

## ЕНДОВЕНОЗНА ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАЛЬНА ОБЛІТЕРАЦІЯ ВЕЛИКОЇ ПІДШКІРНОЇ ВЕНИ У ЛІКУВАННІ ВАРИКОЗНОЇ ХВОРОБИ

С. І. Саволюк, В. С. Горбовець, В. А. Ходос, Р. А. Геращенко

Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика МОЗ України, м. Київ

## ENDOVENOUS ELECTRIC WELDING OBLITERATION OF LARGE SUBCUTANEOUS VEIN IN TREATMENT OF VARICOSE DISEASE

S. I. Savolyuk, V. S. Gorobets, V. A. Khodos, R. A. Gerashchenko

Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv

### Реферат

Вивчено можливість застосування технології електрозварювання живих тканин (ЕЗЖТ) у лікуванні варикозної хвороби (ВХ) нижніх кінцівок шляхом ендовенозного електрозварювання (ЕВЕЗ) великої підшкірної вени (ВПВ), визначені його оптимальні параметри. ЕВЕЗ справляло ефективний вплив на венозну судину, забезпечувало надійну облітерацію ВПВ. Метод може бути успішно застосований в лікуванні ВХ. В експерименті визначені оптимальні параметри ЕВЕЗ, безпечні та надійні в клінічних умовах. Відсутність негативного впливу ЕВЕЗ на навколишні тканини дозволила виконувати втручання без тумесцентної анестезії. Подальше вдосконалення та впровадження методу ЕВЕЗ відкриває нові можливості для поліпшення якості хірургічного лікування ВХ.

**Ключові слова:** варикозна хвороба; ендовенозна облітерація; електрозварювання живих тканин.

### Abstract

Possibility of application of the living tissues electric welding technologies in the treatment of varicose disease of lower extremities, using endovenous electric welding (EVEW) of large subcutaneous vein (LSV), was studied, its optimal parameters were determined. EVEW have provided effective impact on venous vessel, and guaranteed secure obliteration of LSV. The method may be used successfully in the treatment of varicose disease. Optimal parameters of EVEW, secure and safe in clinical conditions, were determined in experiment. Absence of negative impact of EVEW towards adjacent tissues have permitted to perform intervention without tumescent anesthesia. Further improvement and introduction of the EVEW method opens new possibilities for enhancing of quality of the varicose disease surgical treatment.

**Keywords:** varicose disease; endovenous obliteration; electric welding of living tissues.

В теперішній час методом вибору при усуненні вено—венозного рефлюксу у пацієнтів при ВХ вважають ендовазальну лазерну коагуляцію (ЕВЛК) та радіочастотну абляцію (РЧА) [1 — 3].

Механізм облітерації вени при застосуванні цих методів реалізується під впливом термокоагуляції її стінки, вапоризації крові, що в подальшому зумовлює фіброзну трансформацію судини [4, 5]. Аналіз результатів клінічного застосування ЕВЛК та РЧА свідчить про їх ефективність та значні переваги у порівнянні з стандартною сафенектомією завдяки мініінвазивності, косметичності, зменшенню вираженості болювого синдрому, тривалості лікування та реабілітації [1, 3, 4, 6].

Проте, на тлі позитивних властивостей ЕВЛК та РЧА, актуальними є питання опіково—некротичного

ураження тканин, виникнення тромботичних ускладнень, емболії та їх профілактики [1, 7]. Не вирішені питання вибору тактики застосування ЕВЛК [1, 5, 6]. Також актуальне питання визначення оптимальних параметрів ЕВЛК, які переважно є варіабельними і часто емпіричними [1, 5]. Висока вартість апаратури, матеріалів та лікування значно обмежують широке застосування цих методів [8].

Пошук оптимального методу ендовазальної облітерації спонукав до застосування ЕЗЖТ.

Технологія ЕЗЖТ основана на принципі дозованого впливу модульного електричного струму, що автоматично генерується залежно від конкретного імпедансу тканин [4, 9, 10]. Утворення зварного з'єднання живих тканин базується на ефекті електротермічної денатура-

ції та появі спільного простору між білковими молекулами, що вивільнюються за часткового руйнування клітинних мембран при проходженні електричного струму [9, 10]. На відміну від інших методів (механічного, хімічного, термічного), процес ЕЗЖТ не спричиняє утворення коагуляційного струпу, некрозу, втрати життєздатності [4, 9, 10]. При цьому, зона поширення термічного впливу не перевищує 1 — 2 мм [9,10].

У теперішній час ЕЗЖТ є дослідженим в експерименті та широко впровадженим в хірургічну практику методом [4, 10], що забезпечує значне поліпшення якості лікування в абдомінальній, торакальній, судинній хірургії, онкології, нейрохірургії, отоларингології, гінекології, урології завдяки зменшенню тяжкості крововтрати, частоти ус-

кладень, тривалості оперативного втручання, реабілітації пацієнтів [4, 9, 10]. Проте, повідомлень про застосування технології ЕЗЖТ у флебології немає.

Мета дослідження: вивчити можливість застосування технології ЕЗЖТ у лікуванні ВХ шляхом ЕВЕЗ ВПВ, визначити його оптимальні параметри.

## МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В клініці розроблений та досліджений в експерименті метод ЕВЕЗ ВПВ [9]. Клінічна апробація здійснена у відділенні флебології і малоінвазивної хірургії Київської міської клінічної лікарні № 8.

Як джерело струму використовували багатофункціональний апарат для ЕЗЖТ ЕК—300М (Україна). Для подавання струму в просвіт цільові вени розроблені зонди різного діаметра, кінцева частина яких має біполярну конфігурацію електродів оливоподібної форми та центральний катетер з отвором в ділянці електродів. Як прототип використаний пристрій, запропонований проф. А. Л. Косаківським [9].

Вплив ЕВЕЗ досліджували на експериментальному стенді, обладнаному безконтактними датчиками, пристроєм реєстрації електричних параметрів зварювання для моніторингу змін струму і напруги та пристроєм для відеореєстрації. Об'єктом дослідження були видалені за Бебкоком сегменти ВПВ з навколишньою жировою клітковиною. Діаметр вен від 4 до 15 мм. У вени різного діаметра вводили відповідні зонди. Для моделювання умов, наближених до реальних, сегменти вен заповнювали гепаринізованою кров'ю. ЕВЕЗ проводили в режимі "ручне зварювання", потужність від 10 до 100%, з різною швидкістю просування зонда в просвіті вени. Одночасно реєстрували осцилограми струму і напруги. Результати впливу ЕВЕЗ на сегменти ВПВ у кожному епізоді оцінювали за візуальними змінами та даними гістологічних досліджень. Поширення та характер термічного впливу на навколишні тканини вивчали за візуальними змі-

нами та даними гістологічних досліджень паравазальної жирової клітковици. В окремій серії експериментів вивчали процес ЕВЕЗ з додаванням ізотонічного розчину натрію хлориду в зону поширення струму.

Оперативні втручання виконували під монолатеральною спінальною анестезією без застосування тумесцентної анестезії. Кросектомію ВПВ та виділення її приток (при поширенні рефлюксу до нижньої третини гомілки) виконували з використанням типових доступів.

Контроль виконання ендовенозних маніпуляцій, оцінку безпосередніх та віддалених результатів ЕВЕЗ проводили за даними ультразвукового дуплексного сканування (УЗДС) на апараті Toshiba Nemio XG (Японія).

*Результати експериментальних досліджень.* Створення зони поширення високочастотного електричного струму в просвіті вени з потужністю 40 — 60% ініціювало послідовні зміни в судині протягом певного періоду. Спочатку спостерігали значний спазм судини, зменшення її діаметра у 2 — 3 рази, зміни забарвлення стінки судини від звичайного до світло сірого. При цьому в просвіті вени утворювався щільний тромб. Через 2 с спостерігали "кипіння" стінки вени з утворенням пухирів та виділенням пари. Стінка вени значно потовщувалася, просвіт зменшувався до щілини, на деяких ділянках — не визначався. Через 4 с виявлені ознаки коагуляції стінки вени. В цей час зареєстровано значне зменшення сили електричного струму на 50% (від 1,2 до 0,6 А). При продовженні енерговпливу через 4 — 5 с виникала карбонізація вени. Результати гістологічних досліджень препаратів, отриманих після 4 с енерговпливу, свідчили про дезорганізацію колагену, дистрофічні зміни клітин з руйнуванням мембран різного ступеня, більш виражені в ендотелію, окремі вогнища некрозу тканини. В препаративах, отриманих через 5 с енерговпливу, спостерігали тотальний некроз клітин. При проведенні ЕВЕЗ з потужністю 40 — 60% до стану коагуляції вени візуаль-

них і морфологічних зміни у жировій клітковици та стінках сегментів ВПВ не було. Критеріями достатньої експозиції ЕВЕЗ під час екстракції зонда вважали "кипіння" стінки вени, початкові ознаки коагуляції та момент зменшення сили струму. Оптимальна швидкість видалення електрозварювального зонда, що відповідала зазначеним критеріям, становила 0,5 см/с.

При додаванні ізотонічного розчину натрію хлориду в зону поширення струму спостерігали посилення ефекту енерговпливу. При цьому осцилограми струму були плавними, що відображало більш рівномірний розподіл струму в провідному середовищі.

*Результати клінічних досліджень.* При застосуванні ЕВЕЗ на доступних сегментах ВПВ в умовах реального кровотоку не виявлені негативні впливи та розбіжності з результатами експериментів, що дозволило здійснити ЕВЕЗ на всьому стовбурі ВПВ. Електрозварювальний зонд проводили під ехо—контролем в ретроградному або антеградному напрямку, залежно від анатомічних та гемодинамічних особливостей. ЕВЕЗ здійснювали в режимі "ручне зварювання", потужність 50%, швидкість видалення зонда 0,5 см/с з зовнішньою компресією вени. При цьому на екрані сканера реєстрували зміни під впливом електрозварювання — значний спазм вени, потовщення її стінки, утворення гіперехогених мас, що закривали просвіт вени. Одночасно реєстрували динаміку електричних параметрів зварювання. По закінченні ЕВЕЗ проводили ехо—контроль безпосередніх результатів з оцінкою змін діаметра, ознак оклюзії, наявності або відсутності кровотоку. Після виконання подальших етапів втручання (міні-флебектомія, склерооблітерація сполучних та пронизних вен) операцію завершували еластичною компресією кінцівки. Результати ЕВЕЗ оцінювали за даними клінічного огляду та контрольної УЗДС через 2, 7, 14, 30 та 60 днів після втручання. Наводимо спостереження.

Пацієнт Т., 59 років, тривалість ВХ 20 років. Під час огляду виявлена

варикозна трансформація стовбура та приток ВПВ на правому стегні та гомілці, помірний набряк правої стопи та нижньої третини гомілки змішаного характеру. За даними УЗДС виявлено неспроможність клапанів ВПВ справа, рефлюкс до нижньої третини гомілки. Діаметр ВПВ у верхній третині стегна 9 мм, у середній — 8,2 мм, у нижній — 8,4 мм; у верхній третині гомілки — 8 мм, у середній — 7,4 мм, у нижній — 6,2 мм. Також виявлені неспроможні пронизні вени групи Коккет I і II, рефлюкс по притоках ВПВ стегна та гомілки. Діагноз: ВХ, неспроможність клапанів ВПВ справа. С3, Ер, Аs, Рг (L—II). Виконана операція: кросектомія ВПВ, ЕВЕЗ ВПВ. Під монолатеральною спінальною анестезією з використанням пахвинного доступу здійснена кросектомія; з типового доступу у нижній третині гомілки виділені та перев'язані притоки ВПВ. У вену в антеградному напрямку до рівня сафено—фemorального співюстя введений електрозварювальний зонд. Операційна рана пахвинного доступу зашита. Виконане ЕВЕЗ ВПВ в режимі "ручне зв'язування", потужність 50%, швидкість видалення зонда 0,5 см/с з утворенням ручної та пелотної компресії в проекції ВПВ. Операційна рана у нижній третині гомілки зашита. Виконана мініфлебектомія розширених приток ВПВ на стегні, пункційна склерооблітерація пронизних вен та розширених приток на гомілці. Здійснена еластична компресія стопи, гомілки та стегна. Тривалість втручання 1 год 30 хв, тривалість етапу кросектомії та ЕВЕЗ 35 хв.

Перебіг післяопераційного періоду без ускладнень. Функція ходьби відновлена через 30 хв після операції. Післяопераційний больовий синдром помірний, усунутий шляхом одноразового внутрішньом'язового введення 50 мг дексалгіну. Пацієнт виписаний на наступну добу. Шви зняті через 7 діб. Працездатність відновлена через 7 діб. Під час контрольного огляду через 2 та 7 діб вена не візуалізується, виявлені помірна інфільтрація та ущільнення тканин в проекції ВПВ на стегні та

гомілці без змін забарвлення шкіри та ознак запалення, помірна болючість при пальпації в ділянці гомілки. На 7—му добу інфільтрація зникла. За даними УЗДС на 2—гу та 7—му добу ВПВ на всьому протязі з значно потовщеними стінками, обтурована масами переважно гіперехогеної структури, кровоток не рееструється. Діаметр ВПВ у верхній третині стегна 4,7 мм, у середній — 4,3 мм, у нижній — 4,4 мм у верхній третині гомілки — 4 мм, у середній — 3,8 мм, у нижній — 3 мм. Аналогічні зміни виявляли на 14—ту добу спостереження. На 30—ту добу спостерігали ознаки початкового фіброзу. Через 60 діб стовбур ВПВ на стегні та гомілці у вигляді гомогенної структури, діаметром від 3 до 4,5 мм, з поширеними ознаками фіброзу, рефлюкс не визначається.

Метод ЕВЕЗ застосований під час лікування 84 пацієнтів з приводу ВХ, 31 чоловіка та 53 жінок, вік хворих від 28 до 77 років.

У усіх пацієнтів виявлені клінічні прояви ВХ, що відповідало класу С2 — С6 (за СЕАР). У усіх пацієнтів відзначений рефлюкс по сафенофemorальному співюстю та стовбуру ВПВ до верхньої та середньої третин гомілки. Також виявлений рефлюкс по пронизних венах гомілок. Оперативні втручання виконані під монолатеральною спінальною анестезією, без використання тумесцентної анестезії. У ранньому післяопераційному періоді відзначали помірно виражений больовий синдром в ділянках операційних ран, деяких ділянках стегна та гомілки у проекції ВПВ. Больовий синдром був нетривалим і не потребував застосування наркотичних анагетиків. З метою знеболення застосували нестероїдні протизапальні засоби, зокрема, дексалгін. Порушення функції ходьби не було. Після операції ускладнень не було. Всім пацієнтам за стандартною схемою призначали препарати мікронізованої очищеної фракції флавоноїдів та дезагреганти, також еластичну компресію 2—го класу тривалістю до 2 міс. Більшість (62) пацієнтів виписані на наступну добу, решта (22) — перебували на стаціонарному ліку-

ванні протягом 3 діб у зв'язку з необхідністю догляду за операційною раною після короткого стрипінгу розширених приток ВПВ на стегні. Під час огляду на наступну добу після операції у більшості пацієнтів виявляли помірну гіперемію та інфільтрацію в проекції ВПВ на стегні та гомілці, що супроводжувалося незначною болючістю при пальпації. Через 7 діб помірно виражені ознаки запалення зберігалися у 12 пацієнтів. На 30—ту добу запалення шкіри в проекції ВПВ зникло. Ураження шкіри по ходу стовбура ВПВ на стегні та гомілці у вигляді стійкої гіперпігментації та ехімозу спостерігали у 4 (4,76%) пацієнтів за С4 — С6 класу ВХ.

За даними УЗДС через 2, 7 та 14 діб зміни у ВПВ в усіх пацієнтів подібні: обтурація стовбура ВПВ масами переважно гіперехогенної структури, значне потовщення стінки. Ознаки кровотоку по ВПВ у положенні хворого стоячи відсутні. На 30—ту добу у більшості пацієнтів відзначали стійку оклюзію, початковий фіброз ВПВ. Через 2 міс переважали фіброзні зміни судини. Неповна облітерація окремих сегментів ВПВ на стегні з ознаками реканалізації та рефлюксом виявлена у 5 (5,95%) пацієнтів за С4 — С6 класу ВХ, що в подальшому потребувало виконання пункційної склерооблітерації в амбулаторних умовах. Таким чином, задовільні результати хірургічного лікування досягнуті у 79 (94,04%) пацієнтів.

Результати експериментальних досліджень свідчили, що біофізичні процеси при ЕВЕЗ та динаміка параметрів струму були подібні до таких при ЕЗЖТ. На нашу думку, послідовність візуальних та морфологічних змін об'єктів дослідження відображала певну стадійність структурних змін тканин та взаємозв'язок з динамікою електричних параметрів, які можна представити у такому вигляді.

1. Початкова дегідратація та денатурація глобулярних елементів стінки вени і крові. Спазм вени, зміна забарвлення стінки, утворення тромбу. Максимальне значення сили струму.

2. Активна дегідратація та денатурація глобулярних елементів стінки вени і крові. "Кипіння", виділення пари, потовщення стінки вени, звуження й обтурація просвіту. Зменшення сили струму на 50%.

3. Коагуляція стінки вени. Зменшення сили струму до 30%.

4. Карбонізація стінки вени. Сила струму не змінюється, не перевищує 30%.

Результати клінічної апробації та впровадження методу ЕВЕЗ відповідали таким експериментів. Дані візуального спостереження, ультразвукового контролю, динаміка електричних параметрів та гістологічні зміни подібні таким в експерименті. Відзначені позитивні результати ЕВЕЗ в клінічних умовах. Ефективний вплив проявлявся обтурацією ВПВ відразу після ЕВЕЗ. Свідченням цього були відсутність візуальних і ультразвукових змін кровотоку, неможливість примусового повторного введення зонда. Вплив ЕВЕЗ відзначали за даними УЗДС в різних площинах сканування, що значно

спрощувало моніторинг під час втручання. Встановлення електрозварювальних зондів, завдяки їх конструктивним особливостям, не спричиняло технічних труднощів і не супроводжувалось перфорацією вени. Збільшення зони поширення струму при використанні ізотонічного розчину натрію хлориду дозволило ефективно виконати ЕВЕЗ в сегментах ВПВ, діаметр яких перевищував діаметр зонда.

Багатофункціональність апарата ЕК—300М і базовий комплект інструментів забезпечують можливість здійснення гемостазу, роз'єднання та з'єднання тканин в ручному та автоматичному режимі під час виконання оперативного втручання. Слід також відзначити порівняно невисоку вартість апаратури, зручність управління, простоту та надійність в експлуатації.

## ВИСНОВКИ

1. ЕВЕЗ справляв ефективний вплив на венозні судини, забезпечував надійну облітерацію ВПВ, може

бути успішно застосований в лікуванні ВХ.

2. Визначені в експерименті оптимальні параметри ЕВЕЗ є безпечними та надійними в клінічних умовах.

3. Відсутність негативного впливу ЕВЕЗ на навколишні тканини дозволяє виконувати втручання без тумесцентної анестезії.

4. Подальше вдосконалення методу ЕВЕЗ відкриває нові можливості для підвищення якості хірургічного лікування ВХ.

*Перспективи подальших досліджень.* Доведена ефективність ЕВЕЗ в стендових та клінічних умовах, характер біофізичних процесів, їх стадійність та взаємозв'язок, на нашу думку, є експериментальною основою для подальших досліджень з метою вдосконалення методу шляхом розробки автоматичного алгоритму керування ЕВЕЗ в кожній клінічній ситуації. Це дозволить виключити суб'єктивні критерії оцінки результатів енерговпливу і поліпшити якість втручання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гудз І. М. Дискусійні питання ендовенозної лазерної абляції при лікуванні хворих на варикозну хворобу // Клін. флебологія. — 2015. — Т. 8, № 1. — С. 17 — 18.
2. Хронічні захворювання вен нижніх кінцівок і таза: діагностика, терапія, лікарсько-трудова експертиза, профілактика ускладнень: клініко—практичні рекомендації // Там же. — 2014. — Т. 7, № 1. — С. 6 — 62.
3. De Maeseneer M. G. The endovenous revolution // Br. J. Surg. — 2011. — Vol. 98. — P. 1037 — 1038.
4. Эффективность электросварочной технологии в плановой и экстренной абдоминальной хирургии / П. Д. Фомин и др. // Сварка и термическая обработка живых тканей. Теория. Практика. Перспективы: материалы 9—й междунар. науч.—практ. конф; ред. Г. С. Маринский. — Киев: ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, 2014. — 68 с.
5. Vuylsteke M. Endovenous laser treatment of saphenous vein reflux: how much energy do we need to prevent recanalization? // Vasc. Endovasc. Surg. — 2008. — Vol. 42, N 2. — P. 141 — 149.
6. Randomized clinical trial of the comparing endovenous laser ablation with stripping of the great saphenous vein: clinical outcome and recurrence after 2 years / L. H. Rassmussen et al. // Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg. — 2010. — Vol. 39, N 5. — P. 630 — 635.
7. Deep venous thrombosis following radiofrequency ablation of greater saphenous vein: a word of caution / A. Hingorani et al. // J. Vasc. Surg. — 2004. — Vol. 40. — P. 500 — 504.
8. Socio—economic impact of endovenous thermal ablation techniques / D. Kelleher et al. // Lasers Med. Sci. — 2014. — Vol. 29, N 2. — P. 493 — 499.
9. Спосіб облітерації великої підшкірної вени. В. І. Паламарчук, В. С. Горбовець, В. А. Ходос и др. Пат. 100169. Україна. МПК А61В17/12 (2006.01) А61В18/12 (2006.01). Опубл. 10.07.15, Бюл. № 13.
10. Патон Б. Е. Электрическая сварка мягких тканей в хирургии // Автомат. сварка. — 2004. — № 9. — С. 7 — 11.

