

МЕТОДИКИ

DOI: 10.31393/reports-vnmedical-2018-22(3)-29

УДК: 616.345+616.351]-006.6-089.86:621.791

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОЗВАРНОГО КОЛОРЕКТАЛЬНОГО АНАСТОМОЗУ В ЕКСПЕРИМЕНТІ ТА КЛІНІЦІ

Подпрятков С.С.^{1,2,5}, Подпрятков С.Є.^{1,2,3}, Гичка С.Г.⁴, Гетьман В.Г.⁵, Макаров А.В.⁵, Маринський Г.С.³, Лебедєв О.В.³, Ткаченко В.А.³, Чернець О.В.³, Чертко Н.А.³, Тарнавський Д.В.⁶

¹Київський центр електрозварювальної хірургії та новітніх технологій (вул. Харківське шосе, 121, м. Київ, Україна, 02091),

²Київська міська клінічна лікарня №1 (вул. Харківське шосе, 121, м. Київ, Україна, 02091),

³Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона НАН України (Боженка вулиця, 11, м. Київ, Україна, 03680),

⁴Національний медичний університет імені О.О.Богомольця (бульвар Тараса Шевченка, 13, м. Київ, Україна, 01601),

⁵Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л.Шупика (вул. Дорогожицька, 9, м. Київ, Україна, 04112),

⁶Національний університет біоресурсів і природокористування України (вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна, 03041)

Відповідальний за листування:
e-mail: sspodpr@gmail.com

Статтю отримано 28 серпня 2018 р.; прийнято до друку 20 серпня 2018 р.

Анотація. Частота неспроможності колоректального анастомозу є достовірно вищою за інші міжкишкові, і сягає 19% у плановій хірургії. Накладення міжкишкового анастомозу електрозварним методом зумовлює загоєння з продуктивним типом перебігу. Мета - оцінити технічні особливості та ефективність створення електрозварного колоректального анастомозу (ЕКРА), в порівнянні з іншими видами міжкишкових електрозварних анастомозів. 8 ЕКРА були накладені в умовах хронічного експерименту в дистальній третині прямого відрізка товстої кишки свині. Після аналізу їх ефективності, наклали ЕКРА у 4 хворих: двом на відстані 3-4 см від анального сфінктеру, і двом - на рівні верхньоампулярного відділу. Попереднє опромінення отримали 2 хворих. Вік хворих становив 40-79 років. ЕКРА накладали одномоментно, кінець-до-кінця, використовуючи інструмент з циркулярними електродами, та апарати - джерела електрозварювальних імпульсів ЕК-300М1 та "Патонмед" ЕКВЗ-300, виробництва Інституту електрозварювання. У свині масою 45-75 кг інструмент вводили в просвіт кишки через проксимальну колотомію, у людини - трансанально. Електрозварний вплив по лінії ЕКРА контролювали візуально та за перебігом кривої імпедансу на екрані апарату контролю. В експерименті загоєння ЕКРА досліджували морфологічно в заплановані періоди загоєння. При фіксації кишки на інструменті відзначили ригідність стінок кишки, яка потребувала додаткових зусиль стискування електродів для розсладження стінок вздовж поверхні електроду. Під час проби розпирання кишки рідиною з бареником всі ЕКРА були герметичні. Свині вставали через 6-12 годин у спробі пити, до кінця доби 7 з 8 свиней уже вимагали їжу. У 2 свиней відзначили випорожнення кишки наприкінці першої післяопераційної доби, у 6 - протягом другої (в середньому через 25,4±5,1 години). Товщина субстрату ЕКРА сягала 0,3 мм. Загоєння ЕКРА відбувалося первинно, без ознак деструкції електрозварного субстрату та ділянки кишки навколо ЕКРА, за типом характерної продуктивної проліферації. У 1 пацієнтки виявили неспроможність нижньоампулярного ЕКРА, на 7-му добу, на тлі відходження стулу, за появою кишкового вмісту по дренажах. Хворій наклали відключаючу стому, настало одужання. Появу стулу у хворих спостерігали через 29-57 годин після операції, включно у хворі з виникненням неспроможності анастомозу (через 48 годин). У жодного не було відчуття непрохідності, нестримних імперативних покликів до стулу. За даними ендоскопії, виразкування ділянки ЕКРА було обмежене епітеліальним шаром, і не призводило до кровотечі чи поглиблення некрозу. Одна хвора з накладеним електрозварним електродоректоанастомозом померла на 4-ту добу в наслідок гострого порушення кровообігу головного мозку. За даними автопсії, ЕКРА не мав ознак неспроможності, картина загоєння відповідала продуктивному запаленню, з наявністю суцільного з'єднання, потужного фібриногенезу пронизуючих зону з'єднання колагенових волокон, мережі функціонуючих новоутворених дрібних судин грануляційної тканини, відсутністю воєнич розпаду. З числа 3 хворих з ЕКРА після випуски протягом 2 років простежено 3 хворих, 3 років - 2 хворих, 5 років - 1 хворий. У них не виникали гнійні ускладнення. Виразкування чи зрушення кишки по лінії ЕКРА не було, просвіт кишки був відновлений, біля лінії з'єднання відновилися складки слизової оболонки. Таким чином, застосування електрозварного інструменту з циркулярними електродами надає можливість одномоментно створити колоректальний анастомоз після здійснення передньої резекції прямої кишки. Більша товщина м'язової оболонки прямої кишки у людини та індивідуальні варіації її діаметру вимагають використання низки спеціальних інструментів.

Ключові слова: пряма кишка, електрозварювання живих тканин, анастомоз, клініка, експеримент, інструмент, неспроможність, загоєння, стул.

Вступ

Анастомоз з прямою кишкою та передопераційне опромінення є основними незалежними чинниками підвищеного ризику неспроможності міжкишкового з'єднання [11]. Частота неспроможності колоректального анастомозу достовірно переважає таку для інших міжкишкових анастомозів, і сягає 19% в плановій хірургії [10]. Тому при його накладенні рекомендують накладання запобіжної відключаючої ілеостоми, хоча це не змінює кількість ускладнень анастомозу, а лише полег-

шує перебіг гнійного процесу в тазу [9]. Хронічне запалення при цьому є чинником деформації анастомозу, та місцевого рецидиву пухлини, на додачу до 10% спостереження значного порушення аноректальної функції випорожнення, включаючи синдром низької (передньої) резекції, що є чинником значного зниження якості життя і можливою причиною формування постійної колостоми [1, 7, 8]. Накладення міжкишкового анастомозу електрозварним способом є принципово новим і ба-

гатообіцяючим методом, з вірогідно вищою ефективністю запобігання неспроможності [5, 6]. Узагальнені результати хронічного експерименту свідчать про достатню первинну міцність, первинний характер загоєння електрозварного міжкишкового анастомозу, яке перебігає за продуктивним типом [3].

Мета - оцінити технічні особливості та ефективність створення електрозварного колоректального анастомозу, в порівнянні з іншими видами міжкишкових електрозварних анастомозів

Матеріали та методи

В умовах хронічного експерименту та клінічного впровадження спостерігали особливості накладення та перебігу загоєння електрозварного колоректального анастомозу (ЕКРА), які порівнювали з отриманими в попередніх дослідженнях [2, 3] особливостями електрозварного методу створення міжкишкового анастомозу.

Поза тим, що свиня часто використовується для передклінічних випробувань через подібність органів, у цієї тварини пряма кишка видовжена, не має чіткої межі із товстою, окрім спіралеподібного укладення [4] - тому, при виконанні резекції дистального, випрямленого відділу товстої кишки, фактично, накладали колоректальний анастомоз.

Результати, отримані нами при накладенні ЕКРА в лабораторних та гострих експериментах, не відрізнялися від отриманих на проксимальних відділах товстої кишки [2, 3], і тому не були виділені окремо.

Для дослідження були відібрані 8 ЕКРА, накладені в умовах хронічного експерименту в дистальній третині прямого відрізка товстої кишки свині. Після аналізу їх спроможності, в рамках клінічного впровадження методу електрозварювання наклали ЕКРА у 4 хворих: двом на відстані 3-4 см від сфінктеру відхідника, і двом - на рівні верхньоампулярного відділу та ректосигмоїдного згину. У всіх хворих мобілізували пухлину електрозварюванням, здійснюючи резекцію ділянки кишки, відповідно до онкологічних принципів. Попереднє опромінення отримали 2 хворих з середньоампулярним розташуванням пухлини.

Вік хворих становив 40-79 років.

ЕКРА накладали одномоментним методом, кінець-до-кінця, використовуючи спеціалізований інструмент з суцільними циркулярними електродами виробництва Інституту електрозварювання.

Наявність і рівномірність електрозварного впливу по лінії ЕКРА контролювали візуально. Водночас, за участі відповідального інженера, контролювали величини струму, напруги та імпедансу, а, також, відпрацювання фаз закладеного електрозварного алгоритму в процесі експериментів та клінічного впровадження, з виведенням на екран в реальному часі цих значень, за допомогою модуля швидкого аналого-цифрового перетворення та персонального комп'ютера, приєднаного кабелів інструменту.

Використовували апарати - джерела електрозварю-

вальних імпульсів ЕК-300М1 та "Патонмед" ЕКВЗ-300, виробництва Інституту електрозварювання імені Є.О. Патона НАН України, дозволені для застосування в хірургічній практиці. До кабелів інструменту, які виходили з апаратів, був приєднаний описаний зовнішній контрольно-діагностичний комплекс.

Для оцінки міцності та фізичної герметичності міжкишкового з'єднання в ЕКРА, сегмент кишечника наповнювали ізотонічним розчином натрію хлориду, з доданим синім або зеленим барвником, повільно підвищуючи тиск до рівня 25 ± 2 мм рт. ст., або до тугого розправлення стінок кишки, та можливу появу барвника на зовнішній, серозній поверхні ЕКРА. Вимірювання тиску здійснювали за допомогою приєднаного до системи введення рідини електронного манометра DPG8000 M4026/1203 фірми Omega, США, сертифікованого за ISO 9001.

Клінічне впровадження методу створення ЕКРА здійснювали у рамках НДР № 0109U002320 "Клініко-експериментальне впровадження методу електрозварювання м'яких живих тканин в плановій та невідкладній хірургії" Національної медичної академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика, НДР № 0103U006156 "Розвиток техніки електрозварювання перерізів тканин різних органів людини, створення нових типів медичного інструменту, протезів та імплантатів" Інституту електрозварювання імені Є.О.Патона НАН України, та Державної цільової науково-технічної програми розвитку виробництва медичної техніки на 2009-2013 роки. На виконання операції була отримана згода пацієнтів відповідно до діючого законодавства.

Результати дослідження на 8 самцях свині породи "Українська велика біла", масою 45-75 кг., отримані в умовах комплексного хронічного експерименту на базі ветеринарного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України, за згодою комітету з біоетики, з дотриманням 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.

У тварини, після накладення кількох запланованих для безпосереднього дослідження міжкишкових анастомозів, накладали ЕКРА.

Спеціальної підготовки кишечника тваринам не здійснювали, і не давали їсти лише в день операції.

Операції виконували після премедикації, під ендотрахеальним наркозом. Тваринам у вольєрі вводили премедикацію препаратом "Комбістрес", після седативної переносили в операційну та вводили у наркоз. Здійснювали серединну лапаротомію. В рану виводили ділянку прямої кишки. Кишку пересікали. Інструмент для створення циркулярного електрозварного з'єднання вводили в просвіт кишки через проксимальніше здійснену ентеротомію (колотомію), оскільки діаметр заднього

проходу у свиней був меншим за людський, а тонус сфінктеру - вищим. Після накладення ЕКРА місце ентєротомії закривали, накладаючи однорядний шов або здійснюючи точкове електрозварне закриття.

На відміну від тварини, у клініці пацієнтам електрозварний інструмент для накладення ЕКРА водили та виводили трансанально.

Тваринам одразу після операції дозволяли пити, а з наступного дня - їсти. В запланований період, в аналогічних описаному раніше умовах наркозу, забирали ділянку кишки для фінального дослідження. Після відбору ділянки кишки для фінального дослідження тварину в наркозі умертвляли шляхом введення смертельної дози тіопенталу натрію.

При відбиранні у запланований термін ЕКРА, оцінювали його загальний вигляд спільно морфологом та хірургом. Для морфологічного дослідження брали анастомози, які попередньо розтягували рідиною зі зростаючим тиском до 29-33 мм рт. ст., і не виявили втрати герметичності для рідини. Сегмент кишки з накладеним МА занурювали у нейтральний 10% розчин формаліну та спрямовували на морфологічне дослідження. В подальшому здійснювали гістологічну проводку та заливали матеріал в парафінові блоки. Гістологічні зрізи, після забарвлення гематоксиліном та еозином, вивчали за допомогою світлооптичного мікроскопу фірми Olympus (CX41RF).

Ведення післяопераційного періоду у клініці було традиційним для хворих після накладення кишкового анастомозу.

З огляду на невелику кількість спостережень, їх оцінювали якісно, без застосування статистичних методів аналізу.

Результати. Обговорення

При фіксації кишки на інструменті відзначили ригідність стінок кишки, яка потребувала додаткових зусиль стискання електродів для розгладжування стінок вздовж поверхні електроду. Це вимагало або візуального контролю (не-) вислизання стінок кишки з-під електродів, що було можливим у хронічному експерименті - або попереднього накладення кисетного центруючого шва для фіксації кишки на вісі інструменту.

Видалення інструменту після зрізання касетної лігатури відбувалось з помірним напруженням при проведенні крізь лінію анастомозу, яке не руйнувало лінію ЕКРА. В усіх дослідженнях здійснювали перевірку герметичності розтягненням рідиною: ознак неспроможності лінії ЕКРА не виявляли. В подальшому ознак неспроможності ЕКРА не спостерігали. Ознак непрохідності кишки, або підтікання калу в наслідок нетримання не було.

Свині вставали через 6-12 годин у спробі пити, до кінця доби 7 з 8 свиней вже вимагали їжу. У 2 свиней відзначили випорожнення кишки наприкінці першої післяопераційної доби, у 6 - протягом другої (в середнь-

ому через 25,4±5,1 години). За зовнішнім виглядом та поведінкою на третю добу всі дослідні свині мали вигляд абсолютно здорових. Ректальна температура свиней не перевищувала фізіологічну норму (38,0-40,0 °С), і протягом першої доби становила 39,8±0,4 °С, другої - 39,4±0,5 °С, третьої - 38,9±0,4 °С.

Під час запланованої релапаротомії, через 1 добу після накладення ЕКРА, спостерігали легкі злуки з анатомічно прилеглим сечовим міхуром та 1-2 петлями кишки, лише по його лінії, без деформації стінок кишки. В черевній порожнині виявили до 5 мл серозного ексудату, без відкладень фібрину. Під час інших релапаротомій відзначили наявність нижніх злук навколо ЕКРА, які до 21-45-ї післяопераційної доби зникали, не утворюючи рубців і тому були оцінені як результат теплового впливу і продуктивного запалення, а не міграції мікроорганізмів.

Морфологічних відмінностей субстрату ЕКРА щодо інших ділянок накладення електрозварного міжкишкового анастомозу не виявили, відмінності полягали переважно в товщині субстрату ЕКРА, який у ЕКРА сягав 0,3 мм. Загоєння ЕКРА на всіх етапах відбувалося первинно, без ознак деструкції електрозварного субстрату та ділянки кишки навколо ЕКРА, за типом характерної для електрозварних анастомозів продуктивної проліферації [9].

Візуальний контроль низько розташованого ЕКРА був обмеженим через глибину тазу. Рішення про повноцінність зварювання приймали за характеристикою кривої зміни імпедансу - її відповідності до відпрацьованої в експерименті.

Під час операції контролювали якість з'єднання в ЕКРА за результатами водної проби з наповненням кишки до повного розпрямлення стінок. Ознак неспроможності електрозварювального з'єднання не виявили.

У 1 пацієнтки виявили неспроможність ЕКРА, накладеного в нижньоампулярному відділі прямої кишки, яку діагностували на 7-му післяопераційну добу, на тлі відходження газів та стулу, за появою кишкового вмісту по дренажах з промежини. Хворій наклали відключаючу стому, настало одужання.

Як і в попередніх спостереженнях електрозварного міжкишкового анастомозу, у всіх хворих з ЕКРА спостерігали підйом температури тіла в межах 37,4-37,9 оС впродовж першої доби після операції. При цьому ознак формування абсцесу тазу чи нориці у хворих з ЕКРА не спостерігали.

Появу стулу у всіх хворих після накладання ЕКРА спостерігали через 29-57 годин після операції, включно у хворої з виникненням неспроможності анастомозу (через 48 годин). У жодного з хворих після накладення ЕКРА в ранньому та віддаленому періодах не було відчуття непрохідності в зоні анастомозу, а також нестримних імперативних покликів до стулу, інших проявів синдрому низької резекції чи функційного бар'єру.

У післяопераційному періоді, за даними ендоскопічного та рентгенологічного дослідження, виразкування

ділянки ЕКРА було обмежене епітеліальним шаром, і в подальшому не призводило до кровотечі чи поглиблення некрозу із виникненням неспроможності.

Одна хвора після здійснення резекції сигмоподібної кишки, з накладеним електрозварним десцендоректоанастомозом, померла на 4-ту добу в наслідок гострого порушення кровообігу головного мозку. За даними автопсії, ЕКРА мав однакове з рештою кишки забарвлення, не мав зовнішніх злук, відкладень фібрину та інших ознак запалення і неспроможності, був герметичним. За даними гістологічного дослідження видаленого ЕКРА картина загоєння відповідала продуктивному запаленню в інших електрозварних анастомозах у відповідний термін загоєння, з наявністю суцільного електрозварного з'єднання, потужного фібрилогенезу пронизуючих зону електрозварного з'єднання колагенових волокон, мережі функціонуючих новоутворених дрібних судин грануляційної тканини, відсутністю вогнищ розпаду.

З числа 3 хворих з ЕКРА після виписки простежено протягом 2 років - 3 хворих, 3 років - 2, 5 років - 1.

У пацієнтів з ЕКРА, незважаючи на застосування променевої терапії, в віддаленому післяопераційному періоді в порожнині тазу не виникали гнійні ускладнення, утворення хронічно існуючої порожнини чи нориці.

У жодного зі спостережених хворих не виявили клінічних, ендоскопічних чи томографічних ознак місцевого рецидиву: зовнішньої деформації анастомозу, розростання пухлини в місці її видалення. Виразкування чи звуження кишки по лінії ЕКРА не було, просвіт кишки був відновлений, а лінію з'єднання стінок кишки було важко ідентифікувати в наслідок відновлення складок слизової оболонки довкола неї.

Безпосередній та віддалений результат створення ЕКРА відповідає отриманим нами даним [3] про достатню первинну міцність, первинний характер загоєння

електрозварного міжкишкового анастомозу, яке перебігає за продуктивним типом.

Рання поява стулу, продовження випорожнення навіть на тлі неспроможності свідчать за первинну структурну інтеграцію субстрату ЕКРА з тканинами з'єднаних відрізків кишки. Дослідження видаленого ЕКРА підтверджують відсутність фази деструктивних змін в ньому впродовж загоєння, що сприяє високому рівню функційної інтеграції ЕКРА та забезпечує відновлення накопичувальної функції ампули кишки після її резекції.

Висновки та перспективи подальших розробок

1. Застосування електрозварного інструменту з циркулярними електродами надає можливість одночасно створити колоректальний анастомоз після здійснення передньої резекції прямої кишки.

2. За характеристиками міцності, продуктивного типу загоєння та швидкого відновлення пропульсивної здатності, електрозварний колоректальний анастомоз є подібним до інших міжкишкових електрозварних анастомозів.

3. Більша товщина м'язової оболонки прямої кишки у людини в порівнянні з такою у свині та індивідуальні варіації її діаметру вимагають використання низки спеціальних інструментів для досягнення рівномірного та щільного стиснення тканин.

Застосування електрозварювання для накладання ЕКРА є перспективним, зважаючи на результати досліджень ефективності міжкишкових електрозварних анастомозів. Однак, зважаючи на складнощі візуального та манометричного контролю спроможності низького ЕКРА, доцільною є розробка додаткових способів контролю повноти залучення у з'єднанні стінки кишки по всьому її периметру, особливо з боку короткої кукси прямої кишки.

Список посилань

- Будтуев, А. С., Пикунев, Д. Ю., Рыбаков, Е.Г. & Севостьянов, С. И. (2014). Синдром низкой передней резекции прямой кишки и методы его хирургической коррекции. *Вестник хирургии имени И.И. Грекова*, 173 (4), 106-110. doi.org/10.24884/0042-4625-2014-173-4-106-110.
- Патон, Б. Е. & Иванова О. М. (Ред.). (2009). *Тканевая высокочастотная электросварочная хирургия: Атлас*. Київ: Наук. думка.
- Подпрятков, С. С., Подпрятков, С. Е. & Гетьман, В. Г. (2018). Особливості перебігу проліферації у міжкишкових анастомозах, створених з застосуванням технології електрозварювання живих тканин. *Хірургія України*, 2, 60-64. doi.org/10.30978/SU2018260.
- Bosmans, J.W.A.M., Moosdorff, M., Al-Taher, M., van Beek, L., Derikx, J.P.M. & Bouvy, N. D. (2016). International consensus statement regarding the use of animal models for research on anastomoses in the lower gastrointestinal tract. *International Journal of Colorectal Disease*, 31, 1021-1030. doi:10.1007/s00384-016-2550-5.
- Han, Sh., Cai, Zh., Ning, Xu., He, L., Chen, J., Huang, Z., ... Li, Zh. (2015). Comparison of a New High-Frequency Electric Welding System for Intestinal Closure with Hand-Sewn In Vivo Pig Model. *J. Laparosc. Adv. Surg. Tech. A.*, 25 (8), 662-667. doi.org/10.1089/lap.2015.0101.
- Ho, Y.-H., & Ashour, M. A. T. (2010). Techniques for colorectal anastomosis. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 16 (13), 1610-1621. doi: 10.3748/wjg.v16.i13.1610.
- Ji, W. B., Kwak, J. M., Kim, J., Um, J. W., & Kim, S. H. (2015). Risk factors causing structural sequelae after anastomotic leakage in mid to low rectal cancer. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 21(19), 5910-5917. doi.org/10.3748/wjg.v21.i19.5910.
- Lindgren, R., Hallbook, O., Rutegard, J., Sjordahl, R. & Matthiessen, P. (2011). What is the risk for a permanent stoma after low anterior resection of the rectum for cancer? A six-year follow-up of a multicenter trial. *Dis. Colon Rectum.*, 54 (1), 41-7. doi: 10.1007/DCR.0b013e3181fd2948.
- Nurkin, S., Kakarla, V. R., Ruiz, D. E., Cance, W. G. & Tiszenkel, H. I. (2013). The role of faecal diversion in low rectal cancer: a review of 1791 patients having rectal resection with anastomosis for cancer, with and without a proximal stoma. *Colorectal Dis.*, 15 (6), e309-16. doi: 10.1111/codi.12248.
- Pinkney, T., Battersby, N., Bhangu, A., Chaudhri, S., El-Hussuna, A., Frasson, M. ... Tan, S. (2017). 2015 European Society of Coloproctology collaborating group. The relationship between method of anastomosis and anastomotic failure after right hemicolectomy and ileo-caecal resection: an international

snapshot audit. *Colorectal Dis.*, 19, e296-e311. doi:10.1111/codi.13646.

11. Pommergaard, H., Gessler, B., Burcharth, J., Angenete, E., Haglund, E. & Rosenberg, J. (2014). Preoperative risk factors for anastomotic leakage after resection for colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis. *Colorectal Dis.*, 16, 662-671. doi: 10.1111/codi.12618.

References

- Budtuev, A. S., Pikunov, D. Iu., Rybakov, E. G. & Sevost'ianov, S. I. (2014). Syndrom nizkoj perednej rezektsii prjamoj kishki I metody jego khirurgicheskoy korrektsii [The low transabdominal rectal resection syndrome and methods of its surgical correction]. *Vestnik Khirurgii imeni I.I.Grekova - Bulletin of Surgery named after I.I. Grekova*, 173 (4), 106-110. doi.org/10.24884/0042-4625-2014-173-4-106-110.
- Paton, B. E. & Ivanova, O. M. (Eds.). (2009). *Tkanesokhraniayushchaya vysokochastotnaya elektrosvaroch'naya khirurgiya: Atlas [The live tissue preserving high-frequency electric welding surgery: Atlas]*. Kyiv: Naukova Dumka - Kyiv: Scientific Thought.
- Podpriatov, S. S., Podpriatov, S. E. & Hetman, V. G. (2018). Osoblyvosti perebihu proliferatsiyi v mizhkistkovykh anastomozakh, stvorenykh iz zastosuvannyam tekhnolohiyi elektrozvaryvannyya zhyvykh tkanyh [The proliferation process features inside intestinal anastomosis created by live tissues electric welding technology]. *Surgery of Ukraine*, 2, 60-64. doi.org/10.30978/SU2018260.
- Bosmans, J.W.A.M., Moosdorff, M., Al-Taher, M., van Beek, L., Derikx, J.P.M. & Bouvy, N. D. (2016). International consensus statement regarding the use of animal models for research on anastomoses in the lower gastrointestinal tract. *International Journal of Colorectal Disease*, 31, 1021-1030. doi:10.1007/s00384-016-2550-5.
- Han, Sh., Cai, Zh., Ning, Xu., He, L., Chen, J., Huang, Z., ... Li, Zh. (2015). Comparison of a New High-Frequency Electric Welding System for Intestinal Closure with Hand-Sewn In Vivo Pig Model. *J. Laparoendosc. Adv. Surg. Tech. A.*, 25 (8), 662-667. doi.org/10.1089/lap.2015.0101.
- Ho, Y.-H., & Ashour, M. A. T. (2010). Techniques for colorectal anastomosis. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 16 (13), 1610-1621. doi: 10.3748/wjg.v16.i13.1610.
- Ji, W. B., Kwak, J. M., Kim, J., Um, J. W., & Kim, S. H. (2015). Risk factors causing structural sequelae after anastomotic leakage in mid to low rectal cancer. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 21(19), 5910-5917. doi.org/10.3748/wjg.v21.i19.5910.
- Lindgren, R., Hallbook, O., Rutegard, J., Sjodahl, R. & Matthiessen, P. (2011). What is the risk for a permanent stoma after low anterior resection of the rectum for cancer? A six-year follow-up of a multicenter trial. *Dis. Colon Rectum.*, 54 (1), 41-7. doi: 10.1007/DCR.0b013e3181fd2948.
- Nurkin, S., Kakarla, V. R., Ruiz, D. E., Cance, W. G. & Tiszenkel, H. I. (2013). The role of faecal diversion in low rectal cancer: a review of 1791 patients having rectal resection with anastomosis for cancer, with and without a proximal stoma. *Colorectal Dis.*, 15 (6), e309-16. doi: 10.1111/codi.12248.
- Pinkney, T., Battersby, N., Bhangu, A., Chaudhri, S., El-Hussuna, A., Frasson, M. ... Tan, S. (2017). 2015 European Society of Coloproctology collaborating group. The relationship between method of anastomosis and anastomotic failure after right hemicolectomy and ileo-caecal resection: an international snapshot audit. *Colorectal Dis.*, 19, e296-e311. doi:10.1111/codi.13646.
- Pommergaard, H., Gessler, B., Burcharth, J., Angenete, E., Haglund, E. & Rosenberg, J. (2014). Preoperative risk factors for anastomotic leakage after resection for colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis. *Colorectal Dis.*, 16, 662-671. doi: 10.1111/codi.12618.

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОСВАРНОГО КОЛОРЕКТАЛЬНОГО АНАСТОМОЗА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ И КЛИНИКЕ

Подпратов С.С., Подпратов С.Е., Гичка С.Г., Гетьман В.Г., Макаров А.В., Маринский Г.С., Лебедєв А.В., Ткаченко В.А., Чернец А.В., Четвертко Н.А., Тарнаевский Д.В.

Аннотация. Частота несостоятельности колоректального анастомоза является достоверно выше остальных межкисечных и достигает 19% в плановой хирургии. Наложение межкисечного анастомоза электросварным методом обуславливает особенностями заживления с продуктивным типом течения. Цель - оценить технические особенности и эффективность создания электросварочного колоректального анастомоза (ЭКР), по сравнению с другими видами межкисечных электросварных анастомозов. 8 ЭКР были наложены в условиях хронического эксперимента в дистальной трети прямого участка толстой кишки свиньи. После анализа их эффективности, наложжи ЭКР у 4 больных: двум - на расстоянии 3-4 см от анального сфинктера, и двум - на уровне верхнеампулярного отдела. Предварительное облучение получили 2 больных. Возраст больных составлял 40-79 лет. ЭКР накладывали одномоментно, "конец-в-конец", используя инструмент с циркулярными электродами, и аппараты - источники электросварочных импульсов ЕК-300М1 и "Патонмед" ЕКВ3-300, производства Института электросварки. У свиньи массой 45-75 кг инструмент вводили в просвет кишки через проксимальную колотомию, у человека - трансанально. Электросварные влияния по линии ЭКР контролировали визуально и по виду кривой импеданса на экране аппарата контроля. В эксперименте заживление ЭКР исследовали морфологически в запланированные периоды заживления. При фиксации кишки на инструменте отметили ригидность стенок кишки, которая требовала дополнительных усилий сжатия электродов для разглаживания стенок вдоль поверхности электрода. При пробе введенной жидкости с красителем герметичность подтверждена во всех наблюдениях. Свиньи вставали через 6-12 часов для питья, до конца суток 7 из 8 свиней уже требовали пищу. У 2 свиней отметили стул кишки в конце первых послеоперационных суток, у 6 - в течение вторых (в среднем через 25,4±5,1 часа). Толщина субстрата ЭКР достигала 0,3 мм. Заживление ЭКР происходило первично, без признаков деструкции электросварного субстрата и участка кишки вокруг ЭКР, по типу характерной продуктивной пролиферации. У 1 пациентки выявили несостоятельность нижеампулярного ЭКР, на 7-е сутки, на фоне отхождения стула, по появлению кишечного содержимого по дренажам. Больной наложили отключающую стому, наступило выздоровление. Появление стула у больных наблюдали через 29-57 часов после операции, включая больную с возникновением несостоятельности анастомоза (через 48 часов). Ни у одного не было ощущения непроходимости, безудержных императивных позывов к стулу. По данным эндоскопии, язвы участка ЭКР были ограничены эпителиальным слоем, и не приводили к кровотечению или углублению некроза. Одна больная с наложенным электросварочного десцендоректоанастомозом умерла на 4-е сутки вследствие острого нарушения кровообращения головного мозга. По данным аутопсии, ЭКР не имел признаков несостоятельности, картина заживления отвечала продуктивному воспалению, с наличием сплошного соединения, мощного фибриллогенеза пронизывающих зону соединения коллагеновых волокон, сети функционирующих новообразованных мелких сосудов грануляционной ткани, отсутствием очагов распада. Из числа 3 больных

с ЭКР после выписки в течение 2 лет прослежено 3 больных, 3 лет - 2 больных, 5 лет - 1 больной. У них не возникали гнойные осложнения. Изъязвления и сужения кишки по линии ЭКР не было, просвет кишки был восстановлен, у линии соединения возобновились складки слизистой оболочки. Таким образом, применение электросварочного инструмента с циркулярными электродами позволяет мгновенно создать колоректальный анастомоз после выполнения передней резекции прямой кишки. Большая толщина мышечной оболочки прямой кишки у человека и индивидуальные вариации ее диаметра требуют использования ряда специальных инструментов.

Ключевые слова: прямая кишка, колоректальный анастомоз, электросварка живых тканей, клиника, эксперимент, инструмент, несостоятельность, заживление, стул.

THE FEATURES OF ELECTRIC WELDING COLORECTAL ANASTOMOSIS CREATION IN EXPERIMENT AND CLINICS

Podpriatov S.S., Podpryatov S.E., Gichka S.G., Hetman V.G., Makarov A.V., Marinsky G. S., Lebedev O. V., Tkachenko V.A., Chernets O.V., Chvertko N.A., Tarnavsky D.V.

Annotation. The frequency of colorectal anastomosis leak is significantly higher than other intestinal, up to 19%. The anastomosis, created by electro-weld method, had productive type of inside healing. Aim - to evaluate the technical features and efficiency of electro-welded colorectal anastomosis (EWCRA), in comparison with other types of intestinal welded anastomoses. 8 EWCRA were created at chronic experiment in the distal third of the direct segment of the swine colon. After analyzing their effectiveness, EWCRA was applied in 4 patients: two at a distance of 3-4 cm from the anal sphincter, and two at the level of the upper ampulla unit. Previous radiation was received by 2 patients. The age of the patients was 40-79 years old. EWCRA was applied in a moment, end to end, by using a tool with circular electrodes, and devices - sources of electric welding impulses EK-300M1 and Patonmed EKVZ-300, produced by the Electric Welding Institute. In pigs weighing 45-75 kg. this instrument was inserted into the rectal lumen through proximal colotomy, in humans - via transanal. Welding influence at the EWCRA was controlled visually, and by the impedance curve flow on the control apparatus screen. In the experiment, EWCRA healing was morphologically investigated in the planned healing periods. When fixing the gut on the instrument, the rigidity of rectal walls was noted, which required additional efforts to compress the electrodes to smooth the walls along the electrodes surface. During the test of rectal swelling with colored liquid, all EWCRA were sealed. Pigs got up after 6-12 hours in an attempt to drink; by the end of the day, 7 out of 8 pigs had already demanded food. In the 2 pigs, the gut was empty at the end of the first postoperative period, at 6 - during the second (on average 25.4±5.1 hours). The thickness of the EWCRA substrate reached 0.3 mm. Recovery of EWCRA occurred initially, without signs of destruction of the welded tissue substrate and the intestinal walls around the EWCRA, by the typical post-welding productive proliferation healing type. In one patient, the leak of the lower EWCRA was detected on the 7th day, against the stool continuity, after the intestinal contents appearance by drainage. The patient got a stoma and recovered. In patients first stool was observed after 29-57 hours after the operation, including a patient with anastomosis dehiscence (48 hours). None had a feeling of obstruction, unbridled imperative calls to the chair etc. According to the endoscopy, the ulceration of the EWCRA site was limited by the epithelial layer, and did not lead to bleeding or necrosis deepening. One patient with an electrically welded descendent-rectoanastomosis, died on the 4th day as a result of acute cerebrovascular disruption. According to autopsy, EWCRA did not show signs of failure, the pattern of healing was consistent with productive inflammation, with the presence of a continuous connection, a powerful fibrilogenesis of the permeation zone of collagen fibers, the network of functioning newly formed small vessels of granulation tissue, the absence of tissue fragmentation. Of the 3 patients with EWCRA, it was traced up to 2 years - 3 patients, 3 years - 2, 5 years - 1. They did not have purulent complications. There was no ulceration or narrowing of the intestine through the EWCRA line, the gut lumen was restored, the mucosal folds were restored near the connection line. So, the electric-welded tool with circular electrodes using enables the in-moment colorectal anastomosis creation after the low anterior resection of the rectum. The greater the thickness of the muscular layers of the human rectum, and its individual diameter variations require to use a number of special tools.

Keywords: rectum, colorectal anastomosis, live tissue electric welding technology, clinic, experiment, instrument, leak, healing, stool.
