

31. McLaughlin VV, Shillington A, Rich S. Survival in primary pulmonary hypertension: the impact of epoprostenol therapy. *Circulation*. 2002;106(12):1477-82.

32. Bellando-Randone S, Bruni C, Lepri G, et al. The safety of iloprost in systemic sclerosis in a real-life experience. *Clin Rheumatol*. 2018;37(5):1249-55. doi: 10.1007/s10067-018-4043-0

33. Oudiz RJ, Schilz RJ, Barst RJ et al. Treprostinil, a prostacyclin analogue, in pulmonary arterial hypertension associated with connective tissue disease. *Chest*. 2004;126(2):420-7.

34. Chung L, Farber HW, Benza R et al. Unique predictors of mortality in patients with pulmonary arterial hypertension associated with systemic sclerosis in the REVEAL registry. *Chest*. 2014;146(6):1494-504.

35. Simonneau G, Gatzoulis MA, Adatia I et al. Updated clinical classification of pulmonary hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(25):34-41.

36. Galie N, Corris PA, Frost A et al. Updated treatment algorithm of pulmonary arterial hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(25):60-72.

Стаття надійшла до редакції
07.08.2018



УДК 616.36-089.87-005.3-08-092.9:615.84

<https://doi.org/10.26641/2307-0404.2018.3.147961>

О.П. Тернавський

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОАГУЛЯЦІЇ
ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНИМИ МЕТОДАМИ
ЗДІЙСНЕННЯ ГЕМОСТАЗУ
НА РЕЗЕКЦІЙНУ ПОВЕРХНЮ ПЕЧІНКИ
(експериментальне дослідження)**

*Національна медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика
вул. Дорогожицька, 9, Київ, 04112, Україна
National Medical Academy of Postgraduate Education
Dorohozhytska str, 9, Kyiv, 04112, Ukraine
e-mail: oleksandrternavskiy@gmail.com*

Ключові слова: конвекційно-інфрачервона термохірургічна технологія, коагуляційний гемостаз, біполярна електрокоагуляція, високочастотна електрокоагуляція біологічних тканин, зони коагуляції, паренхіма печінки, експеримент

Ключевые слова: конвекционно-инфракрасная термохирургическая технология, коагуляционный гемостаз, биполярная электрокоагуляция, высокочастотная электрокоагуляция биологических тканей, зоны коагуляции, паренхима печени, эксперимент

Key words: convection-infrared thermosurgical technology, coagulation hemostasis, bipolar electrocoagulation, high-frequency electric welding of living biological tissues, coagulation zone, liver parenchyma, experiment

Реферат. Исследование влияния коагуляции высокоэнергетическими методами осуществления гемостаза на резекционную поверхность печени (экспериментальное исследование). Тернавский А.П. Особенность использования высокоэнергетических методов с целью осуществления гемостаза заключается в сложности сопоставления степени воздействия высокой температуры с достижением желаемого эффекта, в то же время чрезмерная температура в области воздействия приводит к формированию слоя карбонизованных тканей или их испарения. С целью проанализировать особенности изменений паренхимы печени после коагуляции высокоэнергетическими методами осуществления гемостаза был произведен эксперимент, который предусматривал выполнение резекции печени с коагуляцией резекционной поверхности, используя конвекционно-инфракрасную термохирургическую технологию в температурном режиме 600°C (КИТТ 600°C), биполярную электрокоагуляцию (БЭК) и высокочастотное электросваривание биологических тканей (ВЧЭС). В процессе исследования проанализированы результаты экспериментальных исследований на 25 беспородных

кроликах різного пола і віку, вагою тіла від 3350,0 г до 4180,0 г. В залежності від застосування високоенергетичного методу коагуляції було сформовано 3 групи: група 1 - БЕК; група 2 - ВЧЕЗ; група 3 - КИТТ 600°C. Проаналізовані дані гистологічного дослідження. Статистичний аналіз був проведений за допомогою SPSS Statistics. Проведеними дослідженнями встановлено, що показник середньої тенденції товщини зони дезагрегації/дизінтеграції становить 1936 (1630,83-2523) мкм в 1-й групі, 648 (508,33-734,33) мкм в 2-й групі і 470,6 (453,5-507) мкм в 3-й групі. Зона ущільненої паренхіми: 1-я група – 2732 (2591,5-2798,5) мкм, 2-я група – 4538 (4421,5-4687,5) мкм ($p=0,001$). Результати дослідження свідчать, що використання КИТТ 600°C має менш руйнівний вплив на оточуючі тканини порівняно з біполярною електрокоагуляцією і високочастотним електросварюванням біологічних тканин.

Abstract. Investigation of the effect of coagulation with high-energy methods of hemostasis implementation on the resected liver surface (experimental research) Ternavskiy O.P. *The peculiarity of using high-energy methods to implement hemostasis is in difficulty of comparing the degree of exposure to high temperature with the achievement of the desired effect, at the same time, excessive temperature in the area of impact leads to the formation of a layer of carbonized tissues or their evaporation. In order to analyze the peculiarities of changes in the liver parenchyma after coagulation with high-energy methods of hemostasis, an experiment that provided liver resection with coagulation of the resection surface using convection-infrared thermosurgical technology in a temperature mode of 600°C, bipolar electro-coagulation and high-frequency electric welding of living biological tissues was performed. The study analyzed the results of experimental studies on 25 outbred rabbits of different sex and age, weighing from 3350.0 g to 4180.0 g. Depending on the use of the high-energy coagulation method, 3 groups were formed: group 1 - high-frequency electric welding of living biological tissues; group 2 - bipolar electro-coagulation; group 3 - convection-infrared thermosurgical technology at a temperature mode of 600°C. The data of histological research were analysed. Statistical analysis was performed using SPSS Statistics. Studies have found that the average trend of the thickness of the disaggregation/disintegration zone is 1936 (1630.83-2523) μm in the 1st group, 648 (508.33-734.33) μm in the 2nd group and 470.6 (453.5-507) μm in the 3rd group. The zone of compacted parenchyma: the 1st group – 2732 (2591.5-2798.5) μm , the second group 4538 (4421.5-4687.5) μm ($p=0.001$). The results of the study indicate that the use of convection-infrared thermosurgical technology in a temperature mode of 600°C has a less destructive effect on the surrounding tissues as compared with bipolar electrocoagulation and high-frequency electric welding of biological tissues.*

Забезпечення надійного гемостазу в хірургії паренхіматозних органів і досі залишається надзвичайно актуальною проблемою, незважаючи на все різноманіття технологій та методів забезпечення стійкого гемостазу. Паренхіматозні органи, печінка зокрема, відрізняються своєю гематоциркуляторною системою, що створює труднощі при зупинці кровотечі і у свою чергу збільшує тривалість та травматичність оперативного втручання, а також обмежує можливість виконання органозберігаючих оперативних втручань. Шляхи зменшення ускладнень полягають у вдосконаленні технічних засобів для забезпечення гемостазу, але особливості будови паренхіми, активне кровопостачання та розвинена мережа з кровоносних судин ставлять до методик коагуляції особливі вимоги [1, 6, 9].

На сьогоднішній день всі термічні методи, які використовуються в хірургії, розрізняються за можливістю застосування, способом підведення до робочої поверхні, площею та об'ємом впливу, дозуванням різної за ефективністю термічної енергії та інтервалом впливаючих температур [7, 10].

Особливість використання високоенергетичних методів з метою здійснення гемостазу полягає в складності зіставлення ступеня впливу високої температури з досягненням бажаного ефекту, у той же час надмірна температура в ділянці впливу призводить до формування шару

карбонізованих тканин або їх випаровування [4]. Разом з тим, використання високочастотної електрохірургії при проведенні оперативних втручань на паренхіматозних органах (печінка, селезінка, підшлункова залоза) не завжди дозволяє здійснити стійкий гемостаз, нерідкі випадки жовчотеч, формування жовчних і панкреатичних нориць, відзначається інтенсивне запалення і некроз пошкоджених тканин [2, 5, 8].

Мета дослідження – дослідити та проаналізувати особливості змін паренхіми печінки після коагуляції резекційної поверхні високоенергетичними методами здійснення гемостазу.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Протягом дослідження було виконано експерименти на 25 безпородних кролях різного віку та статі, вагою тіла від 3350,0 г до 4180,0 г, середня вага - 4000,0 г. Експеримент передбачав виконання резекції печінки з наступною коагуляцією резекційного краю з використанням конвекційно-інфрачервоної термохірургічної технології КИТТ за температурного режиму 600°C (КИТТ 600°C), біполярної електрокоагуляції та високочастотного електросварювання біологічних тканин у ручному режимі роботи. Залежно від застосування високоенергетичного методу коагуляції було сформовано 3 групи: група 1 - БЕК; група 2 - ВЧЕЗ; група 3 - КИТТ 600°C.

Під час проведення експерименту дотримувались Закону України № 3447-IV «Про захист тварин від жорстокого поводження» (2006), стандартів Guide for the care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press, Revised, 1996) та American Heart Association's "Guidelines for the Use of Animal in Research" [3].

Оперативні втручання виконувались у стерильних умовах під загальною анестезією. Наркоз проводили шляхом внутрішньочеревинного введення 1% розчину дипрофолу та 5% розчину тіопенталу Na. Після виконання середньої лапоротомії в рану виводили печінку. Коагуляцію резекційної поверхні паренхіми печінки, з метою забезпечення гемостазу, виконували за допомогою коагулятора, принцип роботи якого оснований на використанні КІТТ за температурного режиму 600°C. В якості генератора конвекційно-інфрачервоного термохірургічного потоку використовували коагулятор ТПБ-65. Високочастотне електрозварювання м'яких біологічних тканин та біполярну електрокоагуляцію виконували за допомогою електрохірургічного комплексу в режимі високочастотного ручного електрозварювання та біполярної електрокоагуляції (режим LL2) відповідно.

Оцінювали зовнішній вигляд резектованої поверхні, відсутність чи наявність кровотечі з закоагульованої паренхіми печінки. Для гістологічних досліджень висікали в зоні коагуляції фрагмент ділянки печінки з досягнутим стійким гемостазом. Зрізи товщиною 5-7 мкм фарбували гематоксиліном і еозином, для оцінки відновлення функціональної активності клітин печінки в зоні операційного втручання використовували метод Шифф-йодна кислота (ШИК) за Мак-Манусом.

Фотодокументування гістологічних препаратів та їх вивчення проводили за допомогою світлооптичного мікроскопа Leica ICC50.

Статистичні показники результатів дослідження представлені у вигляді Me – медіана, IQR – міжквартильний розмах (Q25-Q75), p – рівень значущості. Як критерій достовірності різниці показників при аналізі незалежних даних (3 групи досліджень) використовували непараметричний Н-критерій Крускала-Уолліса, для аналізу 2 незалежних вибірок використовували непараметричний критерій Манна-Уїтні. Різницю вважали достовірною при вірогідності статистичної помилки $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Унаслідок коагуляційного впливу на резекційну поверхню рани печінки високоенергетичних методів здійснення гемостазу (рис. 1-3) формувалось вогнище термічного ушкодження тканин поліморфної структури, в якому, враховуючи гістологічні зміни в ділянці виражених термічних ушкоджень, були виділені: зона дезагрегації/дезінтеграції та зона ущільнення печінкової паренхіми, які залежно від використовуваного високоенергетичного методу здійснення гемостазу були різного розміру (об'єму) та структури.

При аналізі незалежних даних (3 групи досліджень), з використанням непараметричного Н-критерію Крускала-Уолліса було виявлено, що показник товщини зони дезагрегації/дезінтеграції має статистично значущу різницю ($p=0,001$) (табл.). Для показника товщини зони ущільнення використовували непараметричний критерій Манна-Уїтні для аналізу 2 незалежних вибірок.

Статистично опрацювавши морфометричні виміри зони ущільнення та зони дезагрегації/дезінтеграції коагульованого прошарку печінкової паренхіми, встановлено, що показник середньої тенденції (Me) товщини зони дезагрегації/дезінтеграції становить 1936 (1630,83-2523) мкм у 1 групі (БЕК), 648 (508,33-734,33) мкм у 2 групі (ВЧЕЗ) та 470,6 (453,5-507) мкм у 3 групі (КІТТ 600°C) ($p=0,001$) (табл.).

Товщина зон термічного ураження

Показники	Група 1 (БЕК)		Група 2 (ВЧЕЗ)		Група 3 (КІТТ 600°C)	
	Me	IQR	Me	IQR	Me	IQR
Товщина зони дезагрегації/дезінтеграції	1936*	1630,83-2523	648*	508,33-734,33	470,6*	(453,5-507)
Товщина зони ущільнення	2732**	2591,5-2798,5	4538**	4421,5-4687,5	-	-

Примітка: * – достовірність різниці показників між групами за Н-критерієм Крускала - Уолліса ($p=0,001$); ** – достовірність різниці показників між групами за критерієм Манна-Уїтні.

Зона ущільненої паренхіми, яка знаходиться під зоною дезагрегації/дезінтеграції, поширюється на глибину (показник середньої тенденції) – 2732 (2591,5-2798,5) мкм у 1-й групі (БЕК), 4538 (4421,5-4687,5) мкм у 2-й групі (ВЧЕЗ), типових ознак, характерних для зони ущільнення, у 3-й групі результатів (КІТТ 600°C), отриманих під впливом температурного режиму, не спостерігалось, що вірогідно пов'язано зі збільшенням товщини коагуляційного прошарку, який за рахунок теплоізолюючих властивостей змінює характер термічного ушкодження паренхіми (достовірність різниці показників між групами за непараметричним критерієм Манна-Уїтні $p=0,001$) (табл.).

Аналіз результатів дослідження з вивчення впливу високоенергетичних методів здійснення гемостазу дав нам можливість припустити, що для використання біполярної електрокоагуляції

та височастотного електрозварювання біологічних тканин існує прямопропорційна залежність між надійністю гемостазу та поширенням деструктивних змін вглиб паренхіми печінки в зоні коагуляції: зі збільшенням надійності гемостазу збільшується зона вираженого термічного ушкодження паренхіми, що не відбувається при використанні КІТТ 600°C, де коагулюючий фактор чинить мінімальний пошкоджуючий вплив. На користь цього твердження свідчить відсутність формування ознак, характерних для зони ущільненої паренхіми, що вірогідно пов'язано з безконтактним принципом дії та формуванням, порівняно з іншими методами коагуляції, тонкого коагуляційного прошарку, який, маючи теплоізолюючі властивості, змінює характер термічного ушкодження паренхіми, і глибина коагуляційного некрозу обмежена поверхнею впливу.



Рис. 1. Вид з резекційної поверхні печінки, коагульованої за використання конвекційно-інфрачервоної термохірургічної технології за температурного режиму 600°C



Рис. 2. Вигляд резекційної поверхні печінки, коагульованої за використання біполярної електрокоагуляції



Рис. 3. Вигляд резекційної поверхні печінки, коагульованої високочастотним електрзварюванням біологічних тканин

ВИСНОВКИ

1. Проведений експеримент демонструє, що розуміння морфологічних процесів, які відбуваються в ділянці впливу високоенергетичних методів здійснення гемостазу, дозволяє визначити необхідний метод коагуляції та найбільш оптимальний температурний режим.

2. Використання конвекційно-інфрачервоної термохірургічної технології за температурного режиму 600°C дозволяє досягти максимального ефекту від її застосування, яка, порівняно з біпо-

лярною електрокоагуляцією та високочастотним електрозварюванням біологічних тканин, чинить значно менший деструктивний вплив на оточуючі тканини, як у зоні використання, так і на віддалі, про що свідчить формування зони дезагрегації/дезінтеграції паренхіми печінки лабораторних тварин, яка становить 470,6 мкм (Me), порівняно з біполярною електрокоагуляцією – 1936 мкм (Me) та 648 мкм (Me) при використанні ВЧЕЗ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Асланян С.А. Методи місцевого гемостазу при пошкодженнях паренхімних органів живота: Огляд літератури // Літопис травматології та ортопедії. – 2014. – № 1-2. – С. 132-136.

2. Бондаревский И.Я. Аргоноусиленная коагуляция и высокоинтенсивное лазерное излучение в хирургии печени / И.Я. Бондаревский, Д.Е. Гринчий // Фундаментальные исследования. – 2011. – Т. 10, № 3. – С. 485-488.

3. Денисов С.Д. Требования к научному эксперименту с использованием животных / С.Д. Денисов // Здоровоохранение. – 2001. – № 4. – С. 40-42.

4. Дослідження впливу на паренхіматозні органи високотемпературних методів розсічення та коагуляції тканин в експерименті / І.А. Сухін, І.Ю. Худецький, С.Г. Качан, О.М. Білиловець // Клінічна хірургія. – 2013. – Т. 1. – С. 76-78.

5. Использование высокоэнергетического лазера в гепатопанкреатобилиарной хирургии / А.В. Воробей, А.Ч. Шулейко, И.Н. Гришин [и др.] // Укр. журнал хірургії. – 2013. – Т. 3. – С. 63-69.

6. Регенеративные особенности ткани печени после остановки кровотечения неравновесной плазмы на 90-е и 180-е сутки: Экспериментальное исследование / Е.В. Семичев, А.Н. Байков, Г.Ц. Дамбаев [и др.] // Бюллетень Сибирской Медицины. – 2014. – Т. 13, № 6. – С. 180-184.

7. Common uses and cited complications of energy in surgery / G. Sankaranarayanan, R.R. Resapu, D.B. Jones [et al.] // Surg. Endosc. September. – 2013. – Vol. 27, N 9. – P. 3056-3072.

8. Taheri A, Mansoori P, Sandoval LF, Feldman SR, Pearce D, Williford PM. Electrosurgery. J. Am. Acad. Dermatol. April. – 2014. – Vol. 70, N 4. – P. 591.e1-591.e14.

9. Long-Term Results of Using of «Cold Plasma» Coagulation in Comparison with Suturing of the Liver / E.V. Semichev, A.N. Baikov, P.S. Bushlanov [et al.] // Vestn Exp. Clin Surg. – 2015. – Vol. 8, N 2. – P. 195-205.

10. Vilos G.A. Electrosurgical generators and monopolar and bipolar electrosurgery / G.A. Vilos, C. Rajakumar // J. Minim Invasive Gynecol. May. – 2013. – Vol. 20, N 3. – P. 279-287.

REFERENCES

1. Aslanian SA. [Methods of local hemostasis in damages of parenchymal organs of the abdomen (review of literature)]. Litopys travmatolohii ta ortopedii. 2014;1-2:132-6. Ukrainian.

2. Bondarevskiy IYa, Grinchiy DE. [Argon-enhanced coagulation and high-intensity laser radiation in liver surgery]. Fundamental research. 2011;10(3):485-7. Russian.

3. Denisov SD. [Requirements for a scientific experiment using animals]. Healthcare. 2001;4:40-42. Russian.

4. Sukhin IA, Khudetskiy Iu, Kachan SH et al. [Investigation of the influence on parenchymal organs of high-temperature methods of tissue dissection and coagulation in the experiment]. Clinical surgery. 2013;1:76-78. Ukrainian.

5. Vorobei AV, Shuleiko ACh, Hryshyn YN, Orlovskiy YuN, Iliushonok VV, Aleksandrov SV et al. [The use of high-energy laser in hepatopancreatobiliary surgery]. Ukrainyskiy zhurnal khirurhii. 2013;(3):63-69. Russian.

6. Semichev EV, Baikov AN, Dambaev GC et al. [Regenerative features of the liver tissue after stopping the bleeding of nonequilibrium plasma on the 90th and 180th days (experimental study)]. Bulletin of Siberian Medicine. 2014;6(13):180-4. Russian.

7. Sankaranarayanan G, Resapu RR, Jones DB et al. Common uses and cited complications of energy in surgery. Surgical Endoscopy. 2013;9(27):3056-72.

8. Taheri A, Mansoori P, Sandoval LF et al. Electrosurgery. Journal of the American Academy of Dermatology. 2014;4(70):591-4.

9. Semichev EV, Baikov AN, Bushlanov PS et al. Long-Term Results of Using of «Cold Plasma» Coagulation in Comparison with Suturing of the Liver. Vestnik of Experimental and Clinical Surgery. 2015;2(8):195-205.

10. Vilos GA, Rajakumar C. Electrosurgical generators and monopolar and bipolar electrosurgery. J Minim Invasive Gynecol. May. 2013;20(3):279-87.

Стаття надійшла до редакції
27.08.2018