

УДК 615.471:616–089–72

## ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОЧАСТОТНИХ ЕЛЕКТРОКОАГУЛЯТОРІВ З РІЗНИМИ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

*І. А. Сухін, Ю. О. Фурманов, І. Ю. Худецький, Д. М. Масалов, С. В. Дуніна, О. М. Білиловець*  
 Національний інститут хірургії та трансплантології імені О. О. Шалімова НАМН України, м. Київ,  
 Інститут електрозварювання ім. Е. О. Патона НАН України, м. Київ,  
 Південно–західна залізниця, вузлова лікарня № 1, ст. Дарниця, м. Київ

## PRACTICAL APPLICATION OF A HIGH–FREQUENCY COAGULATORS, OWING DIFFERENT ELECTROPHYSICAL CHARACTERISTICS

*I. A. Sukhin, Yu. O. Furmanov, I. Yu. Khudetskiy, D. M. Masalov, S. V. Dunina, O. M. Bilylovet*

### РЕФЕРАТ

Наведені результати експериментально–клінічного дослідження з вивчення технічних характеристик та практичного використання електрокоагуляторів (ЕК) різних типів. Проведений порівняльний аналіз можливості виконання основних етапів хірургічних втручань з використанням найбільш поширених апаратів різних виробників.

**Ключові слова:** електрокоагулятор; технічна характеристика; порівняльний аналіз; використання на етапах хірургічного втручання.

### SUMMARY

The results of experimental–clinical investigation on studying of technical characteristics and practical application of various types of electrocoagulators were adduced. Comparative analysis of possibility to perform the main stages of surgical interventions, using well–known apparatuses of various manufacturers, was conducted.

**Key words:** electrocoagulator; technical characteristic; comparative analysis; stage of surgical operation.

У теперішній час обладнання операційних апаратурою, основою на фізичних чинниках впливу на живі тканини, є необхідною умовою успішного виконання хірургічного втручання [1]. Високочастотна електрохірургія належить до медичних технологій, які використовують у більшості хірургічних спеціальностей [2]. ЕК завдяки здатності одночасного розсічення тканин та здійснення гемостазу посідають одне з провідних місць серед цієї апаратури. Вони забезпечують здійснення оперативних втручань з мінімальною травматичністю, суттєве зменшення крововтрати, витрат матеріалів та лікарських засобів, тривалості виконання операції [3]. Разом з тим, сучасний медичний ринок електрохірургічної апаратури пропонує значну кількість апаратів різних фірм. Швидкі зміни асортименту апаратури, різні системи надання медико–технічних характеристик, великий діапазон цін зумовлюють певні труднощі під час вибору необхідних апаратів [4]. З найбільш поширених на українському ринку зарубіжні компанії LED, SOERING, STARTECH, EFA, ERBE, Emed тощо, вітчизняні – ЭХВА–350 М/120Б Надія–2 м.350, ЕК–300М1, ДКХ–250. Визначення основних медико–технічних характеристик ЕК та порівняння можливості виконання основних хірургічних маніпуляцій є метою цього дослідження.

### МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проведений аналіз медико–технічних характеристик та порівняльні технічні випробування ЕК ЭХВА–350 М/120Б Надія–2 м.350, ForceTriad "Covidien", ЕК–300М1, ЕК–300М1 ПАТОНМЕД. Дані технічних випробувань проаналізовані спільно з результатами застосування ЕК під час виконання 40 типових втручань на середніх лабораторних тваринах та 200 операцій у пацієнтів з приводу різних хірургічних захворювань органів черевної порожнини.

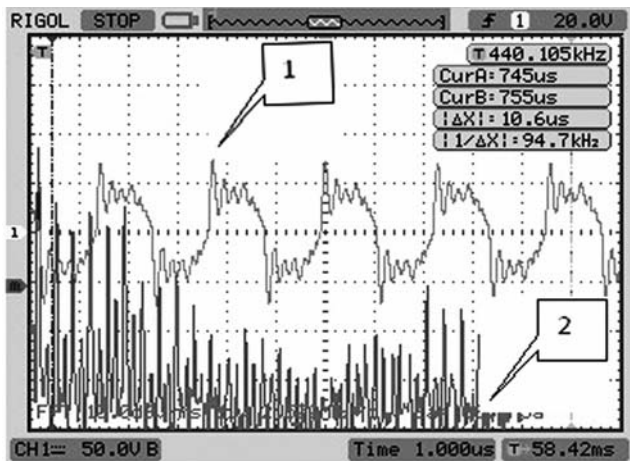


Рис. 1. Частотно-амплітудна характеристика сигналу та гармонік (шумів) ЕК Надія-2 м.350. Навантаження відсутнє. 1 - вихідний сигнал; 2 - частотний спектр шумів та гармонік.

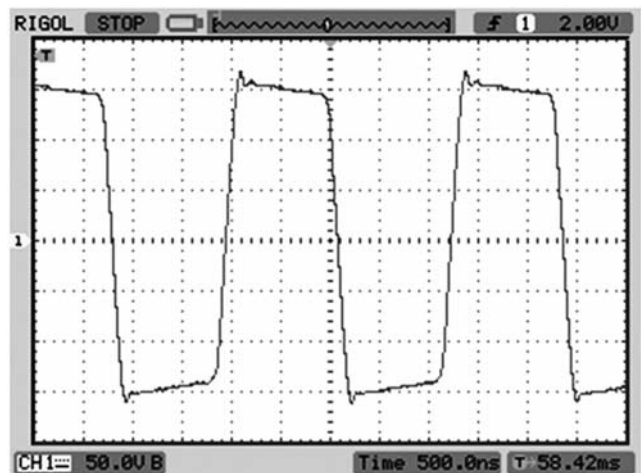


Рис. 3. Частотно-амплітудна характеристика сигналу та гармонік (шумів) ЕК ЕК-300М1 ПАТОНМЕД. Режим - біполярна коагуляція, навантаження відсутнє.

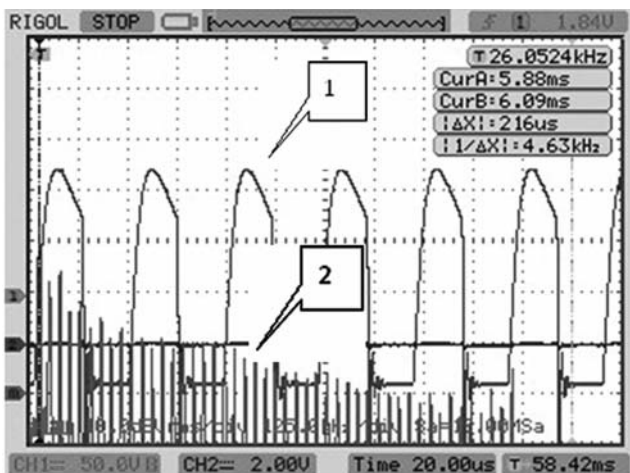


Рис. 2. Частотно-амплітудна характеристика сигналу та гармонік (шумів) ЕК ЕК-300М1. Навантаження відсутнє. 1 - вихідний сигнал; 2 - частотний спектр шумів та гармонік.

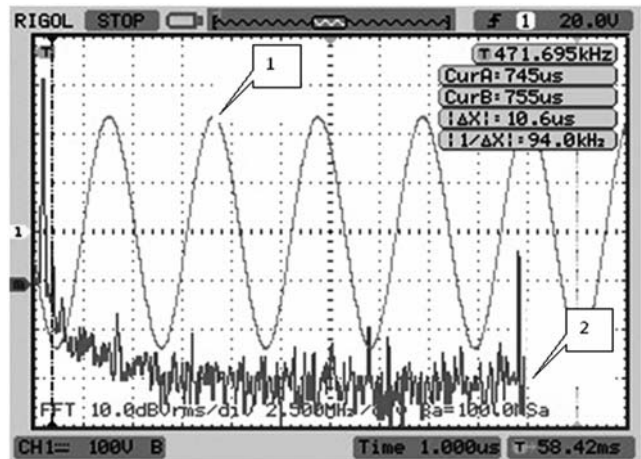


Рис. 4. Частотно-амплітудна характеристика сигналу та гармонік (шумів) ЕК ForceTriad "Covidien". Режим - біполярна коагуляція, навантаження відсутнє. 1 - вихідний сигнал; 2 - частотний спектр шумів та гармонік.

Для аналізу також були використані дані експертної оцінки 5 хірургів, які володіють досвідом практичного застосування ЕК з різними медико-технічними характеристиками. Анкети заповнювали безпосередньо після закінчення оперативного втручання з використанням ЕК. Для оцінки використовували 100-бальну шкалу, за якої встановлені граничні значення: 0 балів – неможливість виконання маніпуляції, 50 балів – виконання маніпуляції за стандартною технологією висококваліфікованим хірургом, 100 балів – оптимальне, з точки зору хірургів, виконання маніпуляції.

Вихідні характеристики ЕК визначали на випробувально-дослідницькому стенді з омичним навантаженням, використовуючи м'язову тканину лабораторних тварин. Для дослідження виділяли м'язову тканину товщиною  $(10 \pm 1)$  мм, для кожного апарата визначали опір постійного струму. Під час вимірювання

амплітудно-частотних характеристик вихідного сигналу використовували цифровий осцилограф з можливістю Фур'є-аналізу спектру високочастотного сигналу, площу електродів хірургічних інструментів в усіх спостереженнях встановлювали в межах  $(0,9 \pm 0,1)$  см<sup>2</sup>. Статистична обробка проведена з використанням загальноприйнятих методів.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз медико-технічних характеристик досліджених апаратів свідчив, що вони належать до ЕК з функцією біполярної коагуляції та монополярного розсічення й коагуляції. ЕК розподілені на кілька груп. До першої групи віднесені найбільш прості, бюджетні апарати з функціями виключно моно- і біполярного різання та коагуляції. Для дослідження з цієї групи використаний ЕК ЭХВА-350 М/120Б Надія-2 м.350. До другої групи включені апарати з розшире-

Таблиця 1. Основні медико-технічні характеристики ЕК

Показник	Величина показника в ЕК ( $\bar{x} \pm m$ )			
	Надія-2 м.350	ForceTriad «Valleylab»	ЕК-300М1	ЕК-300М1 ПАТОНМЕД
Основна частота, кГц	440±10	472±1	66±1	437±3
Модулююча частота, кГц	22,0±2,2	21,7–30,66±0,01	5,0±0,1	5,0±0,1
Максимальна потужність монополярного режиму різання, Вт/Ом	350±50 500±50	300±10 300±10	Відсутній	Відсутній
Потужність монополярного режиму коагуляції, Вт/Ом	200±40 200±50	120±10 500±50	Відсутній	Відсутній
Потужність біполярного режиму різання, Вт/Ом	200±40 300±50	95±5 100±10	350±10 200±50	350±10 200±50
Потужність біполярного режиму коагуляції, Вт/Ом	120±20 100±50	95±5 100±10	200±10 200±50	200±10 200±50
Заварювання судин в ручному режимі	Можливе	Не передбачене	Можливе	Можливе
Заварювання судин в автоматичному режимі	Відсутнє	Можливе	Можливе	Можливе
Заварювання м'яких тканин в автоматичному режимі	Відсутнє	Відсутнє	Можливе	Можливе
Спеціальний режим Valleylab 2365В/200Вт/25%	Відсутній	Є	Відсутній	Відсутній
Спеціальні режими: фульгурації, спрей	Відсутній	Є	Відсутній	Відсутній
Конвекційно-інфрачервоне оброблення тканин, °С/Вт	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє	$\frac{100-700}{200}$

Таблиця 2. Тривалість виконання етапів хірургічних втручань з використанням дослідних апаратів

Етап операції	Тривалість етапу при застосуванні апарата, хв ( $\bar{x} \pm m$ )			
	Надія-2 м.350	ForceTriad «Covidien»	ЕК-300М1	ЕК-300М1 ПАТОНМЕД
Мобілізація шлунка	Від 120 з використанням додаткових методів	45 ± 10	60 ± 10	55 ± 10
Мобілізація правої половини товстої кишки	Від 100 з використанням додаткових методів	30 ± 10	50 ± 10	45 ± 10
Мобілізація лівої половини товстої кишки	Від 110 з використанням додаткових методів	40 ± 10	55 ± 10	50 ± 10
Розсічення брижі тонкої кишки	Від 30 з використанням додаткових методів	10 ± 3	15 ± 3	10 ± 3
Мобілізація нирки та паранефральної клітковини єдиним блоком	Від 100 з використанням додаткових методів	40 ± 10	50 ± 10	45 ± 10
Припинення капілярної кровотечі з десерозованої поверхні печінки	25 ± 5, з утворенням надлишку коагуляту	10 ± 2, в режимах Valleylab та спрей коагуляції	15 ± 2	10 ± 2, в режимі конвекційно-інфрачервоного оброблення
Припинення капілярної кровотечі з десерозованої поверхні селезінки	Складно здійсненна, з використанням додаткових методів гемостазу та утворенням надлишку коагуляту	25±5, в режимах Valleylab та спрей коагуляції з використанням додаткових методів та утворенням надлишку коагуляту	Складно здійсненна, з використанням додаткових методів гемостазу та утворенням надлишку коагуляту	15 ± 2, в режимі конвекційно-інфрачервоного оброблення

ними моно- і біполярними функціями та функцією електричного лігування судин (апарат ForceTriad Energy Platform фірми "Covidien"). До третьої групи – апарати, в яких передбачені функції електричного зварювання ЕК-300М1 та багатофункціональний апарат ЕК-300М1 ПАТОНМЕД з функцією конвекційно-інфрачервоного оброблення тканин. В табл. 1 наведені основні медико-технічні характеристики ЕК цих груп.

Окремо слід відзначити певну різницю підходів до вибору основної частоти апарата. Основні результати вимірювання наведені на рис. 1–4.

При аналізі отриманих даних відзначений відносно невеликий рівень шумів, гармонік та досить пра-

вильна синусоїдальна характеристика вихідного сигналу. Разом з тим, у спектрі сигналу присутні два піки, один з них – достатньо низькочастотний. Такі параметри сигналу характерні для всіх режимів настройки без навантаження (режим очікування) та модуляції. При модуляції сигналу рівень шумів та гармонік значно підвищується.

При навантаженні, різанні та коагуляції частотно-амплітудні характеристики основного сигналу певною мірою нестабільні.

При аналізі якості виконання типових етапів операцій, з огляду на витрачений час, встановлена залежність між технічними характеристиками апаратів та їх технологічними функціями (табл. 2).

Таблиця 3. **Експертна оцінка якості виконання окремих етапів хірургічних втручань з використанням дослідних апаратів**

Етап операції	Оцінка при використанні апарата, балів ( $\bar{x} \pm m$ )			
	Надія-2 м.350	ForceTriad «Covidien»	EK-300M1	EK-300M1 ПАТОНМЕД
Мобілізація шлунка	61±3	95±2	73±3	83±3
Мобілізація правої половини товстої кишки	65±3	98±2	83±3	92±3
Мобілізація лівої половини товстої кишки	62±2	97±3	81±2	91±2
Розсічення брижі тонкої кишки	65±3	98±2	95±3	98±2
Мобілізація нирки та паранефральної клітковини єдиним блоком	58±2	97±7	88±2	92±2
Припинення капілярної кровотечі з десерозованої поверхні печінки	45±2	92±2	80±2	94±2
Припинення капілярної кровотечі з десерозованої поверхні селезінки	30±2	68±2	48±2	96±2
Якість та ергономічність інструмента	25±2	98±2	52±2	52±2

Суб'єктивна оцінка переваг апаратів та якості роботи з ними залежала від їх поліфункціональності та ергономічності (табл. 3).

Аналіз отриманих даних свідчить, що якість роботи апаратів залежить від їх технічних характеристик, багатфункціональності та ергономічності інструментів. Якість виконання деяких етапів операцій тим вища, чим нижчий рівень шумів та гармонік вихідного сигналу, що визначається особливостями конструкції апаратів. Доцільність використання того чи іншого апарата за певних клінічних ситуацій пов'язана з його багатфункціональністю. Якість та ергономічність інструментів впливають на швидкість виконання етапів операції та підвищують суб'єктивну оцінку апарата користувачем.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Долецкий С. Я. Высокочастотная хирургия / С. Я. Долецкий, Р. Л. Дробкин, А. И. Ленюшкин. — М.: Медицина, 1980. — 199 с.
2. Экспериментальное обоснование применения метода электросварки биологических тканей в хирургической гепатологии / Ю. А. Фурманов, М. Е. Ничитайло, А. Н. Литвиненко [и др.] // Клін. хірургія. — 2004. — № 8. — С. 57 — 59.
3. Швед О. Є. Обґрунтування застосування електрозварювання як методу гемостазу (клініко-експериментальне дослідження): матеріали ювіл. наук.-практ. конф. "Актуальні питання невідкладної хірургії", присвяч. 90-річчю академіка НАН і АМН України О. О. Шалімова (Харків, 27 — 29 лют., 2008 р.) / О. Є. Швед // Харк. хірург. школа. — 2008. — № 2. — С. 306 — 308.
4. Юшкин А. С. Физические способы диссекции и коагуляции в хирургии / А. С. Юшкин // Хирургия. — 2003. — № 1. — С. 48 — 53.

