

**ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**И.В.Антонченко, М.Л.Кандинский, Б.Н.Козлов, В.В.Алеев,  
В.В.Горбунов, В.М.Шипулин, С.В.Попов**

**ДИНАМИКА ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ  
АОРТОКОРОНАРНОМ ШУНТИРОВАНИИ**

*НИИ кардиологии ТНЦ СО РАМН, Томск, Россия, МПК «Электронпульс», Томск, Россия*

*Рассматриваются причины возникновения пароксизмальной мерцательной аритмии у больных, перенесших операцию аортокоронарного шунтирования.*

**Ключевые слова:** аортокоронарное шунтирование, пароксизмальная мерцательная аритмия, электрофизиологические показатели.

*The causes of the atrial fibrillation development in the patients after the aortocoronary bypass grafting surgery are considered.*

**Key words:** aortocoronary bypass grafting, paroxysmal atrial fibrillation, electrophysiologic indices

Аортокоронарное шунтирование (АКШ), как оперативное вмешательство совершает «движение по спирали», возвращаясь к операциям на бьющемся сердце, однако уже на более высоком технологическом витке [14]. Появление аппаратов искусственного кровообращения (ИК) и методов защиты миокарда обеспечило хирургам неподвижное, бескровное сердце и безопасное оперативное действие. Однако, несмотря на успех АКШ с ИК, отрицательное влияние сердечно-легочного обхода хорошо известно: неврологические дефекты и дефициты, иммуносупрессия, вторичные дисфункции тромбоцитов, вызывающие кровотечения, почечная и легочная недостаточность, системная воспалительная реакция, послеоперационные нарушения ритма сердца [2, 13, 14]. Все это играет определенную роль в развитии нежелательных клинических эффектов.

Сохранение бьющегося сердца во время проведения хирургической операции фактически устраняет угрозу развития некоторых из этих грозных осложнений [3, 5, 8]. Этим определяется актуальность изучения опыта операций прямой реваскуляризации миокарда без кардиопульмонального обхода в сравнении с АКШ в условиях ИК. Однако, снижение операционной смертности, уменьшение количества и меньшая зона периоперационного повреждения миокарда, более короткое стационарное пребывание – наиболее часто сообщаемые преимущества операций прямой реваскуляризации миокарда без ИК [4, 5, 6, 10].

Одним из наиболее частых осложнений кардиохирургических операций и АКШ, в частности, является фибрилляция предсердий (ФП) [7, 9, 11, 12]. По данным литературы [9] у пациентов в возрасте 74,7±4,2 лет оперированных в условиях ИК ФП развивается в 28,3% случаев, а в аналогичной группе, оперированной без кардиопульмонального обхода в 10%. Причинами возникновения ФП у пациентов, перенесших АКШ являются возраст, наличие аритмии в анамнезе, расширение левого предсердия (ЛП) и степень поражения коронарного русла [7, 9]. К причинам возникновения ФП можно отнести так же повышение уровня адреналина крови и уменьшение уровня сывороточного магния [9].

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведен ретроспективный анализ течения раннего послеоперационного периода у 126 больных после операции АКШ, у которых до операции не регистрировалась ФП. Стабильная форма ФП возникла у 30 (24%) пациентов в основном на 2-3 сутки после операции, для ее купирования потребовалось введение антиаритмических препаратов I (новокаиномид) или III (кордарон) классов.

Мы изучили динамику электрофизиологических показателей у 106 пациентов в возрасте 51,7±6,7 лет, после получения согласия пациентов и этической комиссии НИИ кардиологии ТНЦ СО РАМН. В основном в эту группу вошли мужчины (n=103). От одного до трех острых инфарктов миокарда пережили 103 (97%) пациентов. Всем пациентам оперативное вмешательство выполнялось через срединную стернотомию. АКШ в условиях ИК и фармако-холодовой защиты миокарда выполнено 53 пациентам. Шунтирование передней нисходящей артерии у 46 из этих 53 пациентов выполнено артериальным кондуитом левой внутренней грудной артерии. В других коронарных бассейнах в качестве шунта использовалась аутовена. Реваскуляризация правой коронарной артерии произведена в 37 случаях, огибающая артерия и ветви тупого края явились целевыми артериями у 37 больных, а диагональная артерия – у 21. Среднее количество шунтов составило 3,0±1,02. Второй половине пациентов (n=53) прямую реваскуляризацию миокарда осуществляли на работающем сердце без искусственного кровообращения с помощью стабилизатора сердца «Octorus-2» (Medtronic, США). В зависимости от количества и локализации пораженных коронарных артерий выделялись правая и/или левая внутренние грудные артерии, производился забор большой подкожной вены. Передняя нисходящая артерия всегда реваскуляризировалась артериальным кондуитом левой внутренней грудной артерии, правая коронарная артерия шунтировалась аутовеной только в тех случаях, когда невозможно было использовать правую внутреннюю

грудную артерию. Наиболее часто ( $n=49$ ) артериальные кондуиты накладывались на переднюю нисходящую артерию. Правая коронарная артерия реваскуляризирована у 33 пациентов, выполнено 25 аутоартериальных и 8 аутовенозных шунтов. Огибающая артерия и ветви тупого края целевыми артериями были у 5 пациентов. Левая внутренняя грудная артерия использовалась как отдельно для передней нисходящей артерии, так и для наложения секвенциального анастомоза с диагональной артерией ( $n=8$ ). Аортокоронарное шунтирование одной коронарной артерии выполнено 12 пациентам, двух – 14, трех – 25 и четырех у 2 пациентов. Среднее число шунтированных артерий составило  $2,4 \pm 1,2$ .

Интраоперационно велось непрерывное мониторирование ритма сердца по 6 наружным отведениям ЭКГ и трем эпикардиальным электрограммам (рис. 1), которые регистрировались из ушек правого (RA) и левого (LA) предсердий и правого желудочка (RVA). Во время оперативного вмешательства диагностическая электростимуляция (ЭС) правого желудочка (ПЖ) и ушек правого (ПП) и левого предсердий проводилась дважды: после вскрытия полости перикарда и ревизии сердца до наложения шунтов и после реваскуляризации (в случаях проведения оперативного лечения пациентов в условиях ИК после восстановления работы сердца). Оценивались следующие электрофизиологические показатели: точка Венкебаха в ante- и retroградном (при наличии вентрикулоатриального проведения) направлениях, эффективный рефрактерный период (ЭРП) АВ-соединения, ПП и ЛП, выявлялась зона уязвимости и возможность индуцирования ФП учащающей и/или программированной ЭС одиночным стимулом на базовой частоте, на 10% превышающую спонтанный ритм (рис. 2). Кроме того, определялось время межпредсердного проведения (ВМП) как от ПП к ЛП при стимуляции ушка ПП, так и от ЛП к ПП при стимуляции ушка ЛП и общее время возбуждения предсердий по продолжительности зубца Р. В раннем послеоперационном периоде (первые 7 суток) электрофизиологические показатели сердца определялись с помощью временных эпикардиальных электродов расположенных в области ушка ПП и ПЖ (рис. 3). Исследовались: точка Венкебаха в ante- и retroградном направлениях, ЭРП АВ соединения и ПП, наличие зоны уязвимости и возможности индуцирования ФП теми же режимами ЭС. Исследования проводились на третьи и седьмые сутки после операции.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первой задачей, которую мы поставили перед собой было сравнение электрофизиологических показателей сердца и частоты развития ФП у больных после АКШ, проведенного с использованием ИК и без него. Полученные результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Достоверные отличия в группе пациентов, оперированных без ИК, относятся к экстрасистолической арит-



Рис. 1. Интраоперационное мониторирование.

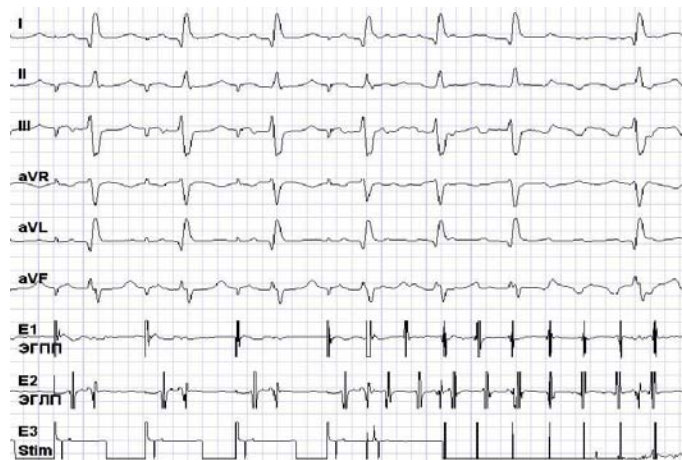


Рис. 2. Фрагмент интраоперационной эпикардиальной программируемой ЭС ушка ПП с индуцированием пароксизма трепетания предсердий.

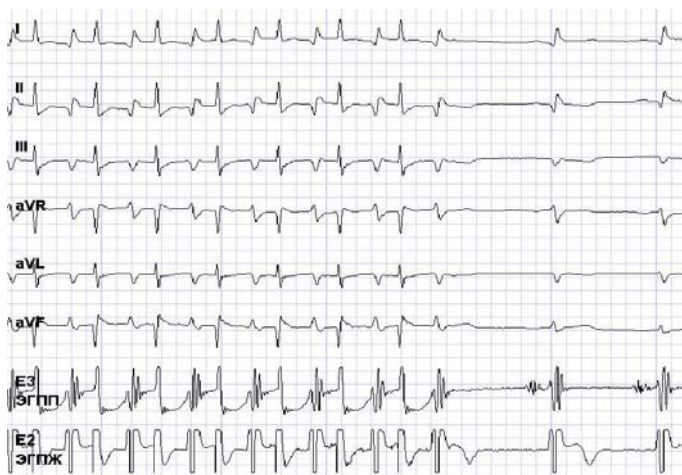


Рис. 3. Фрагмент хронического эпикардиального исследования, программируемая стимуляция ушка ПП.

мии. В большинстве случаев это была желудочковая экстрасистолия (93%), что возможно связано с большей травматизацией миокарда желудочков при этом способе лечения. По количеству же возникновения ФП эти группы не различались. Обращает на себя внимание укорочение ЭРП предсердий, увеличение разницы ЭРП предсердий и АВ соединения, что может приводить к ФП,

Таблица 1.

**Развитие нарушений ритма сердца в раннем послеоперационном периоде у больных после АКШ, выполненного разными способами**

Ритм	АКШ без ИК				АКШ с ИК			
	До операции	После	3 сутки	7 сутки	До операции	После	3 сутки	7 сутки
Синусовый ритм	45 (85%)	30 (56,6%)	38 (70%)	43 (81,2%)	49 (92,5%)	40 (77%)	40 (77%)	41 (78,9%)
Фибрилляция предсердий	3 (5,7%)	10 (18,9%)	7 (14%)	5 (9,4%)	3 (5,7%)	12 (21,2%)	11 (20,8%)	10 (18,9%)
Другие нарушения ритма сердца	5 (9,3%)	13* (24,5%)	8* (16%)	5 (9,4%)	1 (1,8%)	1* (1,8%)	2* (2,2%)	2 (2,2%)

\*Достоверные отличия ( $p < 0,05$ ) получены в группе больных, оперированных без искусственного кровообращения, сразу после наложения шунтов и на третьи сутки после лечения.

причем эти изменения сохраняются до 7 суток. Следовательно, электрофизиологические изменения предсердий, способные приводить к ФП не различаются при операциях АКШ, выполненных в условиях ИК и без него.

Следующей задачей, которую мы ставили перед собой в этом разделе работы, явилось определение динамики электрофизиологических показателей сердца у больных с развившейся ФП и у больных без тахикардии. По данным анамнеза эти больные были разделены на две группы: I группа – пациенты, не имевшие ФП до операции ( $n=94$ ); II группа ( $n=12$ ) – пациенты с пароксизмальной или стабильной формой ФП. Полученные результаты представлены в таблице 3.

При анализе полученных результатов первое, на что мы обратили внимание, это отсутствие спонтанной ре-реполяризации в группе больных с уже имеющейся ФП. Этот факт, с одной стороны, подтверждает положение о том, что наличие ФП в анамнезе приводит к готовности предсердий для фибрилляции, то есть к их ремоделированию [1], в то же время, по крайней мере, к 7 суткам, спонтанной нормализации электрофизиологических показателей не происходит. Это подтверждает наше предположение, о том, что у пациентов с ФП в анамнезе не происходит спонтанная ре-реполяризация в течение 7 суток. В то же время у больных без ФП в анамнезе после АКШ готовность пред-

сердий к фибрилляции практически исчезает за этот период времени.

Анализируя в целом, данные ЭФИ больных до и после АКШ, мы выявили, что электрофизиологический механизм развития ФП обусловлен выраженным уменьшением ЭРП ПП и в меньшей степени ЛП, при этом увеличивается разница между ЭРП предсердий. ВМПП при этом не только не замедляется, но и имеет тенденцию к ускорению, а также уменьшается и общее время возбуждения предсер-

дий. Эти данные позволяют предположить, что ФП у этих пациентов связана с формированием множественных генеру, обусловленных замедлением локального проведения, а не образованием встречных волн возбуждения, что наиболее часто встречается у больных ИБС. У пациентов с ФП кроме основного заболевания развитие ФП обусловлено еще и дополнительными факторами: катехоламинемией и уменьшением уровня сывороточного магния.

Так же были оценены электрофизиологические изменения, происходящие в предсердиях у 12 пациентов, которым в раннем послеоперационном периоде для сохранения синусового ритма потребовалось назначение профилактической антиаритмической терапии. Хотелось бы отметить, что у 7 (58,3%) из этих 12 пациентов ФП появилась после оперативного лечения. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Полученные результаты позволяют выделить следующие электрофизиологические критерии, при изменении которых требуется профилактика ФП:

- 1) снижение ЭРП ПП до 200 мс;
- 2) увеличение ВМПП до 55 мс;
- 3) увеличение времени возбуждения ЛП при программируемой ЭС ПП на задержке 350 мс до 100 мс.

По данным литературы ФП является достаточно частым осложнением кардиохирургических операций,

Таблица 2.

**Динамика электрофизиологических показателей сердца в раннем послеоперационном периоде у больных после АКШ, выполненного разными способами**

Электрофизиологические показатели	АКШ без ИК			АКШ с ИК		
	До операции	3 сутки	7 сутки	До операции	3 сутки	7 сутки
ТВ (имп. в мин.)	148,3±33	205±35,4	160±14,1	152±26,8	196,4±27	164,3±18
ЭРП АВС (мс)	283,3±23	240±20,1	255±21,2	276,6±19	238,3±16	246,6±24
ЭРП ПП (мс)	260,6±31	201,9±24	220,4±17	254,4±23	198,4±35	216,7±16
ВВФСУ (мс)	1141,5±396,6	954,5±375,5	1093±116	1231,6±296,7	1012,4±386,7	1146,4±218,6
КВВФСУ (мс)	290,5±112,5	168±103,2	327,5±81,3	320,4±125,5	236,6±106,1	310,6±112,4
P (мс)	120,2±20,6	114±15,6	116±11,3	118,4±16,8	112,4±20,7	117,2±14,2
PQ (мс)	157±21,4	134,5±13	140,5±18	162,3±19	140,3±19	152,2±22

Достоверных отличий между группами не получено.



Таблица 3.

*Динамика электрофизиологических показателей сердца в раннем послеоперационном периоде у больных после АКШ с различным аритмологическим анамнезом*

Электрофизиологические показатели	I группа				II группа			
	До операции (1)	После (2)	3 сутки (3)	7 сутки (4)	До операции (5)	После (6)	3 сутки (7)	7 сутки (8)
ТВ (имп. в мин)	152±30,1	169±36,8	195±23,8	170±20,1	170±14,1	210±49,5	185±7,1	190±8,4
ЭРП АВС (мс)	268,6±68,2	263,3±44,5	240±40	260±17,3	235±7,1	230±28,3	240±56,6	270±22,6
ЭРП ПП (мс)	251,3±51,4	200±20,3	210±19,6	241,4±34,2	234±84,9	178,3±7,1	186,5±23,6	196±24,7
ЭРП ЛП(мс)	267,1±55,3	202,5±22,2	–	–	260±64,8	215±17,6	–	–
ВВФСУ (мс)	1125±342	897,6±270	649±429,5	865,5±523	1077±162,2	1010±96,5	791,3±259	638±275
КВВФСУ (мс)	297,8±96	254,4±113	226,6±111	308,5±144	319,5±49,6	316±112,6	265,7±118	289,5±233
P (мс)	123,1±19,9	116,4±18,5	111,3±10,5	108,7±9,2	132±21,2	122,5±16,4	108,5±7,8	114±9,6
PQ (мс)	162±23	158,6±32,5	163,7±16,5	149±19,3	177,5±27,6	184,5±34,4	155,5±12	166±11,6
ВМПП п-л (мс)	127,9±48,3	102,6±42,6	–	–	141,5±7,8	117,2±10,4	–	–
ВМПП л-п (мс)	100,5±45,2	77,2±31,1	–	–	92±13,3	98±16,8	–	–
Для ЭРП правого предсердия: P2-6=0,048, P3-7=0,031, P4-8=0,035								

Примечание: ВМПП п-л – время межпредсердного проведения, зарегистрированное при учащающей стимуляции правого, а ВМПП л-п - левого предсердия с частотой, на 10% превышающей частоту спонтанного ритма.

Таблица 4.

*Динамика электрофизиологических показателей сердца до и после проведения АКШ у больных, потребовавших профилактического антиаритмического лечения*

Электрофизиологические показатели	До наложения шунтов	После реваскуляризации	p
ТВ (имп. в мин.)	152,5±30,1	168,8±38,8	0,212
ЭРП АВС (мс)	268,6±68,2	263,3±59,2	0,076
ЭРП ПП (мс)	253,3±45,5	200,0±20,0	0,046
ЭРП ЛП (мс)	262,0±44,9	201,7±16,2	0,074
ВВФСУ (мс)	1125,4±342,1	897,6±269,8	0,010
КВВФСУ (мс)	297,8±96,0	254,4±113,1	0,164
P (мс)	123,1±19,9	116,4±18,5	0,208
PQ (мс)	162,1±23,0	158,6±32,5	0,112
St-A ЛП (мс)	127,9±48,3	102,6±42,6	0,044
St-A ПП (мс)	100,5±45,2	77,2±33,1	0,062
ВМПП (мс)	78,1±22,7	54,0±19,1	0,047

Примечание: St-A ПП – время между стимулом и ответом правого предсердия при стимуляции левого, а St-A ЛП – время проведения между стимулом и ответом левого предсердия при стимуляции правого с частотой, на 10% превышающей спонтанный ритм.

включая АКШ, и встречается в 28,3% случаев. По данным нашего исследования в раннем послеоперационном периоде ФП возникла у 22 (20,8%) пациентов, причем в эту группу вошли все больные с ФП в анамнезе. Только у 7 (6,6%) пациентов ФП возникла один раз и была купирована. У остальных 15 (14,2%) пациентов она рецидивировала неоднократно, что потребовало назначения профилактической антиаритмической терапии.

#### ВЫВОДЫ

1. Риск манифестации ФП в раннем послеоперационном периоде не зависит от способа проведения АКШ.
2. Увеличение частоты случаев ФП и других суправентрикулярных нарушений ритма сердца в раннем послеоперационном периоде связано с интраоперационной травмой миокарда.
3. Высокая готовность предсердий к фибрилляции зависит от органических изменений миокарда и не меняется после АКШ.
4. Критериями готовности предсердий к фибрилляции можно считать: уменьшения ЭРП ПП до 200 мс, увеличение ВМПП до 55 мс и увеличение времени возбуждения ЛП до 100 мс при программируемой ЭС ПП на задержке 350 мс.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кушаковский М.С. Фибрилляция предсердий (причины, механизмы, клинические формы, лечение и профилактика). Санкт-Петербург 1999; 175.
2. Abreu J.E., Reilly J., Salzano R.P., Khachane V.B., Jekei F., Clyne C.A. Comparison of frequencies of atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting with and without the use of cardiopulmonary bypass. Am J Cardio 1999; 83: 775–776.
3. Arom KV, Flavin TF, Emery RW, et al. Should «off-pump» CABG be offered as a preferred treatment? Abstract presented at the International Society for Minimally Invasive Cardiac Surgery, Paris, France, May 1999.
4. Ascione R., Lloyd C., Underwood M., Gomes W., Angelini G. On-pump versus off-pump coronary revascularization. Ann Thorac Surg 1999; 68: 493–498.

5. Benetti F., Naselli G., Wood M., Geffner L. Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation. *Chest* 1991; 100: 312–316.
6. Bouchard D., Cartier R. Off-pump revascularization of multivessel coronary artery disease has a decreased myocardial infarction rate. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998; 14:1: 20–24.
7. Boyd WD, Desai ND, Del Rizzo DF, Novick RJ, McKenzie FN, Menkis AH. Off-pump surgery decreases postoperative complications and resource utilization in the elderly. *Ann Thorac Surg* 1999; 68:4: 1490–1493.
8. Buffalo E Andrade J.C.S., Branca IN.R., Aguisu L.F., Ribeiro E.E., Jatene A.D. Myocardial revascularization without extracorporeal circulation. *Eur J Cardiothorac Surg* 1990;4: 504–509.
9. Ducceschi V., D'Andrea A., Liccardo B, Alfieri A. et al. Perioperative clinical predictors of atrial fibrillation occurrence following coronary artery surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; 16: 435–439.
10. Emery R.W., Flavin T.F., Petersen R.J. Cost-effectiveness of minimally invasive coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 1562–1566.
11. Lotto A., Caputo M., Ascione R., Lloyd C., Lucchetti V., Angelini G. Evaluation of myocardial metabolism and function during beating heart coronary surgery. *J. Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 17: 164–172.
12. Louis, MD, Brian F. Buxton, FRACS, Geoffrey Gutteridge, MBBS, and Andrew M. Tonkin, MD, Jonathan M. Kalman, MBBS, PhD, Muhammad Munawar, MD, Laurence G. Howes, MBBS, PhD, William J. Atrial Fibrillation After Coronary Artery Bypass Grafting Is Associated With Sympathetic Activation *Ann Thorac Surg* 1995; 60: 1709–15.
13. Taggart D.P., Browne S.M., Halligan P.W., Wade D.T. Is cardiopulmonary bypass still the cause of cognitive dysfunction after cardiac operations?. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 8: 414–421.
14. Why cardiopulmonary bypass makes patients sick. In: Karp R.B., Laks H. eds. *Advances in cardiac surgery*. St. Louis: Mosby, 1995: 131–167.

#### ДИНАМИКА ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ АОРТОКОРОНАРНОМ ШУНТИРОВАНИИ

*И.В.Антонченко, М.Л.Кандинский, Б.Н.Козлов, В.В.Алеев, В.В.Горбунов, В.М.Шипулин, С.В.Попов*

С целью оценки риска возникновения пароксизмальной мерцательной аритмии в раннем послеоперационном периоде электрофизиологическое исследование проведено 106 пациентам после операции аортокоронарного шунтирования, проведенной в условиях искусственного кровообращения и на работающем сердце.

По данным авторов, риск манифестации фибрилляции предсердий в раннем послеоперационном периоде не зависит от способа проведения операции. Они связывают увеличение частоты случаев мерцательной аритмии и других суправентрикулярных аритмий в раннем послеоперационном периоде с интраоперационной травмой миокарда. Выявлены электрофизиологические критерии готовности предсердий к фибрилляции, обусловленные органическими изменениями миокарда и не связанные непосредственно с оперативным вмешательством.

#### THE DYNAMICS OF ELECTROPHYSIOLOGICAL INDICES AFTER THE AORTOCORONARY BYPASS GRAFTING SURGERY

*I.V.Antonchenko, M.L.Kandinskii, B.N.Kozlov, V.V.Aleev, V.V.Gorbunov, V.M.Shipulin, S.V.Popov*

For assessment of the risk of the paroxysmal atrial fibrillation development in the early post-operation period, the electrophysiologic study was performed on more than 100 patients after the aortocoronary bypass grafting surgery under the conditions of both extracorporeal and «off-pump» circulation.

According to the authors' data, the risk of the atrial fibrillation appearance in the early post-operation period is independent on the operation technique. The increased frequency of the paroxysms of the atrial fibrillation and other supraventricular arrhythmias in the early post-operation period is connected, by opinion of the authors, with an intraoperational myocardial trauma. The electrophysiologic criteria of readiness of the atria to the fibrillation which are due to myocardial morphological changes and are not directly connected with the surgery were revealed.