

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОАБЛЯЦІЇ ТКАНИН МІОКАРДА В УМОВАХ ОПЕРАЦІЇ MAZE НА ВІДКРИТОМУ СЕРЦІ

Сичик М.М., Попов В.В., Максименко В.Б., Кравчук Б.Б., Бацак Б.В.

ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М.М. Амосова НАМН» (Київ)

Розроблено інструменти для операції Maze, лікування фібриляції передсердь – монополярні електроди для електроабляції тканин міокарда навколо легеневих вен. Оцінено ефективні і безпечні розміри деструкцій міокарда відносно вихідних параметрів електричної дії. Надано рекомендації щодо вибору оптимальних режимів термічного впливу на міокард для розроблених інструментів.

Ключові слова: радіочастотна абляція, фібриляція передсердь, електрод, електрофізіологія.

Спільною співпрацею Національного інституту серцево-судинної хірургії імені М.М. Амосова та Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона було розроблено хірургічні інструменти для операції Maze, лікування фібриляції передсердь – монополярні електроди для електроабляції тканин міокарда навколо легеневих вен з метою створення двоспрямованого блоку проведення електричного імпульсу.

Для генерації енергії використовується високочастотний електрохірургічний апарат – коагулятор ERBE VIO 200S в режимі монополярної коагуляції. Він дозволяє подавати виставлену потужність на інструмент для абляції. Резистивним та провідним нагріванням відбувається руйнування дотичної тканини міокарда на певну глибину та ширину, які залежать від часу прикладання енергії. Час впливу визначає хірург згідно з візуальним контролем. Виконується також візуальний контроль за безпечністю стосовно навколишнього середовища та анатомічних структур (стравохід, коронарні артерії, коронарний синус). Тому оцінка ефективних і безпечних розмірів деструкцій відносно вихідних параметрів електричної дії на тканині серця є **актуальним та важливим предметом досліджень**.

Мета роботи – розробити рекомендації щодо вибору оптимальних режимів термічного впливу на міокард для розроблених інструментів.

Етапи, матеріали та методи роботи. Першим було виконано експериментальне дослідження руйнівного ефекту різних режимів радіочастотного впливу на дослідні зразки тканин міокарда свині [1–3]. Проведене дослідження дозволило простежити закономірності в режимах радіочастотного впливу, його потужності і тривалості, відносно розмірів деструкцій, для забезпечення трансмуральності руйнівного ефекту та безпечності процесу. Середні значення експериментальних даних наведені в табл. 1.

Наступним кроком було визначено ефективні параметри радіочастотної абляції потенціалів міокарда серця людини. Було складено базу даних показників радіочастотного впливу на міокард під час стандартної радіочастотної транскатетерної абляції в операційній для 45 пацієнтів. Контроль безпечності та ефективності відбувався за рентгеновським спостереженням розташування катетера та електрофізіологічним дослідженням серцевих потенціалів відповідно [4–5]. Узагальнені середні дані дають можливість показати оптимальні ефективні параметри радіочастотної ізоляції легеневих вен при фібриляції передсердь. В умовах транскатетерного втручання використовують катетер з довжиною електрода 3,5 мм, подають на нього потужність 30 Вт і використовують активне охолодження з інтенсивністю 15 мл/хв., тривалість однієї аплікації становить у середньому 15

Експериментальні результати

Елек- трод	Вихідна потуж- ність, Вт	Температура електрода, °С	Середні розміри деструкції, мм				Особливі параметри	Коментарі
			Ширина	±	Глибина	±		
Руйнівний ефект стандартної абляції в режимі контролю вихідної потужності								
4 мм	5	61,6	9,2	0,3	4,4	0,5		
4 мм	10	81,2	10,6	0,7	5,7	0,6		Температур- ні відсічки
4 мм	20	69,5	6,0	0,2	3,4	0,2		Температур- ні відсічки
8 мм	5	44,7	4,9	0,2	1,6	0,2		
8 мм	10	55,4	7,8	0,3	4,8	0,5		
8 мм	20	70,5	12,3	0,6	9,5	0,5		
8 мм	40	77,4	12,5	1,6	10,1	0,7		Мікровибухи
Руйнівний ефект стандартної абляції в режимі контролю температури								
4 мм	2,1	55	4,4	0,3	3,3	0,1		
4 мм	3,9	65	7,1	0,2	4,3	0,2		
4 мм	6,4	75	8,5	0,4	5,3	0,3		
8 мм	8,6	55	8,0	0,4	5,5	0,3		
8 мм	18,4	65	9,8	0,6	7,2	0,3		
8 мм	31,4	75	13,1	0,7	8,2	0,4		
Вплив порожнинного охолодження на процес стандартної абляції								
							Порожнинне охолодження	
Режим контролю температури								
8 мм	8,9	55	8,0	0,5	5,3	0,2	Відсутнє	
8 мм	45,0	55	13,4	0,6	8,1	0,4	Наявне	Мікровибухи
Режим контролю вихідної потужності								
8 мм	20	62,9	11,7	0,5	7,5	0,3	Відсутнє	
8 мм	20	41,9	9,5	0,6	5,6	0,3	Наявне	
Вплив активного охолодження на процес абляції								
							Примусове охолодження	
3,5 мм	10	35,8	9,4	0,4	4,6	0,3	Наявне	
3,5 мм	20	38,6	13,4	0,6	7,2	0,3	Наявне	
3,5 мм	40	44,0	15,5	0,7	10,6	0,4	Наявне	Мікровибухи
4 мм	5	63,4	8,7	0,2	3,7	0,2	Відсутнє	

Елек- трод	Вихідна потуж- ність, Вт	Температура електрода, °С	Середні розміри деструкції, мм				Особливі параметри	Коментарі
			Ширина	±	Глибина	±		
4 мм	10	74,0	11,3	0,7	7,0	0,2	Відсутнє	
4 мм	20	84,6	10,6	0,6	5,5	0,4	Відсутнє	Температурн і відсічки
Вплив інтенсивності охолодження на процес абляції з активним охолодженням								
							Інтенсивність охолодження, мл/хв	
3,5 мм	10	40,6	8,0	0,7	5,9	0,5	6	
3,5 мм	10	39,5	7,4	0,6	4,3	0,5	15	
3,5 мм	10	36,2	7,0	0,4	4,8	0,4	30	
3,5 мм	30	49,5	8,5	0,4	3,6	0,3	6	Температурні відсічки
3,5 мм	30	44,7	16,9	1,1	9,2	0,9	15	Мікровибухи
3,5 мм	30	43,3	12,6	0,7	7,6	0,4	30	Мікровибухи
3,5 мм	30	37,4	14,0	0,5	7,3	0,5	40	

секунд. Проведений експеримент і клінічні спостереження показують ефективність і безпечність цих параметрів.

Результати. Виходячи з виконаного клінічного спостереження параметрів транскатетерної радіочастотної абляції та експериментального дослідження цих параметрів на тканині міокарда свині, які закривають питання ефективності та безпечності деструкції тканини серця з метою лікування аритмії, отримано рекомендовані параметри електричного впливу на міокард: 25–30 Вт, 15–20 секунд.

З використанням рекомендованих параметрів електричного впливу виконано 99 процедур Maze на відкритому серці. Згідно з даними анамнезу, у 79 (79,2%) пацієнтів неперервна тривалість мерехтливої аритмії становила $3,1 \pm 0,3$ роки, а у 20 (20,8%) пацієнтів чіткі дані про тривалість аритмії були відсутні. Фрагментуюча процедура в лівому передсерді у всіх пацієнтів проводилася під дією радіочастотної (25–30 Вт у режимі коагуляції) абляції лівого передсердя по варіанту операції лівого Лабіринту (Maze III). Для закріплення ефекту фрагментації лівого передсердя додатково виконувалася шовна ізоляція (пролен-4) в зоні правих легеневих вен за запропонованою оригінальною методикою в 35 (36,2%) випадках для утримання правильного ритму за рахунок формування рубцевої зони і виключення таким чином умов для поширення хвиль re-entry. Обов'язковою умовою фрагментації було легування ззовні та резекція вушка лівого передсердя. Всі операції виконувалися за єдиною методикою одним хірургом. При дилатації лівого передсердя виконувалася його редукція у 62 (62,4%) пацієнтів. При цьому здійснювалася парааннулярна плікація задньої стінки лівого передсердя (59 пацієнтів) і трикутна пластика-редукція лівого передсердя (3 пацієнти) з метою його зменшення, а також для виключення поширення хвиль re-entry за рахунок створення рубцевих зон у лівому передсерді. Показаннями до редукції

лівого передсердя в поєднанні з фрагментуючою процедурою є величина розміру лівого передсердя 5,5 см і більше.

Синусовий ритм відновився відразу ж після зняття затискувача з аорти у 81 (81,1 %) із 99 хворих, при виписці був зареєстрований на ЕКГ у 82 (82,2%) на $11,1 \pm 1,2$ добу після операції. 89 (90,8%) хворих спостерігалися протягом 1 року після операції. У групі з 82 пацієнтів з відновленим синусовим ритмом він зберігався у 77 (96,1%) пацієнтів. У групі із 7 пацієнтів, виписаних із мерехтливою аритмією, у 2 (28,5%) синусовий ритм відновився.

Висновки. Визначення та оцінка залежності розмірів деструкцій від параметрів електричного впливу (потужність, час впливу, інструмент) є завжди актуальним предметом досліджень з огляду на стрімке введення в клініку нового обладнання і устаткування. Параметри електричного впливу на міокард 25–30 Вт, 15–20 секунд є безпечними і достатніми для ефективного припинення поширення потенціалів у тканинах передсердь при їх фібриляції.

Література

1. Cummings J.E. Alternative energy sources for the ablation of arrhythmias / J.E. Cummings, A. Pacifico, J.L. Drago // *Pacing Clin Electrophysiol.* – 2005. – Vol. 28. – P. 434.
2. Wittkamp F.H. RF catheter ablation: Lessons on lesions / F.H. Wittkamp, H. Nakagawa // *Pacing Clin Electrophysiol.* – 2006. – Vol. 29. – P. 1285.
3. Dorwarth U. Radiofrequency catheter ablation: Different cooled and noncooled electrode systems induce specific lesion geometries and adverse effects profiles / U. Dorwarth, M. Fiek, T. Remp // *Pacing Clin Electrophysiol.* – 2003. – Vol. 26. – P. 1438.
4. Chan R.C. The effect of ablation electrode length and catheter tip to endocardial orientation on radiofrequency lesion size in the canine right atrium / R.C. Chan, S.B. Johnson, J.B. Seward // *Pacing Clin Electrophysiol.* – 2002. – Vol. 25. – P. 4.
5. Demazumder D. Comparison of irrigated electrode designs for radiofrequency ablation of myocardium / D. Demazumder, M.S. Mirotznik, D. Schwartzman // *J Interv Card Electrophysiol.* – 2001. – Vol. 5. – P. 391.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОАБЛЯЦИИ ТКАНЕЙ МИОКАРДА В УСЛОВИЯХ ОПЕРАЦИИ MAZE НА ОТКРЫТОМ СЕРДЦЕ

Сычик М.М., Попов В.В., Максименко В.Б., Кравчук Б.Б., Бацак Б.В.

Разработаны инструменты для операции Maze, лечения фибрилляции предсердий – монополярные электроды для электроабляции тканей миокарда вокруг легочных вен. Оценены эффективные и безопасные размеры деструкций миокарда относительно исходных параметров электрического воздействия. Даны рекомендации по выбору оптимальных режимов термического воздействия на миокард для разработанных инструментов.

Ключевые слова: радиочастотная абляция, фибрилляция предсердий, электрод, электрофизиология.

TECHNOLOGY OPTIMIZATION OF MYOCARDIAL TISSUE ELECTROABLATION FOR OPEN-HEART MAZE PROCEDURES

Sychyk M.M., Popov V.V., Maksymenko V.B., Kravchuk B.B., Batsak B.V

Surgical instruments for Maze operations, for atrial fibrillation treatment – monopolar electrodes for electrical ablation of myocardial tissue around the pulmonary veins were designed. Effective and safe destructions measures relative to the initial parameters of the electric effects were evaluated. The work gives suggestions for optimal radiofrequency ablation modes for designed electrode.

Key words: radiofrequency ablation, atrial fibrillation, electrode, electrophysiology.