

<sup>1</sup>С.Е.Мамчур, <sup>1</sup>Е.А.Хоменко, <sup>1</sup>О.М.Чистюхин, <sup>1</sup>М.Ю.Курилин, <sup>2</sup>А.Ю.Иванов

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ РАДИОЧАСТОТНОЙ АБЛАЦИИ МЕДЛЕННЫХ ПУТЕЙ АТРИОВЕНТРИКУЛЯРНОГО ПРОВЕДЕНИЯ В ОРОШАЕМОМ РЕЖИМЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕФЛЮОРОСКОПИЧЕСКОГО НАВИГАЦИОННОГО КАРТИРОВАНИЯ

<sup>1</sup>НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний Сибирского отделения Российской академии медицинских наук (НИИ КПССЗ СО РАМН), Кемерово, <sup>2</sup>МУЗ «Городская клиническая больница №4», Омск

С целью оценки эффективности и безопасности радиочастотной абляции медленных путей атриовентрикулярного проведения в орошаемом режиме с использованием нефлюороскопического навигационного картирования обследовано и прооперировано 160 пациентов в возрасте  $37,2 \pm 6,6$  лет.

**Ключевые слова:** атриовентрикулярная узловая реципрокная тахикардия, радиочастотная абляция, нефлюороскопическое навигационное картирование, атриовентрикулярная блокада

To assess effectiveness and safety of radiofrequency ablation of slow atrio-ventricular pathways in irrigated regime using non-fluoroscopic navigational mapping, 160 patients aged  $37.2 \pm 6.6$  years were examined and treated.

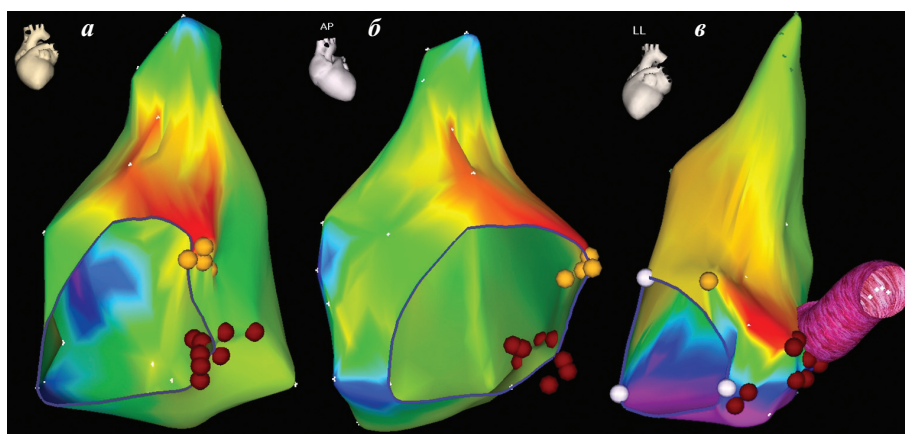
**Key words:** atrio-ventricular nodal reciprocal tachycardia, radiofrequency ablation, non-fluoroscopic navigational mapping, atrio-ventricular block.

Эффективность радиочастотной абляции (РЧА) атриовентрикулярной узловой реципрокной тахикардии (АВУРТ) по мере накопления опыта и совершенствования технологии изменялась несущественно. В одном из исследований, проведенных в 1993 г., она составила 93% [15]. Опубликованная в 1995 г. сводная статистика шести крупнейших центров США, включавшая 560 пациентов с АВУРТ, показала эффективность около 92%, возникновение атриовентрикулярной (АВ) блокады в 3,8% случаев [7]. К 1998 г., по данным регистра NASPE, при проведении катетерной абляции АВУРТ у 1197 пациентов эффективность составила 96,1%, развитие полной АВ блокады после процедуры - 1,1% [16]. В 1999 г. были опубликованы результаты мультицентрового проспективного исследования по эффективности абляции при суправентрикулярных тахикардиях [2].

Пациентов с АВУРТ было 373, первичный успех составил 93%, рецидив отмечен в 5% случаев. В 2001 г. R.Loh и G.Breithardt на материале 379 операций сообщили о первичной эффективности 97%, развитии АВ блокады в 0,8% случаев и рецидивировании тахикардии в 6,9% [13]. H.Estner et al. [4] наблюдали 465 пациентов после успешной абляции АВУРТ в течение в среднем 903 дня и обнаружили, что в течение этого времени рецидивы тахикардии были отмечены у 24 пациентов (5,2%). G.Kimman et al. [10] проанализировали состояние здоровья 120 пациентов через 10 лет после РЧА АВУРТ. Первичная эффективность со-

ставила 91%; при этом та или иная степень нарушений АВ проводимости после процедуры наблюдалась у 7,5% пациентов.

Существует неопубликованное мнение о том, что эффективность РЧА медленных путей АВ проведения может достигать 100% в случае использования орошаемого режима воздействия за счет увеличения глубины повреждения. В некоторых отечественных и зарубежных клиниках такой подход успешно используется в течение нескольких лет, однако нам не удалось найти литературные данные относительно риска развития АВ блокад при его применении. В основе механизма повышения эффективности орошаемого воздействия лежит возможность деструкции более глубоко расположенного медленного пути АВ проведения. Рост эффективности может быть связан и с воздействием на ле-



**Рис. 1.** Картирование быстрого пути АВ проведения при тахикардии slow/fast: локализация быстрого пути АВ проведения в левой (а) и правой (б) косой проекциях в типичном месте (выше сухожилья Тодаро); в – аномально низкая локализация быстрого пути АВ проведения кпереди от устья коронарного синуса в левой боковой проекции. Желтыми точками отмечена область картирования пучка Гиса и АВ узла, красными – область радиочастотного воздействия, белыми – область картирования фиброзного кольца трехстворчатого клапана. См. цветную вклейку.

вопредсердный компонент петли re-entry (D.Lockwood et al. [12] и L.Molina et al. [14]), который может быть представлен левонаправленным расширением АВ узла и/или волокнами муфты коронарного синуса. Неорошаемая абляция с правой стороны перегородки в ряде случаев не позволяет повредить те компоненты петли re-entry, которые располагаются глубоко в перегородке и/или пирамидальном пространстве.

С другой стороны, формирование более глубокого повреждения при орошаемом режиме абляции у многих специалистов вызывает опасения, связанные с возможным повышением риска развития АВ блокады при его использовании. Есть основания полагать, что при орошаемом режиме РЧА использование навигации позволит избежать риска развития АВ блокад, одновременно увеличив эффективность процедуры. Во всяком случае, наш собственный опыт рутинного применения нефлюороскопических навигационных систем продемонстрировал возможность успешного картирования быстрых и/или медленных путей АВ проведения (в зависимости от типа тахикардии) и высокоточного измерения расстояния между ними и абляционным электродом [1]. Мы полагаем, это позволит проводить более глубокие и эффективные РЧА в орошаемом режиме на безопасном расстоянии от быстрого пути АВ проведения, не увеличивая при этом риска создания АВ блокады.

Цель исследования - оценить эффективность и безопасность радиочастотной абляции медленных путей атриовентрикулярного проведения в орошаемом режиме с использованием нефлюороскопического навигационного картирования.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

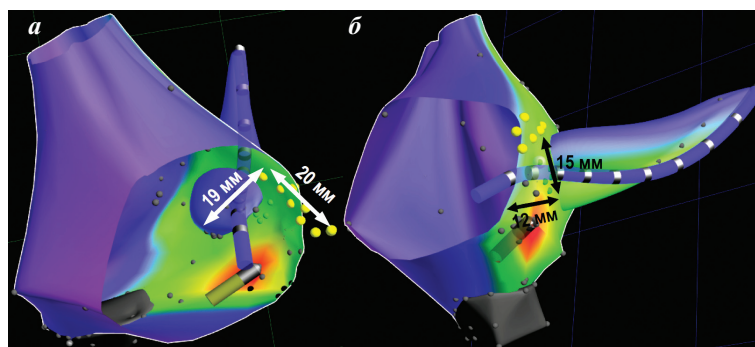
В контролируемое проспективное исследование включено 160 пациентов в возрасте  $37,2 \pm 6,6$  лет, подвергшихся РЧА медленных путей АВ проведения. Все процедуры проводились с использованием нефлюороскопических навигационных систем SpaceVision (Биоток), Carto XP и Carto3 (Biosense Webster). В ходе процедуры после электрофизиологической верификации диагноза проводилось построение карты правого предсердия, фиброзного кольца трехстворчатого клапана, коронарного синуса и особенно детально - его устья, области АВ узла и пучка Гиса. Процедура считалась эффективной в случае невозможности индукции тахикардии при программной стимуляции одним-тремя экстрастимулами, в том числе на фоне фармакологических тестов. Критерием безопасности служило отсутствие АВ блокад любой степени и клинически значимых тромбоемболий. Пациентам I группы (89 человек) проводилась РЧА в неорошаемом режиме с мощностью 50 Вт и температурой 50-60 °С, пациентам II группы (71 человек) - РЧА в орошаемом режиме с мощностью 25-35 Вт и температурой 40-45 °С.

## ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Одним из преимуществ использования навигации явилась наглядность представления электрофизиологической информации, например карты ретроградной активации предсердий во время тахикардии, благодаря которой с высокой точностью локализовались области входов/выходов путей АВ проведения (рис. 1) и высокоточного измерения расстояния между ними и абляционным электродом (рис. 2). Особенно важную информацию можно получить при картировании быстрых путей АВ проведения, анатомия которых может быть варибельной, избегая тем самым воздействий в этих областях, что, по нашему мнению, является главным аспектом в профилактике развития АВ блокад.

На рис. 3 представлены данные о локализации областей эффективного воздействия в изучаемых группах, свидетельствующие о том, что в орошаемом режиме чаще удается достигнуть эффекта в тех зонах, где воздействие может быть более безопасным, не прибегая к абляции в зоне А. Среднее количество аппликаций в группе I составило  $4,8 \pm 2,1$ , в группе II -  $1,7 \pm 0,7$  ( $p=0,03$ ). В группе II было отмечено гораздо более редкое возникновение узлового ритма во время радиочастотного воздействия: 45 (63,4%) случаев против 82 (92,1%) в группе I ( $p<0,00005$ ). Непосредственного эффекта после первичной процедуры в группе I удалось достичь у 81 (91%) пациентов, в группе II - у 100% ( $p=0,022$ ). Всем пациентам I группы после неэффективной первичной процедуры были выполнены успешные повторные процедуры в орошаемом режиме.

Во время воздействия АВ блокада I степени наблюдалась у 4 (4,5%) пациентов I группы и у 3 (4,2%) пациентов II группы ( $p=0,93$ ), переходящая АВ блока-



**Рис. 2. Картирование медленного пути АВ проведения при тахикардии fast/slow в правой (а) и левой косо́й проекциях с каудальным отклонением (б): многополюсный электрод введен в коронарный синус; абляционный электрод установлен в область картирования медленного пути АВ проведения; цифрами обозначены измеренные при помощи средств навигационной системы размеры пучка Гиса, устья коронарного синуса, расстояние между фиброзным кольцом трехстворчатого клапана и передним краем устья коронарного синуса, расстояние между зоной P2 и АВ узлом. Желтыми точками отмечена область картирования пучка Гиса и АВ узла, зелеными – область регистрации «потенциалов медленного пути». См. цветную вклейку.**

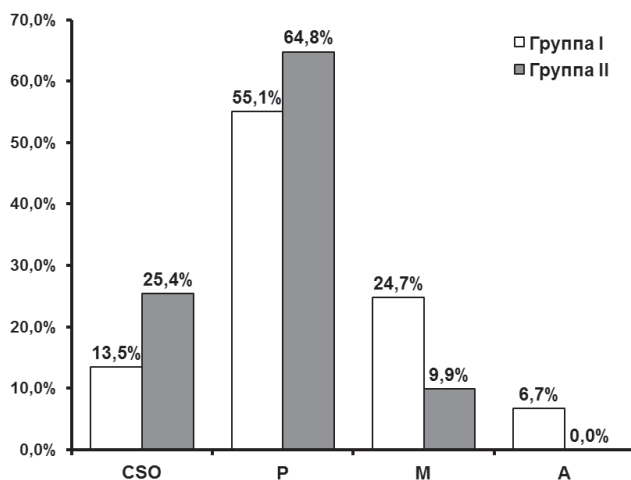
да 2 степени наблюдалась по одному (1,1 и 1,4%, соответственно) случаю в каждой группе ( $p=0,87$ ). Ни одного случая АВ блокады III степени или тромбоэмболических осложнений в обеих группах не было зарегистрировано. Общая отдаленная эффективность в сроки  $21,1 \pm 5,8$  мес. составила 100%; при этом АВ блокада I степени сохранялась у одного пациента I группы после воздействия в зоне А.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Несмотря на высокую эффективность неорошаемой РЧА для устранения медленных путей АВ проведения, продолжают исследования, направленные на повышение эффективности и безопасности лечения АВУРТ. Краеугольным камнем этого поиска является достижение компромисса между достаточно глубоким повреждением области медленного пути АВ проведения и сохранением нормального проведения по быстрому пути. Предложено немалое количество электрофизиологических приемов для более точного картирования и менее агрессивного воздействия, что не привело к существенному изменению эффективности процедуры и снижению риска развития АВ блокад.

С момента первого сообщения о криоаблации АВУРТ в 2000 г. [17] основное внимание исследователей сместилось на повышение эффективности и безопасности данной процедуры путем криокартирования, позволяющего практически во всех случаях определить локализацию медленного пути АВ проведения и провести прецизионное воздействие. Нефлюороскопическое навигационное картирование, напротив, в большинстве случаев тахикардии slow/fast позволяет с высокой воспроизводимостью локализовать быстрый путь АВ проведения, а при других вариантах АВУРТ - медленный.

Большинство исследований по сравнению радиочастотной и криоаблации показало приблизительно одинаковую эффективность обеих методик, однако



**Рис. 3.** Локализация областей эффективного воздействия в изучаемых группах: задняя (P), средняя (M) и передняя (A) зоны Jazayeri, устье коронарного синуса (CSO); межгрупповые различия во всех зонах статистически значимы при  $P < 0,0005$ .

рецидивы тахикардии в отдаленном периоде в группах криовоздействия отмечались в среднем чаще, чем после РЧА [3, 8, 19]. При этом в ряде случаев в ходе криоаблации приходилось переходить на радиочастотное воздействие или прибегать к различным способам увеличения глубины криоаблации [11].

Кроме того, криокартирование не всегда позволяет точно выбрать нужную точку для аблации. Отсутствие нарушений АВ проведения при криопробе не гарантирует того, что они не возникнут в ходе аблации [5]. Напротив, воздействие там, где по данным криомаппинга проведение по медленному пути не устраняется, может привести к положительному результату. Считается, что данный феномен объясняется глубоким залеганием медленного пути или расположением абляционного катетера в нескольких миллиметрах от «идеальной» точки воздействия [6]. Механизм повышения эффективности РЧА АВУРТ при помощи орошаемого воздействия заключается в эффективном повреждении глубоко расположенных в пирамидальном пространстве компонентов петли re-entry при меньшем количестве аппликаций в более безопасных областях (зона Р или устье коронарного синуса).

Возможной причиной рецидивирования аритмии после криоаблации или неорошаемой РЧА является достижение целевой температуры, приводящей к необратимым изменениям, лишь в зоне непосредственного контакта электрода с тканью, при этом периферия подвергается меньшему термическому воздействию, и происходит только временное прекращение функционирования медленного пути [11]. Орошаемое радиочастотное воздействие сводит к минимуму возникновение такого феномена, что подтверждается отсутствием рецидивов тахикардии в отдаленном периоде.

Небезынтересным является факт относительно редкого возникновения узлового ритма в точках успешной РЧА при использовании орошения. Одним из предикторов такого нетипичного ответа, помимо прочих, считается воздействие в области задних входов в АВ узел [9, 18], что было отмечено нами в группе II, где воздействие осуществлялось преимущественно в зоне Р и устье коронарного синуса на относительном удалении как от фиброзного кольца трехстворчатого клапана, так и от компактной части АВ узла. В заключении отметим, что, несмотря на полученные положительные данные о возможности применения орошаемой РЧА для лечения АВУРТ, мы не рекомендуем применять данный метод в педиатрической практике.

### ВЫВОДЫ

1. Непосредственная эффективность радиочастотной аблации медленных путей атриовентрикулярного проведения в орошаемом режиме выше, чем в неорошаемом. При этом эффект достигается при меньшем количестве радиочастотных аппликаций и воздействии в более безопасных областях.
2. Риск развития нарушений атриовентрикулярного проведения при орошаемом и неорошаемом воздействии сопоставим при условии нефлюороскопического картирования быстрого пути атриовентрикулярного проведения.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Оферкин А.И., Петш А.И., Мамчур С.Е. Радиочастотная абляция атриоventрикулярной узловой тахикардии. - Томск: Изд-во Том. ун-та, 2007 - 203 с.
2. Calkins H., Yong P., Miller J.M. et al. Catheter ablation of accessory pathways, atrioventricular nodal reentrant tachycardia, and the atrioventricular junction: final results of a prospective, multicenter clinical trial. The Atakr Multicenter Investigators Group // *Circulation*. - 1999. - Vol. 99(2). - P. 262-270.
3. De Sisti A., Tonet J., Barakett N. et al. Transvenous cryoablation of the slow pathway for the treatment of atrioventricular nodal re-entrant tachycardia: a single centre initial experience study // *Europace*. - 2007. - Vol. 9. - P. 401-406.
4. Estner H.L., Ndrepepa G., Dong J. et al. Acute and long-term results of slow pathway ablation in patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia--an analysis of the predictive factors for arrhythmia recurrence // *Pacing Clin. Electrophysiol.* - 2005. - Vol. 28(2). - P. 102-110.
5. Fischbach P.S., Saarel E.V., Dick II M. Transient atrioventricular conduction block with cryoablation following normal cryomapping // *Heart Rhythm*. - 2004. - Vol. 1. - P. 554-557.
6. Friedman P.L. How to ablate atrioventricular nodal reentry using cryoenergy // *Heart Rhythm*. - 2005. - Vol. 1. - P. 893-896.
7. Ganz L.I., Friedman P.L. Supraventricular tachycardia // *N. Engl. J. Med.* - 1995. - Vol. 332(3). - P. 162-173.
8. Gupta D., Al-Lamee R.K., Early M.J. et al. Cryoablation compared with radiofrequency ablation for atrioventricular nodal tachycardia: analysis of factors contributing to acute and follow-up outcome // *Europace*. - 2006. - Vol. 8. - P. 1022-1026.
9. Hsieh M.-H., Chen S.-A., Tai C.-T. et al. Absence of junctional rhythm during successful slow-pathway ablation in patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia // *Circulation*. - 1998. - Vol. 98. - P. 2296-2300.
10. Kimman G.P., Bogaard M.D., van Hemel N.M. et al. Ten year follow-up after radiofrequency catheter ablation for atrioventricular nodal reentrant tachycardia in the early days forever cured, or a source for new arrhythmias? // *Pacing Clin. Electrophysiol.* - 2005. - Vol. 28(12). - P. 1302-1309.
11. Kimman G.P., Szili-Torok T., Jordaens L.J. Tachyarrhythmias in Koch's triangle: to be burned out or to be cool? // *Europace*. - 2007. - Vol. 9. - P. 906-908.
12. Lockwood D., Otomo K., Wang Z. et al. Electrophysiologic characteristics of atrioventricular nodal reentrant tachycardia: implications for the reentrant circuits // *Cardiac electrophysiology: from cell to bedside / D.P. Zipes, J. Jalife, eds.* - 4th ed. - Philadelphia: W. B. Saunders, 2004. - P. 537-557.
13. Loh P., Breithardt G. 'Slow pathway' ablation in patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia: do we understand what we are doing? // *Eur. Heart J.* - 2001. - Vol. 22(1). - P. 19-21.
14. Molina L., Perez D., Limon F. et al. Nodal conduction velocity according to site of stimulus origin (Abstract) // *Europace*. - 2005. - Vol. 7, suppl. - P. S10.
15. Moulton K., Miller B., Scott J., Woods W.T. Jr. Radiofrequency catheter ablation for AV nodal reentry: a technique for rapid transection of the slow AV nodal pathway // *Pacing Clin. Electrophysiol.* - 1993. - Vol. 16(4 Pt 1). - P. 760-768.
16. Scheinman M.M., Huang S. The 1998 NASPE prospective catheter ablation registry // *Pacing Clin. Electrophysiol.* - 2000. - Vol. 23(6). - P. 1020-1028.
17. Skanes A.C., Dubuc M., Klein G.J. et al. Cryothermal ablation of the slow pathway for the elimination of atrioventricular nodal reentrant tachycardia // *Circulation*. - 2000. - Vol. 102. - P. 2856-2860.
18. Taylor G.W., Kay G.N. Selective slow pathway ablation for treatment of AV nodal reentrant tachycardia // *Radiofrequency catheter ablation of cardiac arrhythmias: basic concepts and clinical applications / S.K.S. Huang, D.J. Wilber, eds.* - 2nd ed. Armonk, N.Y.: Furura Publishing Company, Inc., 2000. - P. 423-461.
19. Zrenner B., Dong J., Schreieck J. et al. Transvenous cryoablation versus radiofrequency ablation of the slow pathway for the treatment of atrioventricular nodal re-entrant tachycardia: a prospective randomized pilot study // *Eur. Heart J.* - 2004. - Vol. 25. - P. 2226-2231.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ РАДИОЧАСТОТНОЙ АБЛАЦИИ МЕДЛЕННЫХ ПУТЕЙ АТРИОВЕНТРИКУЛЯРНОГО ПРОВЕДЕНИЯ В ОРОШАЕМОМ РЕЖИМЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕФЛЮОРОСКОПИЧЕСКОГО НАВИГАЦИОННОГО КАРТИРОВАНИЯ**

*С.Е.Мамчур, Е.А.Хоменко, О.М.Чистюхин, М.Ю.Курилин, А.Ю.Иванов*

С целью оценки эффективности и безопасности радиочастотной абляции (РЧА) медленных путей атриоventрикулярного (АВ) проведения в орошаемом режиме с использованием нефлюороскопического навигационного картирования обследовано и прооперировано 160 пациентов в возрасте  $37,2 \pm 6,6$  лет. В ходе процедуры проводилось построение карты правого предсердия, фиброзного кольца трехстворчатого клапана, коронарного синуса, области АВ узла и пучка Гиса. Пациентам I группы (89 человек) проводилась РЧА в неорошаемом режиме с мощностью 50 Вт и температурой 50-60 °С, пациентам II группы (71 человек) - РЧА в орошаемом режиме с мощностью 25-35 Вт и температурой 40-45 °С. Среднее количество аппликаций в группе I составило  $4,8 \pm 2,1$ , в группе II -  $1,7 \pm 0,7$  ( $p=0,03$ ). В группе II было отмечено гораздо более редкое возникновение узлового ритма во время РЧА: 45 (63,4%) случаев против 82 (92,1%) в группе I ( $p<0,00005$ ). Непосредственного эффекта после первичной процедуры в группе I удалось достичь у 81 (91%) пациентов, в группе II - у 100% ( $p=0,022$ ). Всем пациентам I группы после неэффективной первичной процедуры были выполнены успешные повторные процедуры в орошаемом режиме. Во время воздействия АВ блокада I степени наблюдалась у 4 (4,5%) пациентов I группы и у 3 (4,2%) пациентов II группы ( $p=0,93$ ), переходящая АВ блокада 2 степени

наблюдалась по одному (1,1 и 1,4%, соответственно) случаю в каждой группе ( $p=0,87$ ). Общая отдаленная эффективность в сроки  $21,1\pm 5,8$  мес. составила 100%; при этом АВ блокада I степени сохранялась у одного пациента I группы. Таким образом, непосредственная эффективность РЧА медленных путей АВ проведения в орошаемом режиме выше, чем в неорошаемом. Риск развития нарушений АВ проведения при орошаемом и неорошаемом воздействии сопоставим при условии нефлюороскопического картирования быстрого пути АВ проведения.

EFFECTIVENESS AND SAFETY OF RADIOFREQUENCY ABLATION OF SLOW ATRIO-VENTRICULAR PATHWAYS IN IRRIGATED REGIME USING NON-FLUOROSCOPIC NAVIGATIONAL MAPPING

*S.E. Mamchur, E.A. Khomenko, O.M. Chistyukhin, M.Yu. Kurilin, A.Yu. Ivanov*

To assess effectiveness and safety of radiofrequency ablation (RFA) of slow atrio-ventricular (AV) pathways in irrigated regime using non-fluoroscopic navigational mapping, 160 patients aged  $37.2\pm 6.6$  years were examined and treated. In the course of the procedure, mapping the right atrium, fibrous annulus of tricuspid valve, coronary sinus, as well as areas of AV node and His bundle was carried out. In Group I ( $n=89$ ), RFA was performed in non-irrigated regime with the power of 50 W and temperature of 50-60°C. In Group II ( $n=71$ ), RFA was carried out in irrigated regime with the power of 25-35 W and temperature of 40-45°C. The number of applications was  $4.8\pm 2.1$  in Group I and  $1.7\pm 0.7$  in Group II ( $p=0.03$ ). In Group II, a considerably rarer occurrence of the nodal rhythm during RFA than in Group I was observed: 45 cases (63.4%) and 82 (92.1%), respectively ( $p<0.00005$ ). The immediate positive effect of the primary procedure was achieved in 81 patients (91%) of Group I and 100% of patients of Group II ( $p=0.022$ ). In all patients of Group I after the ineffective primary procedure, successful repetitive procedures were made in irrigated regime. In the course of radiofrequency application, first-degree AV block was documented in 4 patients of Group I (4.5%) and 3 patients of Group II (4.2%,  $p=0.93$ ). Transient second-degree AV block was observed in one case apiece (1.1% and 1.4%, respectively;  $p=0.87$ ). The overall late effectiveness in  $21.1\pm 5.8$  months was 100%; first-degree AV block was documented only in one patient of Group I. Thus, the immediate effectiveness of RFA of slow AV pathways in irrigated regime is more favorable than in non-irrigated one. The risk of alterations of AV conduction in irrigated and non-irrigated regimes is similar, provided non-fluoroscopic mapping of the fast AV pathway is performed.