з'єднання стінок кишки.

3. Розробити медико-технічні вимоги до використання електрозварювання для створення безшовного з'єднання живих тканин у міжкишковому анастомозі.

4. В стендових та модельних експериментах дослідити та визначити клінічні, механічні, та структурні властивості безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу.

5. В лабораторних та модельних експериментах дослідити та виявити відмінності перебігу запалення та оцінити біологічну стійкість структури безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу.

6. В хронічному експерименті дослідити та встановити особливості проліферації та формування тканинних структур в ділянці безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу в період до 90 діб.

7. В хронічному експерименті з відтворенням клінічних умов втручання визначити частоту неспроможності безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу в ранні та віддалені терміни після накладення, за наявності чинників підвищеного ризику її виникнення.

8. Дати узагальнену наукову оцінку безшовного електрозварного з'єднання стінок кишки в міжкишковому анастомозі, створеного з використанням розроблених засобів та методів, з аналізом властивостей, які в клінічних умовах забезпечують зниження ризику його неспроможності, порівняно з відомими характеристиками традиційного шовного методу з'єднання.

9. Визначити клінічну ефективність розробленого методу створення безшовного міжкишкового анастомозу й вимог до використання електрозварювання живих тканин у зниженні ризику неспроможності.

Об'єкт дослідження: властивості з'єднання та перебіг загоєння тканин країв кишки в міжкишковому анастомозі

Предмет дослідження: електрозварне з'єднання стінок кишки у міжкишковому анастомозі.

Методи дослідження: В процесі виконання роботи використані методи дослідження: інструментальні (манометричні, електричні, термометричні, фотографічні), клінічні, лабораторні медичні (загальноклінічні, біохімічні), структурно-морфологічні (світлова мікроскопія, електронна мікроскопія, рентгенструктурне дослідження), статистичні.

Наукова новизна отриманих результатів. В стендових і модельних дослідженнях, вперше встановлені структурні й ультраструктурні механізми, та послідовність формування суцільного тканинного субстрату електрозварного з'єднання.

Вперше визначені клінічні ознаки та припустимі межі нерівномірності тканинної структури безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу, який переважає шовний аналог за розривною міцністю.

Вперше встановлені відмінні властивості первинної високої еластичності та первинної стійкості до проникнення й ферментації мікроорганізмами, з'єднання в міжкишковому анастомозі, створеному з використанням електрозварювання.

Вперше, в модельованих клінічних умовах в хронічному експерименті визначені особливості перебігу запалення, формування й поширення сполучної тканини, відновлення складових тканинної структури в ділянці електрозварного з'єднання тканин кишки в міжкишковому анастомозі, які обґрунтовують низький ризик його неспроможності порівняно з традиційним способом з'єднання з використанням шовних елементів, впродовж всього післяопераційного періоду.

Вперше узагальнена оцінка відмінних властивостей безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу, що визначають низький ризик його неспроможності, порівняно з шовним анастомозом: міцність, еластичність, суцільність утвореної структури та безперервність її з оточуючими тканинами, герметичність та антибактерійна стійкість з'єднання, первинне загоєння через продуктивний перебіг запалення, швидка проліферація волокон та повноцінне наскрізне відновлення тканинних структур.

Вперше доведена клінічна ефективність застосування розробленого методу створення безшовного електрозварювального міжкишкового анастомозу у зниженні ризику його неспроможності та прискоренні відновлення функції випорожнення.

Практичне значення отриманих результатів. На основі отриманих наукових теоретичних та експериментальних даних, розроблені медико-технічні вимоги до параметрів електричного впливу на тканини стінки кишки, який забезпечує створення електрозварювального міжкишкового анастомозу.

Розроблені медико-технічні вимоги до стандартного інструменту для формування електрозварного міжкишкового анастомозу в клінічній практиці.

Розроблений та впроваджений науково обґрунтований хірургічний і технологічний підхід до зниження частоти неспроможності анастомозу в післяопераційному періоді шляхом безшовного створення міжкишкового з'єднання з використанням електрозварювання живих тканин для розширення можливостей створення міжкишкових анастомозів, покращення їх функціональності, зменшення післяопераційних ускладнень та летальності.

Результати дисертаційних досліджень впроваджені в методичні рекомендації, навчальні плани і програми кафедри торакальної хірургії та пульмонології Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика, та в хірургічній практиці на базі: КНП «Київська міська клінічна лікарня № 1», КНП «Київська міська клінічна лікарня № 17», ОКНП «Чернівецька обласна клінічна лікарня», ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії імені В. Т. Зайцева НАМН України».

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є особистою працею здобувача, який у лабораторних дослідженнях на повнорозмірних тваринних органокомплексах та гострих дослідах на тваринах розробив, дослідив у хронічних експериментах на тваринах, та провів спостереження у клінічній практиці нового напрямку розв'язання наукової проблеми розроблення та обґрунтування в експериментальних та клінічних умовах методу безшовного міжкишкового анастомозу, з використанням електрозварювання для створення з'єднання живих тканин з властивостями зниження ризику неспроможності.

Здобувач самостійно здійснив патентний пошук і аналіз світової літератури, визначив мету та завдання дослідження. Дисертант особисто брав участь у всіх експериментальних дослідженнях, які проводив з залученням співвиконавців, та в результаті яких отримав дані для подальшого аналізу. Формулювання проміжних висновків та визначення подальших напрямків роботи здійснювалось здобувачем особисто, в обговоренні зі співвиконавцями експериментів. Автор самостійно розробив основні наукові й практичні положення дисертаційної роботи, та сформулював узагальнюючі висновки.

Формулювання медико-технічних умов створення міжкишкового анастомозу з використанням технології електрозварювання живих тканин, та вимог до відповідного інструменту, випробування фізичних та електричних властивостей з'єднання здійснювалося дисертантом в співпраці з співавторами відповідних експериментів. В патенті дисертант брав участь у визначенні ідеї та формули, розробленні способу та відповідного інструменту, формулюванні опису. Клініко-морфологічне описання змін у структурі тканин було сформульоване спільно співавторами та дисертантом. Дослідження антибактерійних властивостей задумане й проведене дисертантом у співпраці з співавторами. Особливості роботи та догляду за твариною, формування моделі експерименту узгоджувалося та проводилося здобувачем спільно зі співавторами. Дисертант особисто брав участь у всіх експериментах зі створення електрозварного анастомозу та дослідження його властивостей у тварин, спостереженні за ними до 90 діб. Здобувач особисто брав участь у лікуванні та спостереженні всіх хворих з накладеним електрозварним анастомозом, у більшості оперативних втручань цієї групи, аналізі всіх безпосередніх та віддалених результатів лікування. Дисертантом особисто поглиблено оцінені та тлумачені результати окремих клінічних спостережень. Дисертант особисто провів узагальнення результатів дослідження, порівняльний аналіз клінічної ефективності розробленого методу, статистичну обробку, сформулював висновки. Здобувач зробив основний внесок у написання наукових публікацій, та самостійно написав всі розділи дисертації.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації викладені на: науково-практичній конференції «Актуальні проблеми клінічної хірургії та трансплантології» (Київ, 2005 р.), науково-практичній конференції з міжнародною участю «Рани м'яких тканин та ранова інфекція» (Київ, 2005 р.), науково-практичній конференції з міжнародною участю, присвяченій 35-річчю Інституту хірургії та трансплантології імені О.О. Шалімова (Київ 2007 р.), науково-практичній конференції з участю міжнародних спеціалістів «Рани

мяких тканин. Проблеми шпитальної інфекції» (Київ, 2007 р.), Центрально-Європейському конгресі колопроктологів (CECC) (Москва, 2008 р.), конгресі Європейського Товариства Колопроктологів (ESCP) (Копенгаген, 2011 р.), Національній конференції по використанню синхротронного випромінення «СИ-2012» (Новосибірськ, 2012 р.), науково-практичній конференції з міжнародною участю «Рани й виразки, ранова інфекція, стопа діабетика. Пластика та електрозварювання живих тканин» (Київ, 2011 р., 2012 р.), міжнародній конференції «Нанотехнологии функциональных материалов» (Санкт-Петербург, 2012 р.), науково-практичній конференції з міжнародною участю «Новітні матеріали та технології в лікуванні ран і виразок, стопи діабетика. Пластика та електрозварювання живих тканин» (Київ, 2013 р.), Троїцькій науковій конференції «Медицинская физика и инновации в медицине» (Троїцьк, 2012 р., 2014 р.), науково-практичній конференції з міжнародною участю «Хірургія поранень. Невідкладна та планова хірургія, застосування електрозварювання живих тканин. Інновації в хірургії ран, з'єднань та стопи діабетика» (Київ, 2014 р.), засіданні Наукового товариства хірургів м. Києва і Київської області (Київ, 2014 р.), семінарі «День експерта за напрямком «Хірургія» Департаменту охорони здоров'я Київської міської державної адміністрації (Київ, 2015 р.), конгресі Українського радіобіологічного товариства (Київ, 2015 р.), науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні питання загальної та невідкладної хірургії» (Київ, 2016 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Теорія, практика та перспективи ветеринарної медицини» (Київ, 2016 р.), міжнародній науковій конференції «Радіологічні та медичні наслідки Чорнобильської катастрофи – тридцять років по тому» (Київ, 2016 р.), науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні питання абдомінальної хірургії» (Київ, 2017 р.), міжнародному симпозиумі «Актуальні проблеми біофізичної медицини» (Київ, 2016 р., 2018 р.), науково-практичній конференції «Актуальні питання невідкладної хірургії» (Харків, 2015 р., 2018 р.), науковому симпозиумі «Сучасні проблеми торакальної хірургії» (Київ, 2018 р.), науково-практичній конференції з міжнародною участю «Клініко-технологічні виклики в етапній та реконструктивній хірургії. Вогнепальні та побутові рани, електрозварювання та з'єднання живих тканин, діабетична стопа» (Київ, 2015 р., 2016 р., 2017 р., 2018 р.), конгресі Світової федерації українських лікарських товариств (Тернопіль, 2018 р.), з'їзді хірургів України (Київ, 2015 р., 2018 р.).

Публікації за темою дисертації. За матеріалами дисертації загалом опубліковано 50 наукових праць. Серед них: статей у фахових наукових періодичних виданнях, рекомендованих МОН України, що індексуються міжнародними науково-метричними базами даних – 21, статей у наукових періодичних виданнях інших держав – 4, патент України на винахід – 1, тез та статей у збірках наукових конференцій – 22, статей та розділів у інших наукових виданнях – 2.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, огляду літератури, характеристики об'єктів та методів дослідження, трьох

розділів власних досліджень, узагальнення та обговорення результатів дослідження, висновків, списку використаних джерел. Дисертація викладена на 387 сторінках друкованого тексту, містить 21 таблицю та ілюстрована 32 рисунками. Список використаних джерел містить 209 посилань, включно на мета-дані (бази Medline, Embase, Web of Science, Cochrane Library).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Матеріал та методи дослідження. Дисертація є закінченою експериментально-клінічною роботою. Отримані результати ґрунтуються на даних 7543 окремих досліджень на тваринних органокомплексах у складі 287 комплексних експериментальних досліджень, та вивчення 198 електрозварних анастомозів, накладених у 37 свиней в умовах гострого експерименту. В модельованих в хронічному експерименті клінічних умовах, на тваринній моделі – 18 самців свині віком 2–6 місяців, вагою 45–75 кг, з відповідними розмірами кишки, створили 46 електрозварних анастомозів. Клінічну оцінку ефективності та відмінності електрозварного міжкишкового анастомозу сформуvalи на підставі порівняльного аналізу результатів лікування 225 хворих в період спостереження тривалістю не менше 90 діб після операції, оперованих в Київській міській клінічній лікарні № 1. Основну групу склали 29 спостережень електрозварного міжкишкового анастомозу, накладених у 23 хворих, групу порівняння – 202 спостережень традиційного шовного анастомозу. Анастомози накладали без первинного формування відключаючої кишкової стоми. Клінічні результати проаналізували у загальних групах, та за типами накладених анастомозів: тонко-тонкокишкові, тонко-товстокишкові та шлунково-тонкокишкові, товсто-товстокишкові, ободово-прямокишкові – а також провели перевірку надійності отриманого результату.

На початку був здійснений пошук в літературних джерелах результатів експериментального та клінічного формування міжкишкового анастомозу, з метою визначення провідних чинників і періоду виявлення неспроможності, інших незадовільних результатів. Отримані дані використовували як основу для порівняння з властивостями створеного електрозварного з'єднання в міжкишковому анастомозі.

З огляду на важливість прямого перенесення з будь-якої стадії експерименту у клінічні умови результатів дослідження розробленої новітньої технології, для дослідів використовували органну або тваринну модель з відповідними людським розмірами кишки. Органною моделлю (біоімітатором) слугував органокомплекс сільськогосподарської свині, з відповідним діаметром органу: 24–27 мм для тонкої кишки та 27–31 мм для товстої. Органокомплекс забирали безпосередньо на фермі після умертвіння тварини, яке було заплановане з не пов'язаними з експериментом причинами, та відбувалося з дотриманням вимог Закону України № 3447-IV «Про захист тварин від жорстокого поводження» та законодавства ЄС. Біоімітатор охолоджували до 4°C та протягом 6–10 годин доставляли до лабораторії. В лабораторії біоімітатор занурювали у теплий (26–32°C) розчин 0,9 % NaCl на 10–20 хв, до

досягнення тканиною температури розчину. Дослідження здійснювали в умовах лабораторії відділу електрозварювання живих тканин Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, спільно з завідувачем відділу електричних процесів № 1 (д.тех.н. О. В. Лебедєв), завідувачем відділу «Зварювальні та споріднені технології в медицині та екології» (д.тех.н. Г. С. Маринський) та їх співробітниками – інженерами Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України.

Всі дослідження, проведені на живих тваринах, були комплексними, і проведені на базі ветеринарного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), з дотриманням Правил використання експериментальних тварин та Етичних принципів експериментів на тваринах (Київ, 2000), що узгоджуються з положеннями Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей. Особливості роботи та догляду за твариною, формування моделі експерименту узгоджувалося та проводилося здобувачем спільно з завідувачем (проф. О. Ф. Петренко) та співробітниками кафедри хірургії і патофізіології імені акад. І. О. Поваженка факультету ветеринарної медицини Національного університету біоресурсів і природокористування України. Положення експериментальних та клінічних досліджень пройшли біоетичну експертизу та схвалені Комітетом з біоетики Національного університету біоресурсів і природокористування України, та Комітетом з етики Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика (протокол КЕ № 6 від 03.06.2013).

Для лабораторних досліджень використовували експериментальний випробувальний стенд, створений в Інституті електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України на основі сформульованих нами первинних вимог до експериментальних засобів для отримання електрозварного з'єднання стінок кишечника. Робоча частина була відкритого типу, і формою станини відтворювала обриси робочої частини майбутнього спеціалізованого клінічного (модельного) інструменту, і передбачала фіксацію двох варіантів електродів: поздовжнього та циліндричного. Припустима довжина поздовжніх електродів від 3 до 100 мм, ширина – від 1 до 5 мм, а діаметр циліндричного електроду в варіантах 25 мм, 29 мм та 31 мм. Стінки кишки склали вдвічі, серозними оболонками до середини, моделюючи розташування кишки в лінійному (циркулярному) міжкишковому анастомозі, та фіксували між електродами експериментального стенду. Ззовні на робочу частину з електродами прикладали попередньо відкаліброване навантаження ззовні до електродів, створюючи між ними тиск запланованої величини.

Мікрометр «Індикатор багатообертовий годинникового типу 1МІГП», клас точності 1,0 (ТОВ «Западприбор») приєднували до електроду дослідного стенду та здійснювали виміри в статичному положенні й динаміці стискання, його покази фіксували на відео. Використовуючи ці покази, визначали первинну товщу тканини стінки кишки між електродами, динаміку та амплітуду стиснення, остаточною товщу тканини між електродами.

Після визначеного часу впливу стискання, в межах до 120 секунд, подавали зростаючу електричну напругу на електроди. Через модуль швидкого аналого-цифрового перетворення інженери забезпечували реєстрацію значень електричного струму і напруги в процесі електрозварювання, та їх моніторинг з виведенням на екран в реальному часі. Виводилися також похідні показники: імпеданс та вкладена потужність.

Дистанційно контролювали температуру тканини під час зварювання з використанням професійного безконтактного інфрачервоного пірометра Venetech GM 1850, сертифікованого за ISO 9001.

Візуально якість з'єднання оцінювали за характеристиками рівномірності, набуття полімерного вигляду та відсутності термічно спричиненого некрозу.

Всі створені з'єднання відразу видаляли та досліджували манометрично: або на розривну міцність, або до досягнення попередньо визначеного рівня розривної міцності скобкового з'єднання в міжкишковому анастомозі. Для манометричних досліджень сегмент кишки з міжкишковим анастомозом посередині, з одного боку сегмент перекривали, а з іншого герметично фіксували в просвіті відкритий кінець гідравлічної системи, заповненої 0,9 % розчином NaCl з барвником, в складі якої були поршневий шприць та електронний манометр DPG8000 M4026/1203 фірми Omega, США, сертифікований за ISO 9001, показчики якого періодично порівнювали порівнянням з показчиками механічного сфігмоманометру. Повільно водили забарвлений розчин натрію хлориду в перекритий сегмент кишки, розтягуючи його зсередини. Водночас, використовуючи мірну лінійку, розташовану поза кишкою, визначали зміну діаметру міжкишкового анастомозу на момент втрати герметичності для оцінки еластичності.

Для морфологічного дослідження ділянки кишки після огляду та випробування занурювали у 10 % розчин нейтрального формаліну, і доставляли у лабораторію, де заливали парафінові блоки та готували тонкі зрізи по колу анастомозу. Використовували загальногістологічні методики забарвлення: гематоксиліном-еозином або за ван-Гізон. Застосовували методи гістохімічного дослідження: компоненти сполучної тканини виявляли за Novelli; фібрин – зафарбуванням фосфорно-вольфрамовим гематоксиліном за Малорі; протеоглікани – ШИК-реакцією з зафарбуванням ядер гематоксиліном; кислі глікозаміноглікани – зафарбуванням толуїдиновим синім. Всі отримані гістологічні препарати досліджували при збільшенні в 40–400 разів за допомогою світлооптичного мікроскопу Olympus CX41RF.

Для визначення особливостей внутрішньоклітинних змін під впливом електрозварювального імпульсу при утворенні електрозварного міжкишкового з'єднання, досліджували зразки з'єднаних тканин під трансмісивним електронним мікроскопом. Зразки тканини занурювали в забуферений розчин (рН 7,4) глутарового альдегіду (4 %). Готові препарати досліджували при збільшенні в 1000–6000 разів.

Описання морфологічних змін в тканинах було здійснене завідувачем відділення патологічної анатомії Київської міської клінічної лікарні № 1, завідувачем кафедри патологічної анатомії № 2 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця проф. С. Г. Гичкою у співпраці з

дисертантом: сформульовані клініко-морфологічні характеристики суцільності, безперервності, структурності первинного з'єднання, а також характеристики змін при загоєнні до 90 діб.

Для дослідження змін у тканинах ділянки електрозварного з'єднання на рівні субмолекулярної структури застосували метод рентгенівської дифракції під малими та великими кутами. Дослідження були проведені під керівництвом завідувача лабораторії Інституту теоретичної й експериментальної біофізики РАН, с.н.с. А. А. Вазіної, на станції «Дифракционное кино» «ДИКСИ» з використанням синхротронного випромінювання накопичувача «Сибір-2» (НИЦ «Курчатовский институт», Москва). Клініко-морфологічну оцінку отриманих результатів формулювали спільно дисертант, с.н.с. А. А. Вазіна та проф. С. Г. Гичкою.

Дослідження проводили при наступних параметрах: довжина хвилі 0,16 нм, відстань зразок-детектор варіювало від 40 до 2500 мм, використані двокоординатні детектори MARCCD165 і DECTRIS Pilatus3 1M, експозиція – декілька секунд при струмі 120–70 мА. Для калібрування шкали кутів розсіювання знімали рентгенограми порошку бехената срібла з основним періодом 5,838 нм і ниток колагену хвоста щура.

Для дослідження на антибактерійну стійкість, ізольовану повношарову ділянку стінки кишки розмірами 1×2 см, з фрагментом електрозварного міжкишкового анастомозу у складі, занурювали в створену суспензію, яка містила культури провідних складових патогенної мікробної флори кишечника та вогнищ гнійного запалення: *E.coli*, *Ent. faecalis*, *E. cloacae*, *Cor. Hofmannii*, та *E.coli* та *St. Aureus* – у відповідних концентраціях, за архівними даними власних досліджень. Пробірки розміщували в термостаті на 8 діб в умовах мікробіологічної лабораторії, після чого вивчали зміни структури електрозварного міжкишкового анастомозу та тканин стінки кишки. Дослідження антибактерійних властивостей задумане дисертантом, проведене спільно з лікарем-бактеріологом Київської міської клінічної лікарні № 1 С. М. Корбут, морфологічні зміни оцінювали спільно з проф. С. Г. Гичкою.

Дослідження на тваринній моделі проведене в Національному університеті біоресурсів і природокористування України, спільно з завідувачем (проф. О. Ф. Петренко) та співробітниками кафедри хірургії і патофізіології імені акад. І. О. Поваженка факультету ветеринарної медицини, на 58 самцях свині породи «Українська велика біла» масою 45–75 кг, віком 2–6 місяців, з відповідними до людських розмірами кишки. У 37 тварин проведені комплексні дослідження в форматі гострого експерименту, під час яких накладали послідовно по 3–7 електрозварних міжкишкових анастомози, кожний з яких відразу видалили та дослідили за встановленою схемою.

У 18 тварин в модельованих клінічних умовах створені з використанням електрозварювання 46 міжкишкових анастомозів спостерігали заздалегідь визначений період часу – до 90 діб, після чого тварину в наркозі умертвляли введенням смертельної дози тіопенталу натрію. Досліджували зміни в електрозварному міжкишковому анастомозі через 1, 3–4, 7, 21, 45 та 90 діб після його створення, відзначаючи відмінності у порівнянні з досліджуваними (3 тварини), та загальновідомим перебігом загоєння міжкишкового анастомозу, створеного з застосуванням шовних методів.

Операції виконували після премедикації, під ендотрахеальним наркозом. Інструмент для створення циркулярного електрозварного з'єднання вводили в просвіт кишки через ендеротомію. Після накладення міжкишкового анастомозу місце ендеротомії закривали, накладаючи однорядний шов або точковий електрозварний анастомоз. Після формування електрозварного міжкишкового анастомозу черевну порожнину тварини зашивали, її виводили з наркозу та поміщали у вольєр, де одразу дозволяли пити, а з наступного дня давали їжу.

Для накладання електрозварних міжкишкових анастомозів використовували джерела електрозварювальних імпульсів ЕК-300М1 та Патонмед ЕКВЗ-300, дозволені для застосування в клінічній практиці, а також прототипи спеціалізованих електрозварювальних інструментів, виготовлених з урахуванням уточнених в попередніх дослідженнях вимог.

Клінічну оцінку ефективності та відмінності електрозварного міжкишкового анастомозу сформували на підставі порівняльного аналізу результатів лікування в період спостереження тривалістю не менше 90 днів після операції 225 хворих, яким на базі Київської міської клінічної лікарні № 1 виконали резекцію кишечника з подальшим накладенням анастомозу, без первинного накладення відключаючої кишкової стоми, з причини доброякісних (дивертикульоз, злуки) та злоякісних (аденокарцинома) захворювань. На виконання операції була отримана згода пацієнтів відповідно до діючого законодавства. Основну групу склали 23 хворих, 7 чоловіків та 16 жінок віком від 23 до 82 років (середній вік $49,7 \pm 17,2$ років), яким після виконаної резекції відділу кишки, накладено електрозварний міжкишковий анастомоз. Групу порівняння склали 202 хворих: 77 чоловіків та 125 жінок віком від 23 до 85 років (середній вік $60,2 \pm 13,6$ років), у яких проаналізували результати виконаної резекції кишки та формування міжкишкового анастомозу традиційним шовним методом. Серед хворих групи порівняння, за типами накладених анастомозів, виділені підгрупи: № 1 – 47 з тонко-тонкокишковим анастомозом, № 2 – 68 з тонко-товстокишковим та шлунково-тонкокишковим, № 3 – 71 з товсто-товстокишковим, № 4 – 16 з товсто-прямокишковим. Критеріями порівняння були: тривалість післяопераційного періоду до відновлення функції випорожнення кишечника від калових мас, ознаки неспроможності міжкишкового анастомозу II–III ступеню та летальність у хворих з неспроможністю. Додатково, після накладення електрозварного міжкишкового анастомозу у віддаленому періоді спостережено протягом 2 років – 12 хворих, 3 років – 8, 5 років – 3, 10 років – 1.

Для описової характеристики результатів дослідження використовували методи варіаційної статистики. Визначали частотні характеристики якісних параметрів (P) та розраховували середні значення для кількісних даних (середню арифметичну – X) з оцінкою варіабельності (середнє квадратичне відхилення – σ), медіана та міжквартильний інтервал (25–75 %). Для оцінки репрезентативності даних визначали середню похибку показників (m) з оцінкою довірчого інтервалу. В тексті наведені репрезентативні фрагменти отриманих даних, що представлені як «середнє \pm стандартне відхилення» ($M \pm SD$).

Статистичну значимість різниці порівнюваних показників з нормальним розподілом, який визначався за критерієм Колмогорова – Смирнова,

встановлювали з використанням дисперсійного аналізу (ANOVA) та t -критерію Ст'юдента. Альтернативним методом оцінки суттєвості різниці між групами був критерій Вілкоксона. Суттєвість різниці між групами за частотними характеристиками визначали за критерієм Хі-квадрат (χ^2) та точним критерієм Фішера у випадку малого числа випадків (менше 5) за окремими параметрами. Суттєвість різниці між групами оцінювали при заданому граничному рівні похибки першого роду (α) не вище 5 % ($p \leq 0,05$).

Статистична обробка первинних даних виконана з використанням комп'ютерних програм пакета STATISTICA (StatSoft Statistica v.10.0).

Результати та обговорення. Як спосіб створення міжкишкового анастомозу нового типу обрали технологію електрозварювання живих тканин, розроблену в Інституті електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України. Вибір технології зумовлений її здатністю в клінічних умовах забезпечувати з'єднання м'яких живих тканин без застосування швів, скобок або інших допоміжних матеріалів (Подпряттов С. Є. та співавт., 2005).

В первинному випробуванні встановили принципову можливість отримати безшовне електрозварне з'єднання відрізків кишки з бажаними характеристиками розривної міцності: не нижчої за визначену для з'єднання шовними елементами – $24,2 \pm 3,2$ мм.рт.ст.

Водночас, встановили відсутність стабільної повторюваності в досягненні необхідних характеристик анастомозу при використанні існуючих на момент початку досліджень режимів, умов та клінічних критеріїв використання електрозварювання живих тканин.

На підставі розроблених нами первинних медико-технічних вимог, за участі інженерів Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України підготоване дослідне устаткування з інтегрованою робочою частиною інструменту, в якому розміри електродів відповідають розмірам кишки та іншим умовам клінічного застосування.

Дослідили вимоги до тваринної моделі, відповідної для можливості прямого перенесення висновків з експериментів на ній на відповідні результати, очікувані до отримання при виконанні оперативних втручань у людини, та сформулювали параметри такої моделі. В якості органного модельного матеріалу для стендових дослідів випробували на відповідність властивостей міцності та електропровідності повнорозмірний свинячий органокомплекс, збережений в умовах охолодження до 4°C протягом 6–10 годин.

В проведених на створеному устаткуванні 3235 стендових дослідженнях встановили первинні умови створення міцного електрозварного з'єднання кишок, а також його візуальні й мануальні структурні властивості: смуга з'єднання має тонкий «полімерний» вигляд, пружно-еластичну консистенцію.

За допомогою даних морфологічного дослідження, яке було проведене проф. С. Г. Гичкою з використанням світлової та електронної мікроскопії, для вивчення змін тканин стінок кишки в отриманих нами зразках електрозварного анастомозу, виявили та визначили основні ознаки утвореного тканинного субстрату електрозварного з'єднання стінок кишки: тканини в структурі електрозварного міжкишкового анастомозу суцільно з'єднуються у щільну коагульовану масу, зі збереженням контурів клітинних і тканинних оболонок;

порожнини відсутні, за виключенням дрібних щілин. Колагенові та гладеньком'язові волокна з'єднані злиттям м'язової пластинки з м'язовим шаром на численних ділянках, та орієнтовані електричним струмом. В структурі з'єднання наявні протеоглікани.

Виявлені ознаки надали підстави вважати утворений субстрат наслідком реструктуризації тканин кишки, виниклої в момент з'єднання під впливом електрозварного імпульсу.

За участі інженерів Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України, д.тех.н. Г. С. Маринського та співавторів, в 163 прямих та порівняльних стендових дослідженнях у моделі циркулярного анастомозу встановили, що товщина стінки кишки під впливом зовнішнього стиснення потужністю від 2,1 до 5,0 Н/мм² впродовж 60 секунд стабілізується, за наявності запасу стиснення, що дає підстави визначити межу цілісності стінки кишки в цьому діапазоні.

В подальших 608 стендових дослідженнях, спільно з д.тех.н. Г. С. Маринським та співавторами визначили, що за прикладеної сили стиснення з визначеного раніше діапазону, оптимальною умовою покращення електропровідності та водночас уникнення перегрівання тканини є програмоване підвищення напруги в електрозварному імпульсі, починаючи від 80 В. Подавання на стінки кишки у моделі анастомозу імпульсів високочастотної (66 або 440 кГц) електричної напруги зі зростаючою амплітудою призводить до стабільного покращення електропровідності тканин між електродами, починаючи з другого імпульсу.

Визначили, що обмеження можливості стискання стінок кишки між електродами в вертикальній площині в межах 0,01–0,2 мм, та, певною мірою, рельєфна форма електродів забезпечують повнотривале відпрацювання всіх фаз алгоритму електрозварного впливу, сформульованого інженерами Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України.

За результатами 412 проб у стендових та гострих модельних експериментів випробовування розривної міцності міжкишкових анастомозів, створених за допомогою пінцетних та кільцевих електродів, а також – морфологічного дослідження, проведеного проф. С. Г. Гичкою, співвіднесли підвищення міцності та однорідності структури електрозварного анастомозу відповідно до тривалості серії імпульсів, потужності стиснення електродів та анатомічних особливостей різних відділів кишечника при багато-точковому та лінійному одномоментному способах електрозварного з'єднання.

Визначили, що умовами суцільності з'єднання є тривалість серії не менше 10 імпульсів.

З урахуванням нерівномірності структури точкового електрозварного з'єднання та анатомічних особливостей стінки кишки, відстань між послідовними центральними точками накладання пінцетних електродів не має перевищувати 2 мм.

При цьому в утвореному субстраті електрозварного анастомозу проміжки між з'єднаними серозними оболонками можуть бути довжиною до 2 мм, ширина щілин між коагульованими м'язовими волокнами – не більшою за 1/2 товщі відповідного шару.

Забезпечення розроблених вимог призвело до стабільного достовірного ($p < 0,001$) перевищення міцності всіх типів безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу у порівнянні з анастомозами, з'єднаними шовними елементами ($24,2 \pm 3,2$ мм рт.ст.). Розривна міцність безшовного міжкишкового електрозварного анастомозу при застосуванні багатоточкового способу створення склала $37,2 \pm 5,2$ мм.рт.ст., лінійного (циркулярного) способу – $53,6 \pm 9,8$ мм рт.ст. – що відповідає завданням розробки та вимогам клінічної практики.

Додатково в 24 пробах встановили, що смуга електрозварного міжкишкового анастомозу з досягнутими морфологічними характеристиками є високо еластичною: її діаметр збільшується при випробовуванні на розривну міцність на 40 % від первинного, проти 20 % у шовного ($p = 0,004$) та 12% у скобкового ($p < 0,001$) міжкишкових анастомозів, різниця достовірна.

В підсумку проведеного етапу досліджень, за участі інженерів Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України, д.тех.н. Г. С. Маринського та співавторів, сформулювали медико-технічні вимоги до використання електрозварювання, за яких стабільно забезпечується отримання безшовного міжкишкового анастомозу, безпосередньо в момент використання електрозварювання.

Такими медико-технічними вимогами є: застосування серії електричних високочастотних імпульсів струму складної форми, сформованих програмним методом, на робочій частоті змінного струму 66 або 440 кГц, при стисненні електродів $2-5$ Н/мм² та обмеженні зближення електродів на відстань до 0,2 мм, і температурі на електродах в межах 72–99°C.

При поглибленому дослідженні властивостей субстрату електрозварного анастомозу *in vitro*, спільно з лікарем-бактеріологом С. М. Корбут визначили склад експериментальних мікробних середовищ: кишечника й абсцесу – з підвищеною (патогенною) ферментативною активністю, та режим експозиції тканинних зразків в ньому. Після цього, спільно з С. М. Корбут та проф. С. Г. Гичкою, встановили, що після витримування в термостаті в середовищі патогенних мікроорганізмів: кишкових або гноєтворних – тканинний субстрат ізолюваного електрозварного анастомозу зберігав структурність впродовж 8 діб. На відміну від цього, ізолювана стінка кишки за цей час зазнавала ферментації та лізису.

Під час рентгенологічного структурного аналізу отриманого субстрату безшовного та міцного електрозварного міжкишкового анастомозу, з використанням синхротронного обладнання НДЦ «Курчатовский институт» (Росія) та відповідної методики, співробітниками Інституту теоретичної й експериментальної біофізики РАН с.н.с. А. А. Вазіною зі співавторами підтверджена суцільність, та встановлена висока впорядкованість в тканинах в ділянці електрозварного анастомозу, що відповідає даним, отриманим раніше даним світлової та електронної мікроскопії. Виявлена впорядкованість може бути підґрунтям виявленої значної відмінності фізичних та антибактерійних властивостей міжкишкового анастомозу, створеного з використанням електрозварювання живих тканин, від властивостей традиційного анастомозу.

На основі розроблених медико-технічних умов, інженерами Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України були створені модифікації робочої частини спеціалізованого інструменту, реалізовані в його зразках для клінічних випробувань електрозварного міжкишкового анастомозу.

Стабільність отримання реструктуризації, та необхідних показників міцності на основі розроблених медико-технічних вимог, реалізованих в робочій частині інструменту та алгоритмі роботи джерела електрозварних імпульсів, надала підстави для проведення випробувань відпрацьованих елементів технології створення безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу в хронічному експерименті на тваринній моделі. В моделі передбачили відповідні до людських розміри стінок кишечника, використання однакових засобів вимірювання та контролю – але підвищений ризик неспроможності в наслідок важчих клінічних умов: втручанні на неочищеному кишечнику, короткої антибіотикопротекції, ранньому харчуванні грубою їжею. Створені умови додатково забезпечували статистичну однорідність вибірки тваринної моделі з умовами медичної практики за досліджуваними клінічними характеристиками.

Дослідили загоєння 46 електрозварних анастомозів, створених на 18 модельних тваринах. Була підтверджена повна відповідність властивостей безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу меті розробки, та вимогам медичної практики, які базуються на властивостях анастомозів, з'єднаних шовними елементами. Переважними відмінностями електрозварного міжкишкового анастомозу були: первинна суцільність та герметичність тканинної структури анастомозу при випробувальному розтягненні введеною в просвіт рідиною до досягнення тиску 25–28 мм рт.ст – критичної величини для створеного шовним методом аналогу. При цьому випробуванні діаметр електрозварного анастомозу розтягувався більше, ніж у анастомозі, сформованому з використанням шовних елементів, що свідчить за його вищу еластичність.

Водночас виявлені принципові відмінності у перебігу загоєння ділянки безшовного електрозварного анастомозу, які підкреслюють його переваги.

Зниження ризику неспроможності визначає продуктивний, неруйнівний перебіг запалення в електрозварному міжкишковому анастомозі зі збереженням його тканинної структури, утвореної в момент електрозварювання - на противагу некротичному перебігу запалення, характерному для традиційних шовних методів створення анастомозу, за використання яких суцільність та непроникність з'єднання встановлюється через 4–7 днів. В електрозварному міжкишковому анастомозі міцність та герметичність зберігалися протягом цього періоду, а на 7-му добу міцність з'єднання досягла міцності інтактної кишки – 220 мм рт.ст. Електрозварний анастомоз зберігав первинну герметичність і міцність, життєздатність та структурну цілісність первинного з'єднання впродовж вказаного критичного періоду, і надалі, до 90-ї доби спостереження.

Додатковим свідченням порівняно легшого та не ускладненого перебігу запалення в безшовному електрозварному міжкишковому анастомозі було достовірно швидше відновлення стулу: через $25,4 \pm 5,1$ годин, порівняно з $47,2 \pm 8,8$ годин після накладення традиційного анастомозу ($p < 0,001$)

На всіх етапах загоєння в електрозварному анастомозі спостерігали переваги у відмінностях його перебігу: від структурності та стійкості первинного з'єднання, через асептичну запальну реакцію продуктивного типу -

до відновлення епітеліального покриття й складових безперервної тканинної структури по всій товщі електрозварного анастомозу, без заміщення ділянок тканини рубцем та звуження ним просвіту кишки, яке відбувається у традиційному шовному анастомозі.

Узагальнена статистична оцінка спроможності електрозварного міжкишкового анастомозу в модельованих клінічних умовах здійснена за результатами спостереження 46 анастомозів. Неспроможність не виникла в жодному з анастомозів, у жодній з тварин. При моделюванні з погіршенням вихідних даних для розрахунку ймовірностей: шляхом врахування кількості не предметів дослідження – анастомозів, а модельних тварин, та використовуючи визначення розрахунку ймовірностей за критерієм Стюдента для вибірки зі складом подій менше 30 – визначили, що за такого розрахунку отримання однакового результату у всіх 18 тварин є достовірним з вірогідністю не нижче 95 %. Те, що в даних спостереженнях однаково позитивний результат неускладненого загоєння та уникнення неспроможності отриманий у всіх 18 тваринних моделях, підтверджувало надійність оцінки переважних властивостей електрозварного анастомозу, і стало підставою для клінічного впровадження розроблених умов, методів та пристроїв для створення безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу. Додаткову обґрунтованість впровадження були визначені встановленими властивостями загоєння в ділянці безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу: продуктивне й не руйнуюче запалення, наскрізне відновлення тканинних структур – що, із врахуванням доведеної переважної міцності й герметичності, забезпечувало зниження ризику неспроможності, порівняно з міжкишковим анастомозом, створеним з використанням шовних елементів з'єднання.

При порівнянні клінічної ефективності оперативного лікування з формуванням міжкишкового анастомозу у 225 спостереженнях хворих дістали підтвердження особливі клінічні й біологічні властивості, відмінності загоєння та функціональності безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу, які були послідовно визначені у стендових експериментах, та отримали свій розвиток у гострому та хронічному експериментах. Безшовний електрозварний міжкишковий анастомоз мав достатню первинну міцність та еластичність при клінічному випробовуванні на герметичність введенням в просвіт рідини. У всіх хворих з накладеним безшовним електрозварним анастомозом спостерігали ознаки первинного характеру загоєння, а перше випорожнення кишечника від калових мас відзначили через $1,9 \pm 0,3$ доби, на відміну від хворих з шовним анастомозом – через $2,6 \pm 0,3$ доби ($p < 0,001$). Вздовж лінії формування електрозварного з'єднання у міжкишковому анастомозі утворювався ніжний рубець з ознаками нормального кровопостачання в зоні анастомозу, без ознак звуження, завдяки чому віддаленому періоді ділянка електрозварного міжкишкового анастомозу не відрізнялася ендоскопічно, візуально і пальпаторно від оточуючих тканин кишки. При порівнянні ефективності впливу властивостей безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу на ризик неспроможності виявили її зниження з 38 (18,8 %) спостережень у групі порівняння до 1 (3,4 %) спостереження у основній групі ($p = 0,001$). При поглибленому аналізі ефективності за типами накладених

міжкишкових анастомозів встановили відсутність неспроможності у всіх спостереженнях внутрішньочеревного накладення безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу: тонко-тонкокишковому, тонко-товстокишковому та товсто-товстокишковому – на відміну від відповідних шовних. Неспроможність одного електрозварного товсто-прямокишкового анастомозу в основній групі корелює з високою частотою неспроможності у відповідній підгрупі порівняння № 4, і, також відповідає літературним мета-даним про вищий ризик неспроможності цієї локалізації анастомозу.

Після накладення безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу летальності від ускладнень, виникаючих на тлі неспроможності міжкишкового анастомозу – не було. Після формування шовного анастомозу, на тлі його неспроможності, в наслідок розвитку ускладнень померло 15 (7,4 %) хворих.

Доведено, що, отримані в клініці результати корелюють з даними експерименту щодо відмінних властивостей безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу: вищої міцності та еластичності, суцільності та герметичності з'єднання тканин, а також принципово відмінних якостей неруйнівного, продуктивного перебігу запалення в ньому зі збереженням стабільності структури анастомозу та неукладненого відновлення тканин.

В результаті проведених досліджень визначено, що відмінні властивості безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу забезпечують уникнення впливу провідних чинників ризику неспроможності та функційних порушень, притаманних міжкишковому анастомозу, створеному з використанням шовного методу з'єднання: гнійного запалення з некротичним перетворенням тканин і нестійкістю структури з'єднання, біологічної проникності з'єднання впродовж 4–7 діб після операції, а також наявності нееластичного стороннього тіла (ниток, скоб) як основи просочування кишкового вмісту, осередку колонізації мікроорганізмами, чинника грубої рубцевої деформації тканинної структури міжкишкового анастомозу.

Таким чином, безшовний електрозварний міжкишковий анастомоз, створений з використанням розроблених медико-технічних умов та методу, має властивості, що дають підстави оцінити його як принципово новий спосіб з'єднання стінок кишки в анастомозі, застосування якого створює можливість при клінічному використанні достовірно знизити частоту неспроможності міжкишкового анастомозу на 15,4 % ($p = 0,001$).

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, у якому наведене теоретичне узагальнення і новий напрям розв'язання наукової проблеми розроблення та обґрунтування методу безшовного міжкишкового анастомозу, з використанням електрозварювання для створення з'єднання живих тканин, який має властивості зниженого ризику неспроможності відносно традиційного анастомозу, створеного з використанням шовних методів: міцність, еластичність, первинна суцільність та бактеріальна стійкість, загоєння без гнійного запалення з некротичними перетвореннями структури тканин – що забезпечує розширення хірургічних можливостей накладання міжкишкових анастомозів, покращення їх функціональності, зниження летальності.

1. Визначено, що недостатня стійкість тканинної структури міжкишкового анастомозу в наслідок гнійного запалення з некротизацією тканин, що обумовлює негерметичність ділянки з'єднання протягом перших 4–7 днів після формування анастомозу з використанням традиційних шовних методів, визначає потребу у створенні нового типу міжкишкового анастомозу, з безшовним методом з'єднання тканин в ньому, яке забезпечуватиме суцільність та герметичність утвореної структури, загоєння без її руйнування впродовж 7 днів, переважаючи міцність на розрив.

2. Встановили, що електрозварний міжкишковий анастомоз є принципово новим, безшовним видом з'єднання, яке відрізняється реструктуризацією тканин кишки між електродами в момент з'єднання, з утворенням особливого субстрату: суцільно герметичного по всій довжині з'єднання та безперервного з оточуючими інтактними тканинами. Визначили, що під впливом електрозварювальних імпульсів колагенові та гладеньком'язові волокна стінки кишки утворюють ділянки злиття м'язової пластинки з м'язовим шаром на всіх ділянках точкового електрозварювання та послідовно по всій довжині лінійного анастомозу, серозні оболонки суцільно з'єднуються, а міжклітинний матрикс набуває високого ступеню впорядкованості.

3. Розроблено медико-технічні вимоги до створення міцного безшовного електрозварного з'єднання стінок кишки у міжкишковому анастомозі: застосування серії електричних височастотних імпульсів струму складної форми, сформованих програмним методом, на робочій частоті змінного струму 66 або 440 кГц, при стисненні електродів 2–5 Н/мм² та обмеженні зближення електродів на відстань до 0,2 мм, і температурі на електродах в межах 72–99⁰С.

4. Визначений в експерименті показник розривної міцності з втратою герметичності для безшовного міжкишкового анастомозу, створеного нами методом багатоточкового електрозварного з'єднання, склав $37,2 \pm 5,2$ мм рт.ст., а методом лінійного (циркулярного) – $53,6 \pm 9,8$ мм рт.ст., при збільшенні діаметру на 40 % – що достовірно ($p < 0,001$) переважає показники аналогу, з'єданого шовними елементами – $24,2 \pm 3,2$ мм рт.ст., зі збільшенням діаметру на 12 %. При цьому лінія електрозварного з'єднання стінок кишки мала бурштиново-полімерний вигляд, щільно-еластичну консистенцію, товщину $0,1 \pm 0,02$ мм, безперервно з'єднана з тканинами кишки та мала припустиму ступінь нерівномірності в суцільній морфологічній структурі анастомозу: висоту щілин між коагульованими м'язовими волокнами не більше, ніж на 1/4 ширини анастомозу, довжину проміжків між точками злиття м'язових волокон на всіх ділянках анастомозу до 2 мм.

5. В експерименті виявлені первинна антибактерійна стійкість, герметичність та міцність безшовного міжкишкового анастомозу, створеного з використанням розроблених умов електрозварювання, що визначають асептичний продуктивний характер запалення в утвореній тканинній структурі анастомозу, відсутність в ній характерної для шовного міжкишкового анастомозу фази нестабільності впродовж 7 діб та відповідної запальної реакції в черевній порожнині. Отримані дані свідчать за зниження ризику неспроможності електрозварного анастомозу на основі принципів якісних відмінностей від анастомозу, сформованого з використанням шовних методів.

6. Впродовж хронічного експерименту встановили, що в ранньому післяопераційному періоді в електрозварному анастомозі зберігалась просторова суцільна наскрізна архітектоніка волокон, які слугували каркасом для подальшого формування й поширення грануляційної тканини, появи до 4-ї доби новоутворених судин мікроциркуляторного русла та нових еластичних та колагенових волокон у всій товщі анастомозу з формуванням мережива ніжної сполучної тканини – чим було зумовлене досягнення порогового показника тиску розриву кишки 220 мм рт.ст. на 7-у добу, відсутність суцільного рубця і звуження просвіту кишки до 90-ї доби експерименту та відновлення елементів суцільної тканинної структури в ділянці анастомозу, зокрема її наскрізне проростання новоутвореними судинами до 45-ї доби.

7. В хронічному експерименті з відтворенням клінічних умов втручання та спостереженням тварин до 90 діб, нами відзначено, що неспроможність електрозварного міжкишкового не виникла у жодному з 46 анастомозів, не зважаючи на наявність чинників підвищеного ризику їх неспроможності: однокорисна антибіотикопрофілактика, неочищений кишечник, колоректальний анастомоз, вільний доступ до їжі після операції.

8. За даними хронічного експерименту тривалістю до 90 діб, та спостереження хворих до 10 років після операції встановили, що накладення безшовного міжкишкового анастомозу в клінічних умовах, з використанням електрозварювання відповідно до розроблених нами вимог, забезпечило безшовність, достатню міцність, суцільність та герметичність з'єднання тканин кишки, а також зумовило принципово нові властивості продуктивного запалення зі збереженням стабільності структури анастомозу, неукладнене наскрізне відновлення тканинних структур. Ці властивості визначили зниження ризику неспроможності електрозварного міжкишкового анастомозу, в наслідок уникнення впливу її чинників, притаманних традиційному анастомозу: гнійного запалення з некротичними змінами та нестійкістю структури з'єднання, біологічної проникності з'єднання впродовж 4–7 діб після операції, а також наявності нееластичного стороннього тіла (ниток, скоб) як основи просочування кишкового вмісту, осередку колонізації мікроорганізмами, чинника грубої рубцевої деформації тканинної структури міжкишкового анастомозу.

9. Визначено, що в клінічних умовах використання розробленого методу безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу та медико-технічних вимог створення електрозварного з'єднання стінок кишки забезпечило достовірне зниження частоти неспроможності міжкишкового анастомозу на 15,4 % ($p=0,001$), порівняно з традиційним шовним методом його формування. Вищу клінічну ефективність та неускладнений перебіг загоєння у безшовному електрозварному анастомозі підтверджено раннім відновлення функції випорожнення кишечника: через $1,9\pm 0,3$ доби, порівняно з $2,6\pm 0,3$ доби після формування анастомозу швами ($p<0,001$) – та відсутністю спостережень рубцевого звуження в ділянці електрозварного з'єднання.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Подпряттов СС, Подпряттов СЄ, Макаров АВ, Маринський ГС, Ткаченко ВА, Чернець ОВ, Тарнавський ДВ, Лопаткіна КГ. Встановлення первинних вимог до експериментальних засобів дослідження та умов створення електрозварного з'єднання стінок кишечника. Шпитальна хірургія. Журнал імені Л. Я. Ковальчука. 2018;2:56–60. doi 10.11603/2414-4533.2018.2.9230. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, складанні дизайну та проведенні експериментальних досліджень, збиранні матеріалу, статистичному обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написав текст статті).*

2. Подпряттов СС, Подпряттов СЄ, Гичка СГ, Гетьман ВГ, Макаров АВ, Маринський ГС, Ткаченко ВА, Чернець ОВ, Васильченко ВА, Петренко ОФ, Тарнавський ДВ. Порівняльне випробування органної моделі для дослідження електрозварного міжкишкового анастомозу в лабораторному експерименті. Здобутки клінічної та експериментальної медицини. 2018;3(35):117–124. doi 10.11603/1811-2471.2018.v0.i3.9256. *(Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї, складанні дизайну та проведенні експериментальних досліджень, збиранні матеріалу, статистичному обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написав текст статті).*

3. Подпряттов СС, Подпряттов СЄ, Гичка СГ, Макаров АВ, Маринський ГС, Каченко ВА, Чернець ОВ, Тарнавський ДВ, Лопаткіна КГ. Дослідження вимог до інструмента для отримання електрозварного з'єднання стінок кишечника в експерименті. Вісник наукових досліджень. 2018;3(92):106–109. doi 10.11603/2415-8798.2018.3.9243. *(Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї, складанні дизайну та проведенні експериментальних досліджень, збиранні матеріалу, статистичному обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написав текст статті).*

4. Подпряттов СС, Подпряттов СЄ, Гичка СГ, Гетьман ВГ, Макаров АВ, Маринський ГС, Ткаченко ВА, С. В. Ткаченко, Чернець ОВ, Тарнавський ДВ. Вплив перетворень у стінці тонкої кишки при створенні електрозварних анастомозів різного типу на розривну міцність з'єднання. Хірургія України. 2018;3(67):57–62. doi.org/10.30978/SU2018-3-57. *(Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї, складанні дизайну та проведенні експериментальних досліджень, збиранні матеріалу, статистичному обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написав текст статті).*

5. Podpriatov SS., Podpryatov SE, Marinsky GS, Tkachenko VA, Hetman VG, Lopatkina KG. The swine intestinal wall thickening dynamic in result of different pressure applying inside the welding anastomotic instrument model. Journal of Education, Health and Sport. 2018;8(10):363–374. eISSN 2391-8306. dx.doi.org/10.5281/zenodo.1506183 Доступна на <http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/6332>; <https://pbn.nauka.gov.pl/sedno-webapp/works/888857>. *(Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї,*

складанні дизайну та проведенні експериментальних досліджень, збиранні матеріалу, статистичному обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку подальших досліджень, написав текст статті).

6. Подпратов СС, Подпратов СЄ, Маринський ГС, Чернець ОВ, Ткаченко ВА, Грабовський ДА, Лопаткіна КГ, С. В. Ткаченко, Буряк ЮЗ, Сердюк ВК. Порівняльне модельне дослідження механічної резистентності стінок кишки та шлунку до тиску в прототипі пристрою для створення циркулярного анастомозу. Український журнал хірургії. 2018;2(37):44–50. doi.org/10.22141/1997-2938.2.37.2018.147847. *(Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї, складанні дизайну та проведенні експериментальних досліджень, збиранні матеріалу, статистичному обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написав текст статті).*

7. Подпратов СС, Подпратов СЄ, Маринський ГС, Чернець ОВ, Ткаченко ВА, Грабовський ДА, Лопаткіна КГ, Ткаченко СВ, Буряк ЮЗ, Сердюк ВК. Ефективність досягнення електричного пробою в моделі міжкишкового анастомозу при підвищенні напруги на електрозварювальному інструменті та посиленому механічному стисканні. Сучасні медичні технології. 2018;3(38):35–39. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, складанні дизайну та проведенні експериментальних досліджень, збиранні матеріалу, збиранні матеріалу, статистичному обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написав текст статті).*

8. Подпратов СС, Подпратов СЄ, Маринський ГС, Чернець ОВ, Ткаченко ВА, Грабовський ДА, Лопаткіна КГ, Ткаченко СВ, Васильченко ВА, Буряк ЮЗ, Сердюк ВК. Дослідження впливу параметрів імпульсної високочастотної напруги на зміну діелектричної характеристики біологічних тканин в моделі електрозварного міжкишкового анастомозу. Медична інформатика та інженерія. 2018;2(42):37–44. doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2018.2.9290. *(Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї, складанні дизайну та проведенні експериментальних досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написанні тексту статті).*

9. Подпратов СС, Подпратов СЄ, Маринський ГС, Ткаченко ВА, Чернець ОВ, Грабовський ДА, Лопаткіна КГ, Васильченко ВА, Чвертко НА. Оптимізація стиснення тканини як умова контрольованої зміни імпедансу при створенні електрозварного міжкишкового анастомозу. Медична інформатика та інженерія. 2018;3(43):44–50. doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2018.2.9296. *(Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї, складанні дизайну та проведенні експериментальних досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написанні тексту статті).*

10. Podpriatov SS, Podpriatov SE, Gichka SG, Marinsky GS, Chernets OV, Tkachenko VA, Grabovsky DA, Lopatkina KG, Tkachenko SV. Tissue structural phases of gut anastomosis formation by radiofrequent electric welding supply. Journal of Education, Health and Sport. 2018;8(11):635-642. eISSN 2391-8306.

dx.doi.org/10.5281/zenodo.2562223. Доступне: <http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/6583>; <https://pbn.nauka.gov.pl/sedno-webapp/works/903757>. (Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї, складанні дизайну та проведенні експериментальних досліджень, збиранні матеріалу, аналізі отриманих результатів, написанні тексту статті та висновків).

11. Подпряттов СС, Подпряттов СЄ, Гичка СГ, Макаров АВ, Маринський ГС, Ткаченко ВА, Ткаченко СВ, Чернець ОВ, Тарнавський ДВ. Клініко-морфологічні особливості багатоточкового та лінійного товстокишкового електрозварного анастомозу. Шпитальна хірургія. Журнал імені Л. Я. Ковальчука. 2018;3(83):50–56. DOI 10.11603/2414-4533.2018.3.922. (Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї, складанні дизайну та проведенні експериментальних досліджень, збиранні матеріалу, статистичному обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написанні тексту статті).

12. Подпряттов СС, Подпряттов СЄ, Гичка СГ, Гетьман ВГ, Макаров АВ, Маринський ГС, Ткаченко ВА, Чернець ОВ, Васильченко ВА, Тарнавський ДВ. Фізичні особливості електрозварного міжкишкового анастомозу. Хірургія дитячого віку. 2018;4(61):69–73. DOI: 10.15574/PS.2018.61.69. (Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї, складанні дизайну та проведенні досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написав текст статті).

13. Подпряттов СС, Подпряттов СЄ, Гичка СГ, Корбут СМ, Гетьман ВГ, Маринський ГС, Ткаченко ВА, Ткаченко СВ, Чернець ОВ, Белоусов ІО, Лопаткіна КГ, Корчак ВП, Петренко ОФ, Тарнавський ДВ, Кузик ПВ. Антибактерійна стійкість тканинної субстанції електрозварного міжкишкового анастомозу в гноєтворному мікробному середовищі. Клінічна та експериментальна патологія. 2018;17;2(64):58–62. DOI:10.24061/1727-4338.XVII.2.64.2018.106. (Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, розробив ідею, дизайну та взяв участь у проведенні експериментальних досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написанні тексту статті).

14. Vazina AA, Vasilieva AA, Lanina NF, Zabelin AV, Korneev VN, Stepanova VV, Gruzinov AY, Kundu SC, Marinsky GS, Gichka SG, Chernets AV, Tkachenko VA, Podpriatov SS, Podpriatov SE, Paton BE. Study of molecular and nanostructural dynamics of biological tissues under the influence of high-frequency electrosurgical welding. Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics, 2013;77(2):146–150. Allerton Press, Inc., 2013. ISSN 1062-8738 DOI: 10.3103/S1062873813020391. (Дисертант брав участь у проведенні експериментальних досліджень, аналізі отриманих результатів, написанні тексту статті).

15. Vazina AA, Vasiliev VD, Vasilieva AA, Vasilchenko VA, Gichka SG, Zabelin AV, Kvasha MS, Korneev VN, Kulipanov GN, Lanina NF, Marinsky GS, Podpriatov SE, Podpriatov SS, Shelestov VM, Paton BE. Nanostructural mechanism of modifying adaptation of proteoglycan systems of biological tissues and mucus.

Crystallography Reports, 2018;63(7):1063–1070. DOI: 10.1134/S1063774518070258. *(Дисертант брав участь у складанні дизайну та проведенні експериментальних досліджень, збиранні матеріалу, аналізі отриманих результатів, написанні тексту статті).*

16. Подпратов СС, Подпратов СЄ, Гетьман ВГ, Макаров АВ, Маринський ГС, Гичка СГ, Петренко ОФ, Чернець ОВ, Ткаченко ВА, Грабовський ДА, Лопаткіна КГ, Ткаченко СВ, Дубко АГ, Богдан ВФ, Тарнавський ДВ, Кононенко СО. Особливості запальних змін у міжкишкових анастомозах, створених з застосуванням технології електрозварювання живих тканин. Сучасні медичні технології. 2018;2(37):31–36. *(Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї, складанні дизайну та проведенні експериментальних досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написанні тексту статті).*

17. Подпратов СС, Подпратов СЄ, Гетьман ВГ, Макаров АВ, Маринський ГС, Гичка СГ, Петренко ОФ, Чернець ОВ, Ткаченко ВА, Грабовський ДА, Лопаткіна КГ, Ткаченко СВ, Дубко АГ, Богдан ВФ, Тарнавський ДВ, Кононенко СО. Особливості перебігу проліферації у міжкишкових анастомозах, створених з застосуванням технології електрозварювання живих тканин. Хірургія України. 2018;2:60–64. doi.org/10.30978/SU2018260. *(Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї, складанні дизайну та проведенні експериментальних досліджень, післяопераційному спостереженні і збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написанні тексту статті).*

18. Подпратов СС, Подпратов СЄ, Гетьман ВГ, Макаров АВ, Маринський ГС, Гичка СГ, Петренко ОФ, Чернець ОВ, Ткаченко ВА, Тарнавський ДВ. Особливості відновлення тканинних структур у період до 90 діб у міжкишкових анастомозах, створених з застосуванням технології електрозварювання живих тканин. Вісник наукових досліджень. 2018;4(93):74–79. DOI: 10.11603/2415-8798.2018.4.9468. *(Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї, складанні дизайну та проведенні експериментальних досліджень, післяопераційному спостереженні і збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написанні тексту статті).*

19. Подпратов СС, Подпратов СЄ, Гичка СГ, Гетьман ВГ, Макаров АВ, Маринський ГС, Петренко ОФ, Чернець ОВ, Ткаченко ВА, Тарнавський ДВ. Експериментально-морфологічна оцінка електрозварного з'єднання в міжкишковому анастомозі. Сучасні медичні технології. 2018;4(39):4–10. *(Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї, складанні дизайну та проведенні досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написанні тексту статті).*

20. Подпратов СС, Подпратов СЄ, Гетьман ВГ, Макаров АВ, Маринський ГС, Петренко ОФ, Чернець ОВ, Ткаченко ВА, Грабовський ДА, Лопаткіна КГ, Ткаченко СВ, Дубко АГ, Богдан ВФ, Тарнавський ДВ. Особливості перебігу загоєння та відновлення пропульсії в ранньому періоді після створення

електрозварного міжкишкового анастомозу. Харківська хірургічна школа. 2018;1(88):22–26. *(Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї, складанні дизайну та проведенні досліджень, післяопераційному спостереженні і збиранні матеріалу, статистичному обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написанні тексту статті).*

21. Подпратов СС, Подпратов СЄ, Гичка СГ, Маринський ГС, Гетьман ВГ, Макаров АВ, Чернець ОВ, Ткаченко ВА, Дубко АГ, Корчак ВП. Особливості та ефективність застосування електрозварювання живих тканин в виконанні хірургічного втручання та досягненні локального контролю при лікуванні місцево поширеного раку ободової кишки. Шпитальна хірургія. 2018;4(84):69–76. DOI 10.11603/2414-4533.2018.4.9716. *(Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї та проведенні дослідження, лікуванні та спостереженні хворих, обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написанні тексту статті).*

22. Подпратов СС, Подпратов СЄ, Гичка СГ, Корбут СМ, Гетьман ВГ, Маринський ГС, Ткаченко ВА, Ткаченко СВ, Белоусов Ю, Корчак ВП, Петренко ОФ, Тарнавський ДВ, Кузик ПВ. Порівняльна антибактерійна стійкість електрозварного з'єднання живих тканин в міжкишковому анастомозі. В: Збірник наукових праць співробітників НМАПО ім. П. Л. Шупика. Київ: Нац. мед. акад. післядипломної освіти ім. П. Л. Шупика; 2018;(30):26–36. *(Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, розробив ідею, дизайну та взяв участь у проведенні експериментальних досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написанні тексту статті).*

23. Подпратов СС, Подпратов СЄ, Гичка СГ, Гетьман ВГ, Макаров АВ, Маринський ГС, Лебедев ОВ, Ткаченко ВА, Чернець ОВ, Чвертко НА, Тарнавський ДВ. Особливості створення електрозварного колоректального анастомозу в експерименті та клініці. Вісник Вінницького національного медичного університету. 2018;22(3):532–537. *(Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї та проведенні дослідження, лікуванні та спостереженні хворих, обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написанні тексту статті).*

24. Подпратов СЄ, Гичка СГ, Подпратов СС, Маринський ГС, Чернець ОВ, Ткаченко ВА, Грабовський ДА, Лопаткіна КГ, Ткаченко СВ, Буряк ЮЗ, Сердюк ВК. Складові утворення електрозварного з'єднання шлунка та тонкої кишки. Клініч. хірургія. 2017;2:57–58. PMID: 30273455 [ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30273455](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30273455). *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні експериментальних досліджень, обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень).*

25. Podpnyatov SS, Gychka SG, Slobodyanyuk IM, Umanets OI, Tkachenko VA, Korbut SM, Salata VV, Ivakha VV, Belousov IO, Korchak VP, Shchepetov VV, Sydorenko OV, Petrenko OF, Tarnavskiy DV. Антибактерійна стійкість електрозварного з'єднання живих тканин. Клінічна хірургія. 2017;9:55–57.

doi.org/10.26779/2522-1396.2017.09.55. *(Дисертант провів аналіз наукових джерел інформації, брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, лікуванні та спостереженні хворих, обробленні та аналізі отриманих результатів, визначенні напрямку та перспективи подальших досліджень, написав текст статті).*

26. Патон БЄ, Ткаченко ВА, Маринський ГС, Подпрятков СЄ, Чернець ОВ, Чвертко НА, Дубко АГ, Васильченко ВА, Сидоренко ДФ, Лебедев ОВ, Ткаченко СВ, Подпрятков СС, Матвійчук ГМ, винахідники; Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона, патентовласник. Спосіб з'єднання зварюванням біологічних тканин людей і тварин з використанням високочастотного струму. Патент України № 106513. 2014, Січень 27. *(Дисертант брав участь у визначенні ідеї та формули, розробленні способу, формулюванні опису для публікування).*

27. Богдан ВФ, Васильченко ВА, Гичка СГ, Гупало ЮМ, Зельниченко АТ, Лебедев АВ, Линчевский АВ, Петренко ОФ, Подпрятков СЕ, Подпрятков СС, Сидоренко ДФ, Трунов АЕ, Швед ЕЕ. Экспериментальная разработка способа автоматизированного наложения межкишечного анастомоза. Наложение межкишечного электросварного анастомоза (опыт применения в КГКБ №1). В: Патон БЕ и Иванова ОН, ред. 2009. Тканевая высокочастотная электросварочная хирургия, Атлас. Київ: Наукова думка. с.72-94, 123-126. ISBN 978-966-8879-11-9. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї відповідних розділів, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, написанні тексту).*

28. Подпрятков СЄ, Подпрятков СС, Петренко ОФ, Гичка СГ, Богдан ВФ, Лебедев ОВ, Дубко АГ, Бернацький ВВ, Зельниченко ОТ. Накладання товсто-товстокишкового анастомозу за допомогою електрозварювання. Харківська хірургічна школа. 2008;2(29):279–281. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, написанні тексту).*

29. Подпрятков СЄ, Подпрятков СС, Трепет СО, Яворський П, Лебедев ОВ, Дубко АГ, Трунов АЄ. Використання електрозварювання в абдомінальній хірургії. В: Тези наук.-практ. конф. Актуальні проблеми клінічної хірургії та трансплантології; 2005; Київ. Київ: Клін. хірургія; 2005, 4–5, с. 29–30. *(Дисертант брав участь у розробленні ідеї, виконанні операцій, створенні анастомозу, лікуванні хворих, збиранні матеріалу).*

30. Подпрятков СЄ, Подпрятков СС, Гичка СГ, Трепет, Лебедев ОВ, Дубко АГ. Застосування електрозварювання під час виконання операцій на ободовій та прямій кишці. В: Тези наук.-практ. конф. з міжнародною участю. Рани м'яких тканин та ранова інфекція; 2005; Київ. Київ: Клін. хірургія; 2005, 11-12, с. 92. *(Дисертант брав участь у розробленні ідеї, виконанні операцій, створенні анастомозу, лікуванні хворих, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, написав тези).*

31. Подпрятков СЄ, Гичка СГ, Подпрятков СС, Лебедев ОВ, Дубко АГ, Бернацький ВВ, Зельниченко ОТ, Дишловий ОА, Петренко ОФ, Богдан ВФ. Загоєння електрозварювальних товсто-товстокишкових анастомозів, сформованих шляхом електрозварювання. В: Тези ювілейної наук.-практ. конф. з

міжнародною участю, присвяченій 35-річчю Інституту хірургії та трансплантології імені О. О. Шалімова; 2007; Київ. Київ: Клін. хірургія; 2007, 5–6, с. 49. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, написані тез).*

32. Podpriatov SE, Gychka SG, Podpriatov SS, Lebedev AV, Dubko AG, Bernadsky VV, Zelnitchenko AT, Trunov AJe, Petrenko OF, Bogdan VF. The colon anastomosis made by electric welding healing. In: XII Central European congress of coloproctology; 2008; Moscow. Warsaw: Proctologia; 2008, 9(1), p. 107. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, написані тез).*

33. Подпратов СЄ, Гичка СГ, Подпратов СС, Швед ОЄ, Гупало ЮМ. Загоєння міжкишкових анастомозів та перекриття артерій, створених за допомогою електрозварювання. В: Тези наук.-практ. конф. за участю міжнародних спеціалістів. Рани м'яких тканин. Ранні післяопераційні ускладнення. 2008; Київ. Київ: Клін. хірургія; 2008, 11–12, с. 64. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, написані тез).*

34. Подпратов СЄ, Гичка СГ, Подпратов СС, Лебедев АВ, Дубко АГ, Бернацкий ВВ, Зельниченко АТ, Петренко ОФ, Богдан ВФ. Создание межкишечного анастомоза с использованием электросварки. В: Первая международная конференция по торакоабдоминальной хирургии. Сборник тезисов. 2008; Москва. Москва: ГУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского, РАМН; 2008, с. 52. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні операцій та досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, написані тез).*

35. Подпратов СЄ, Гичка СГ, Маринський ГС, Чернець ОВ, Подпратов СС, Лебедев ОВ, Дубко АГ. Механізм з'єднання тканин при їх електрозварюванні. В: Тези наук.-практ. конф. з міжнародною участю. Рани, ранова інфекція, пластика та з'єднання тканин. 2010; Київ. Київ: Клін. хірургія; 2010, 11–12, с. 74. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів).*

36. Подпратов СС, Подпратов СЄ, Вазина АА. Биофизические эффекты применения высокочастотной электросварки мягких тканей и перспективы их использования в хирургической практике. В: Материалы IV семинара с международным участием. Новые направления исследований в области сварки живых мягких тканей. 2012; Київ. Київ: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України; 2012, с. 5–9. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, аналізі отриманих результатів, написанні тексту).*

37. Вазина АА, Ланина НФ, Васильева АА, Забелин АВ, Корнеев ВН, Грузинов АЮ, Кунду СЧ, Маринский ГС, Подпратов СЄ, Гичка СГ, Чернец АВ, Ткаченко ВА, Подпратов СС. Биофизические аспекты влияния электрохирургической сварки на процессы репарации поврежденной ткани. В: V Троицкая конференция. Медицинская физика и инновации в медицине. ТКМФ-5. Сборник материалов. 2012; Троицк Моск. обл. Москва: Тровант; 2012, 2,

с. 109–111. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, аналізі отриманих результатів, написанні тексту).*

38. Васильева АА, Грузинов АЮ, Забелин АВ, Ильин КД, Симонова МА, Подпратов СС, Легкодымов АА, Сигаева МВ, Сеницына АА, Вазина АА. Методические аспекты исследования биологических тканей методами SAXS/WAXS дифракции и рентгенфлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения В: XIX Национальная конференция по использованию синхротронного излучения. Книга тезисов. Новосибирск. Новосибирск: ИЯФ СО РАН; 2012, с. 48. *(Дисертант брав участь в проведенні досліджень, збиранні матеріалу, аналізі отриманих результатів).*

39. Подпратов СС, Гичка СГ, Подпратов СС, Маринський ГС, Ткаченко ВА, Чернець ОВ. Структура електрозварного шва як основа нового розвитку хірургії. В: XII наук.-практ. конф. з міжнародною участю. Рани й виразки, ранова інфекція, стопа діабетика. Пластика та електрозварювання живих тканин Клін. хірургія; 2012;11:51. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, написанні тексту).*

40. Вазина АА, Васильева АА, Ланина НФ, Забелин АВ, Корнеев ВН, Степанова ВВ, Грузинов АЮ, Кунду СЧ, Маринський ГС, Гичка СГ, Чернець АВ, Ткаченко ВА, Подпратов СС, Подпратов СЕ, Патон БЕ. Исследование молекулярной и наноструктурной динамики биологических тканей под влиянием высокочастотной электрохирургической сварки. В: Труды международной научно-технической конференции. Нанотехнологии функциональных материалов НФМ'2012. 2012; Санкт-Петербург. СПб: ИГХТУ; с. 704–709. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, аналізі отриманих результатів).*

41. Подпратов СС, Маринський ГС, Гичка СГ, Подпратов СС, Чернець ОВ, Ткаченко ВА, Ткаченко СВ, Дубко АГ. Нові впровадження електрозварювальної технології в хірургії. В: XIII наук.-практ. конф. з міжнародною участю. Новітні матеріали та технології в лікуванні ран і виразок, стопа діабетика. Пластика та електрозварювання живих тканин. Клін. хірургія. 2013;11 Дод.1:80. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, написанні тексту).*

42. Вазина АА, Ланина НФ, Забелин АВ, Корнеев ВН, Маринський ГС, Подпратов СЕ, Гичка СГ, Чернець АВ, Сидоренко ДФ, Подпратов СС, Линчевский АВ, Гетьман ВГ, Макаров АВ, Патон БЕ. Влияние высокочастотной электрохирургической сварки на структуру биологических тканей. В: VI Троицкая конференция. Медицинская физика и инновации в медицине. ТКМФ-6. Сборник материалов. 2014; Троицк Моск. обл. Москва: Тривант; 2014, с. 188. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, аналізі отриманих результатів).*

43. Подпратов СС, Подпратов СС, Маринський ГС, Ткаченко ВА, Чернець ОВ, Лопаткіна КГ, Буряк ЮЗ, Сердюк ВК, Васильченко ВА, Сидоренко ДФ, Гичка СГ. Стінка шлунку та кишечнику як об'єкт електрхірургії. В: XIV наук.-практ. конф. з міжнародною участю. Хірургія

поранень. Невідкладна та планова хірургія, застосування електрозварювання живих тканин. Інновації в хірургії ран, з'єднань та стопи діабетика. 2014; Київ. Київ: Клін. хірургія. 2014;11 Дод. 3:85–86. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, написанні тексту).*

44. Вазина АА, Васильєва АА, Забелин АВ, Грузинов АЮ, Корнеев ВН, Подпратов СЕ, Подпратов СС, Маринский ГС, Гичка СГ, Чернець АВ, Ткаченко ВА. Влияние электромагнитных колебаний высокочастотной электрохирургической сварки на молекулярную и наноструктурную организацию биологических тканей. В: VI Congress of Ukrainian Radiobiological Society. Book of Abstracts. 5–9 October 2015; Kiev. Київ: Publisher, 2015; с. 23–24. *(Дисертант брав участь у проведенні експериментальних досліджень, аналізі отриманих результатів, написанні тексту).*

45. Подпратов СЕ, Подпратов СС, Гичка СГ, Маринський ГС, Ткаченко ВА, Іваха ВВ, Салата ВВ, Белоусов Ю. Нові можливості у лікуванні патології органів травлення при використанні технології електрозварювання. В: XXIII з'їзд хірургів України. Збірник наукових робіт [Електронний ресурс]. 21–23 Жовт 2015; Київ. Київ: Клін. хірургія; 2015; с. 170–171. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів).*

46. Подпратов СЕ, Подпратов СС, Гичка СГ, Маринський ГС, Чернець ОВ, Ткаченко ВА, Ткаченко СВ, Лопаткіна КГ, Грабовський ДА. Стадії процесу електрозварювання живих тканин. В: XV наук.-практ. конф. з міжнародною участю. Клініко-технологічні виклики в етапній та реконструктивній хірургії. Вогнепальні та побутові рани, електрозварювання та з'єднання живих тканин, діабетична стопа. Клін. хірургія. 2015;11 Дод. 2:10–11. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, написанні тексту).*

47. Vazina AA, Lanina NF, Vasilieva AA, Zabelin AV, Podpryatov SS, Marinsky GS, Podpryatov SE. Study of human tumour transformed tissues by x-ray diffraction methods using synchrotron radiation. В: Міжнародна наукова конференція. Радіологічні та медичні наслідки Чорнобильської катастрофи – тридцять років по тому. 18–19 Квітня 2016; Київ. Київ: ННЦРМ НАМН України; с. 155. *(Дисертант брав участь в проведенні досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів).*

48. Вазина АА, Ланина НФ, Забелин АВ, Корнеев ВН, Васильєв ВД, Маринский ГС, Чернець АВ, Подпратов СЕ, Подпратов СС, Кваша МС, Васильченко ВА, Ткаченко ВА, Ткаченко СВ, Грабовский ДА, Лопаткіна КГ. Синергетическое воздействие ВЧ-сварки на структурную упорядоченность биологических тканей. В: Матеріали ІХ міжнародного симпозиуму. Актуальні проблеми біофізичної медицини, 2016; Київ. Київ: Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України 2016; с. 22–23. *(Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, аналізі отриманих результатів, написанні тексту).*

49. Вазина АА, Ланина НФ, Забелин АВ, Корнеев ВН, Васильченко ВА, Кваша МС, Подпратов СС, Маринский ГС, Подпратов СЕ, Патон БЕ.

Использование синхротронного излучения в исследованиях молекулярной и наноструктурной адаптации тканей и слизей под влиянием физико-химических и электромагнитных воздействий. В: Матеріали Х міжнародного симпозіуму. Актуальні проблеми біофізичної медицини. 2018; Київ. Київ: Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України 2018; с. 16–17. (*Дисертант брав участь в розробленні ідеї, проведенні досліджень, збиранні матеріалу, аналізі отриманих результатів, написанні тексту*).

50. Подпратов СС, Подпратов СЄ, Гичка СГ, С. М. Корбут, Маринський ГС, Ткаченко ВА, Ткаченко СВ, Белоусов Ю, Корчак ВП, Петренко ОФ, Тарнавський ДВ. Порівняльна антибактеріальна стійкість електрозварного з'єднання живих тканин. В: XXIV з'їзд хірургів України [Електронний ресурс]: Збірник наукових робіт. Електрон. текст. дані. 26–28 Вересня 2018; Київ. Київ: Клін. хірургія; 2018; с. 111. (*Дисертант сформулював ідею, брав участь в проведенні досліджень, збиранні матеріалу, обробленні та аналізі отриманих результатів, написанні тексту*).

АНОТАЦІЯ

Подпратов С. С. Створення міжкишкових анастомозів з використанням електрозварювання живих тканин (експериментально-клінічне дослідження). – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеню доктора медичних наук за спеціальністю 14.01.03 – хірургія. – Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика МОЗ України, м. Київ, 2019.

Дисертація присвячена експериментальному розробленню, обґрунтуванню та вивченню клінічної ефективності нового методу безшовного міжкишкового анастомозу, з використанням електрозварювання для створення з'єднання живих тканин, з метою зниження ризику неспроможності в порівнянні з шовним методом анастомозу, а також покращення функціональності анастомозу та зниження летальності.

Здійснили 7543 окремих досліджень на органокомплексах, вивчили 198 електрозварних анастомозів у 37 свиней в гострому експерименті. У модельованих в хронічному експерименті клінічних умовах, на 18 самцях свині віком 2–6 місяців, вагою 45–75 кг, з відповідними розмірами кишки, створили 46 електрозварних анастомозів. Клінічну ефективність порівнювали на підставі результатів резекції кишечника з подальшим накладенням анастомозу без первинної відключаючої кишкової стоми, у 29 спостереженнях накладеного електрозварного анастомозу (23 хворих) основної групи та 202 (202 хворих) – після формування анастомозу шовним методом.

При використанні розроблених медико-технічних умов встановлені структурні й ультраструктурні механізми, та послідовність формування суцільного тканинного субстрату електрозварного з'єднання. Визначені клінічні ознаки та припустимі межі нерівномірності тканинної структури безшовного електрозварного міжкишкового анастомозу, при переважаючих шовний анастомоз показниках його розривної міцності. Встановлені відмінні властивості первинної високої еластичності та антибактерійної стійкості з'єднання в міжкишковому анастомозі, створеному з використанням електрозварювання. Узагальнені властивості безшовного електрозварного

з'єднання тканин кишки в міжкишковому анастомозі визначають низький ризик його неспроможності, порівняно з традиційним способом з'єднання в анастомозі з використанням шовних елементів: міцність, еластичність, суцільність утвореної структури та безперервність її з оточуючими тканинами, герметичність та первинна стійкість з'єднання до проникнення та ферментації мікроорганізмами, первинне загоєння через продуктивний перебіг запалення, швидка мереживна проліферація та повноцінне відновлення тканинних структур. Доведена клінічна ефективність застосування розробленого методу створення безшовного електрозварювального міжкишкового анастомозу у достовірному зниженні частоти його неспроможності на 15,4 % ($p = 0,001$). Вищу клінічну ефективність та неускладнений перебіг загоєння у безшовному електрозварному анастомозі підтверджено раннім відновлення функції випорожнення кишечника – через $1,9 \pm 0,3$ доби, порівняно з $2,6 \pm 0,3$ доби після формування анастомозу швами ($p < 0,001$), а також - відсутністю спостережень рубцевого звуження.

Ключові слова: кишка, хірургія, неспроможність анастомозу, технологія електрозварювання живих тканин, експеримент, свиня, загоєння, рубець, структура, судини, колагенові волокна, м'язові клітини, бактерії, розривний тиск, еластичність, стул.

АННОТАЦИЯ

Подпратов С. С. Создание межкишечных анастомозов с использованием электросварки живых тканей (экспериментально-клиническое исследование). – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 14.01.03 – хирургия. – Национальная медицинская академия последипломного образования имени П. Л. Шупика МЗ Украины, г. Киев, 2019.

Диссертация посвящена экспериментальной разработке, обоснованию и изучению клинической эффективности нового метода бесшовного межкишечного анастомоза, с использованием электросварки для создания соединения живых тканей, с целью снижения риска несостоятельности в сравнении с шовным методом анастомоза, а также улучшение функциональности анастомоза и снижение летальности.

Провели 7543 отдельных исследований на органокомплексах, изучили 198 электросварных анастомозов у 37 свиней в остром эксперименте. В смоделированных в хроническом эксперименте клинических условиях, на 18 самцах свињи 2–6 месяцев, весом 45–75 кг, с соответствующими размерами кишки, создали 46 электросварных анастомозов. Клиническую эффективность сравнивали по результатам резекции кишечника с последующим наложением анастомоза без первичной отключающей кишечной стомы, в 29 наблюдениях наложенного электросварного анастомоза (у 23 пациентов) основной группы, и 202 (23 пациента) – после формирования анастомоза шовным методом.

При использовании разработанных медико-технических условий установлены структурные и ультраструктурные механизмы, а также последовательность формирования сплошного тканевого субстрата электросварного соединения. Определены клинические признаки и допустимые пределы неравномерности тканевой структуры бесшовного электросварного

межкишечного анастомоза, при превосходящих шовный анастомоз показателях его разрывной прочности. Установлены отличительные свойства первичной высокой эластичности и антибактериальной устойчивости соединения в межкишечном анастомозе, созданном с использованием электросварки. Обобщены свойства бесшовного электросварочного соединения тканей кишки в межкишечном анастомозе, определяющие низкий риск его несостоятельности, по сравнению с традиционным способом соединения с использованием шовных элементов: прочность, эластичность, целостность образованной структуры и непрерывность ее с окружающими тканями, герметичность и первичная устойчивость соединения к проникновению и ферментации микроорганизмами, первичное заживление через продуктивное течение воспаления, быстрая кружевная пролиферация и полноценное сквозное восстановление тканевых структур. Доказана клиническая эффективность применения разработанного метода создания бесшовного электросварочного межкишечного анастомоза в достоверном снижении частоты его несостоятельности на 15,4 % ($p = 0,001$). Высокую клиническую эффективность и неосложненное течение заживления в бесшовном электросварном анастомозе подтверждает раннее восстановление функции опорожнения кишечника – через $1,9 \pm 0,3$ суток ($p < 0,001$), в сравнении с $2,6 \pm 0,3$ суток после формирования анастомоза швами, а также - отсутствие наблюдений рубцового сужения.

Ключевые слова: кишка, хирургия, несостоятельность анастомоза, технология электросварки живых тканей, эксперимент, свинья, заживление, рубец, структура, сосуды, коллагеновые волокна, мышечные клетки, бактерии, разрывное давление, эластичность, стул.

SUMMARY

Podpriatov S. S. Intestinal anastomoses creation by Live Tissue Electric Welding usage (experimental and clinical research). – Manuscript.

Dissertation for the Doctor of Medical Sciences degree, in specialty 14.01.03 – surgery. – Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Ministry of Health of Ukraine, Kyiv, 2019.

The thesis is devoted to the experimental elaboration, features exploring and clinical study of the new seamless intestinal anastomosis method, using electric welding to create a connection of living tissues, in order to reduce the risk of leakage in comparison with suture anastomosis, as well as improve the postoperative anastomosis function and reduce mortality.

The 7543 studies performed with organ complexes, the 198 electrically welded intestinal anastomoses made at 37 pigs in an acute experiment. In chronic experiments, have simulated clinical conditions, the 46 welded anastomoses made at 18 male pigs aged 2–6 months, weighing 45–75 kg and had having the corresponding to human gut sizes. Clinical efficacy was estimated on the basis of comparing the results of the intestinal resection without a protective stoma, of 29 anastomoses have created by welding in 23 patients, and 202 anastomoses have made by sutures.

We elaborated the medical and technical requirements for the Living Tissues Electric Welding technology usage to create intestinal anastomosis. They consist the application a number of electrical radio-frequency 440 kHz current pulse series, have formed by the established software algorithm, to gut walls have compressed between

electrodes by 2–5 Newtons/mm² with its convergence limitation of 0.2 mm, and the temperature on the electrodes edges within 72–99°C.

We established that electrically welded intestinal anastomosis is a fundamentally new type of the gut walls connection, which differs from its common clinical types by initial tissues restructuring with special substrate formation directly under the influence of welding radio-frequency electric current. This substrate has its unique biologic structure, impermeable continuity and integrity with intact tissues, antibacterial resistance in isolated culture. Those properties provide the productive inflammation character, and absence of typical to sutured anastomoses tissues instability phase, necrosis of its tissue - that reduces the risk of anastomosis leakage.

The advantages of electric welding gut anastomosis have been determined are the higher burst pressure 53,6±9,8 mm Hg vs. 24,2±3,2 mm Hg to stapled anastomosis, herewith 40 % increased diameter vs. 12 % according to better elasticity, the substrate bacteriological stability and microbial impermeability for 8 days, the absence of bacterial inflammation changes of the tissues and peritoneum surrounded the welded anastomosis during the observation period up to 90 days.

At the welded anastomosis zone, the created continuous lace of the fibers was maintained, provided initial strength and elasticity, served as a framework for the growth of granulation tissue. Up to 4th day the newly formed vessels and new collagen fibers derivated in the entire thickness of welded anastomosis, the lace of soft connective tissue were formed – that determined the intestinal burst pressure level of 220 mm Hg achievement to 7th day, and through-germination of welded anastomosis by newly formed vessels up to 45th day.

In a model experiment any leakage was not observed in any of the 46 anastomoses up to 90 surviving day, despite the presence of increased risk factors: uncleaned gut, colorectal anastomosis, free access to food after surgery. During the clinical study, there were made 29 electrically welded anastomoses. One dehiscence case was observed with welded low colorectal anastomosis, which needs in diverting stoma, and next healing was uncomplicated. During the observation period from 1 to 10 years, a tender elastic scar line has natural color and showed no signs of deformation or stenosis at the welding zone in all cases.

The elaborated method of sutureless intestinal anastomosis creating by Live Tissue Electric Welding usage provides the significant leakage reducing by 15.4%: from 38 (18,8 %) cases in control group to 1 (3,4 %) after the welding procedures ($p = 0,001$). High clinical efficacy and uncomplicated healing of such anastomosis was confirmed by earlier restoration of bowel emptying function – after 1.9±0.3 days, compared with 2.6±0.3 days after the one-line sutured anastomosis formation, and also by the absence of stenosis ($p < 0,001$).

Created technology of radio-frequency electric welding intestinal anastomosis making has the potential to provide at surgical clinic, on the base of welded tissues properties' differences, the reducing of anastomosis leakage rate as well as related disability and mortality.

Key words: intestine, gut, surgery, anastomotic leakage, live tissues electric welding technology, experiment, pig, healing, scar, structure, vessels, collagen fibers, muscle cells, bacteria, burst pressure, elasticity, stool.