

ПРЕДСЕРДНЫЕ ИНЦИЗИОННЫЕ ТАХИКАРДИИ

ГУ НИИ кардиологии ТНЦ СО РАМН

Рассматриваются вопросы возникновения, особенностей патогенеза, диагностики и лечения предсердных инцизионных тахикардий; возможности использования современных методов электроанатомического картирования сердца.

Ключевые слова: предсердные инцизионные тахикардии, послеоперационные аритмии, трепетание предсердий, электроанатомическое картирование сердца, радиочастотная абляция.

The problems of origin, peculiarities of pathogenesis, diagnostics, and treatment of atrial incisional tachycardias as well as potentialities of up-to-date techniques of electro-anatomical heart mapping are considered.

Key words: atrial incisional tachycardias, post-operational arrhythmias, atrial flutter, electro-anatomical heart mapping, radiofrequency ablation.

Предсердные инцизионные аритмии - частое осложнение сердечно-сосудистой хирургии. Термин предсердная инцизионная тахикардия (внутрипредсердная re-entry тахикардия) используется в случае наличия предсердной тахикардии с кругом re-entry вокруг послеоперационного рубца. В связи со значительным прогрессом сердечно-сосудистой хирургии в последние десятилетия и с ожидаемым увеличением в ближайшем будущем количества операций, количество случаев возникновения инцизионных тахикардий увеличится. Операции на сердце, при которых проводятся манипуляции с предсердиями, такие как коррекция врожденных пороков, вмешательства на клапанах или процедура «лабиринт», являются частой причиной предсердной тахикардии. Возникающие при этом аритмии относят к «масго re-entry предсердным тахикардиям, обусловленным повреждением» [44, 34, 47, 52, 53].

Нельзя при этом исключать наличие фиброза предсердного миокарда, перикардального воспаления и повышенного давления в камерах сердца. Эти факторы вызывают дисперсию рефрактерности кардиомиоцитов, нарушение функции синусового узла и замедление проведения возбуждения по предсердиям. Таким образом, создается несколько предпосылок для формирования кругов re-entry.

Сердечно-лёгочное шунтирование, метаболические и электролитные нарушения, повышенный адренергический тонус и инотропные агенты увеличивают риск развития аритмий непосредственно в послеоперационном периоде. Проведенные исследования показали, что факторами риска ранних послеоперационных аритмий являются малый вес тела, молодой возраст, длительное время искусственного кровообращения, сложность операции и остаточный дефект [55, 40].

По оценкам экспертов, предсердная инцизионная тахикардия возникает у 10-30% пациентов после операции транспозиции крупных сосудов и у 20-37% пациентов, подвергшихся операции Фонтена [44, 34, 47, 52].

Из 478 пациентов, перенесших операцию Mustard, в исследовании M.Gelatt et al., наличие инцизионных предсердных тахикардий отмечено у 14% больных, а эктопических в 1% случаев, при наблюдении в течение 20 лет

возникновение инцизионных тахикардий после операции составляет 24% [19].

Разрезы предсердий, выполняемые во время оперативной коррекции тетрады Фалло, также предрасполагают к развитию в дальнейшем инцизионной тахикардии [18, 28]. При наблюдении в течение 35 лет после операции у 10% больных возникает предсердная инцизионная тахикардия, у 11% - устойчивая желудочковая тахикардия, а 8% пациентов умирает внезапно [28]. Утрата координированной предсердной активности и увеличение частоты ритма может сопровождаться выраженными нарушениями системной гемодинамики. Предсердные аритмии приводят к ухудшению функции желудочков, что в свою очередь, по данным ряда исследований, повышает риск смерти, в том числе, и внезапной [29, 41, 45].

По некоторым наблюдениям, предсердные инцизионные тахикардии могут возникать после процедуры «лабиринт» на открытом сердце и ее эндокардиальной модификации. D.Shah et al., описали инцизионные re-entry тахикардии после процедуры «лабиринт» из-за нетрансмуральности линий абляции [48]. По данным S.Parrone et al., левопредсердные тахикардии возникают у 10% пациентов после изоляции легочных вен и у 3,9% пациентов после модифицированной операции [36]. Этими авторами было показано, что предикторами риска развития инцизионных предсердных тахикардий является постоянная форма фибрилляции предсердий до проведения процедуры и дефекты линий абляции. По данным других авторов, левопредсердные тахикардии возникают у пациентов в 2,5-20% случаев [7, 16, 46, 57]. Критической зоной медленного проведения большинства этих тахикардий является перешеек между митральным клапаном и левой нижней легочной веной [7, 46].

Разрезы правого предсердия для устранения дефектов межпредсердной перегородки и других врожденных пороков сердца, являются наиболее частой причиной формирования кругов re-entry [1, 6, 10, 15, 21, 24, 32, 34, 44, 47]. Локализация этих тахикардий разнообразна, как из-за индивидуальных анатомических особенностей, так и объема хирургических вмешательств, наличия и выраженности предсердного фиброза.

Инцизионная тахикардия может появляться как в раннем, так и в позднем послеоперационном периоде. Ранние послеоперационные аритмии часто требуют электролитной коррекции, фармакологических и нефармакологических вмешательств. Поздние послеоперационные аритмии обусловлены многими факторами риска, включая прямую хирургическую травму проводящей системы, хирургические «рубцы», способствующие нарушению проводимости; и комбинации гемодинамических, анатомических и электрических нарушений у пациентов со структурными заболеваниями сердца. Модификации операции Фонтена и наличие ранней предсердной тахикардии - независимые предикторы возникновения поздней инцизионной тахикардии [5]. Пациенты с дисфункцией синусового узла также имеют повышенный риск развития предсердной тахикардии. И ранняя и поздняя послеоперационные аритмии - важный фактор риска заболеваемости и смертности после хирургии сердца.

Типичное (истмус-зависимое) трепетание предсердий является наиболее часто встречающейся аритмией у пациентов, перенесших операцию на сердце, нередко сочетается с предсердными инцизионными тахикардиями, образуя несколько кругов re-entry [1]. Циркуляция фронта волны по петлям двух потенциальных кругов приводит к формированию сложной re-entry в форме восьмерки [1, 6, 10, 15, 27, 51]. Круги re-entry формируются в левом предсердии реже чем в правом [23, 44, 50, 51]. W. Anne et al., исследовали большую группу пациентов, отобранных для аблации предсердной инцизионной тахикардии и обнаружили, что большинство re-entry аритмий были правосторонними и состояли из типичного трепетания предсердий (62%), и только 49% были связаны с атриотомией. Однако в группе пациентов с приобретенными пороками сердца существенное число аритмий оказалось левопредсердными [2].

Предсердная эктопическая тахикардия также осложняет течение послеоперационного периода. Эта тахикардия отличается от предсердной re-entry тахикардии частотой, начинается и заканчивается постепенно, и не отвечает на стимуляцию в режиме «overdrive pacing» [27]. Встречаемость послеоперационной эктопической тахикардии варьирует по данным разных авторов от 1 до 50% [12, 38]. Наиболее часто эта тахикардия возникает после коррекции тетрады Фалло и хирургических вмешательств в области атриоventрикулярного узла [11, 58]. По данным A. Dodge-Khatami et al., у 11% пациентов возникает эктопия в области атриоventрикулярного соединения после коррекции врожденных сердечных дефектов, а смертность в популяции 3% [11, 12, 38, 58]. Точная причина узловых эктопической тахикардии неизвестна, но можно предположить, что увеличение автоматизма в пучке Гиса обусловлено его хирургической травмой. Выявлена прямая корреляция между появлением узловых эктопической тахикардии и молодым возрастом, недостатком магния в послеоперационном периоде [13, 58].

Разнообразие аритмий после проведения хирургического вмешательства не всегда позволяют дифференцировать их друг от друга. В большинстве случаев

отсутствие явно видимой предсердной активности на ЭКГ приводит к замешательству, и как следствие к диагнозу - фибрилляция предсердий. Крупные волны P на поверхностной ЭКГ часто принимаются за типичное трепетание предсердий. В отличие от классического типа трепетания с пилообразными P-волнами и частотой около 300 в минуту, предсердные инцизионные тахикардии часто имеют более медленный ритм с различной формой P-волны.

Относительно невысокая частота, морфология P-волны и изоэлектрический интервал между ними - правило, а не исключение для инцизионных тахикардий. Эти различия от типичного трепетания предсердий обусловлены распространением фронта волны возбуждения, местоположением рубцов в предсердиях. Иногда волны P инцизионной тахикардии могут быть сходными с типичными волнами при истмус-зависимом трепетании предсердий [44]. В некоторых случаях выявить P-волну на поверхностной ЭКГ сложно, что, вероятно связано с наличием небольшого рубца и малым кругом re-entry. В этом случае, для диагностики необходимо проведение внутрисердечного электрофизиологического исследования. Тем не менее, выявить предсердную инцизионную тахикардию по поверхностной ЭКГ, как правило, не сложно.

Важной особенностью кругов re-entry является их зависимость от рубцов возникших как следствие перенесенного хирургического вмешательства. Функционально, они представляют собой линии блокады проводимости. Необходимо отметить, что не всегда наличие функциональной блокады проведения, имеет свое отражение в анатомическом субстрате, что подтверждается невозможностью их обнаружения при посмертном анатомическом исследовании. Наличие области функциональной блокады характеризуется либо полной электрической «тишиной», либо фрагментированностью и низкой вольтажностью электрограммы. Число возможных кругов аритмии четко коррелирует с количеством изолированных «каналов».

Для каждого круга re-entry, по крайней мере, необходим один изолированный «канал» проведения в предсердной ткани. H. Nakagawa et al., показали, что количество изолированных «каналов» у пациентов после коррекции дефекта межпредсердной перегородки или тетрады Фалло ограничено, в отличие от пациентов после операции Фонтена, которые имеют множественные каналы, что создает предпосылки для множества внутрисердечных re-entry тахикардий [34]. M. N. S. De Groot et al., сравнили величины вольтажа внутрисердечных электрограмм, зарегистрированных в нормальном сердце и у пациентов с врожденными пороками. Было выявлено, что амплитуда предсердного потенциала у пациентов с врожденными пороками значительно ниже, чем в нормальном сердце. Локализация низкоамплитудных электрограмм соответствовала положению круга re-entry [9].

V. Love et al., исследовали пациентов с врожденными пороками сердца на синусовом ритме, на предсердной стимуляции и во время тахикардии. Найдена связь между электрическими особенностями (двойной потенциал, область электрической «тишины») и центральным

препятствием - кругом re-entry [30]. Подобные исследования демонстрируют связь между электрической активностью и локализацией тахикардии. Однако, полностью отсутствуют исследования, которые выявляют связь между наблюдаемыми электрическими и гистопатологическими особенностями предсердного миокарда, что связано с техническими трудностями, длительностью наблюдения за пациентами.

Послеоперационные рубцы - это результат атриотомии, канньюляции или другой хирургической травмы, как правило, расположены в латеральных отделах правого предсердия, а фронт волны re-entry циркулирует вокруг места разреза [34]. Линейная абляция участка от нижнего края рубца до нижней полой вены или до трикуспидального клапана, либо от верхнего края рубца до верхней полой вены прерывает круг re-entry [3, 25]. Иногда неоднородность рубца приводит к возникновению «каналов» проведения между плотными рубцовыми зонами, которое проявляется замедленным проведением, фрагментированностью потенциала, что и является необходимым для возникновения re-entry.

Множество таких «каналов» может приводить к возникновению различных форм тахикардий. Прекращение проведения по этим «каналам» приводит к элиминации тахикардии [34]. При картировании предсердий часто выявляются области с низкой амплитудой предсердного потенциала, включающие участки, удаленные от места рассечения миокарда. Наличие таких зон, возможно, свидетельствует о распространенном повреждении или инфаркте предсердий. Причина большой области низкоамплитудного сигнала - «предсердная миопатия» неясна. Возможно, данный факт объясняется прерыванием кровоснабжения предсердий и недостаточной их защитой в процессе кардиоopleгии.

Использование антиаритмических препаратов и предсердной стимуляции в лечении инцизионной тахикардии малоэффективно [17, 43]. Кроме того, антиаритмическая терапия ограничена развитием проаритмических и органотоксических осложнений. Антитахикардическая стимуляция применяемая для купирования re-entry тахикардии, часто приводит к возникновению фибрилляции предсердий с последующим ухудшением гемодинамических показателей [43]. Только проведение внутрисердечного электрофизиологического исследования и радиочастотной абляции позволяют изменить уязвимый участок круга re-entry, и следовательно, предотвратить возврат аритмии.

В нескольких исследованиях, проведенных у пациентов преимущественно молодого возраста, оперированных по поводу различных врожденных пороков сердца эффективность абляции составляла от 12 до 50%, при наблюдении в среднем свыше двух лет [1, 6, 10, 34,]. Основное препятствие в оценке эффективности лечения инцизионных тахикардий - недостаток клинических исследований. Прекращение инцизионной тахикардии при проведении абляции уязвимого участка тахикардии, не всегда является адекватной клинической точкой радикального лечения. Проблема частого рецидивирования тахикардии после успешной абляции, указывает на необходимость в дополнительной оценке ее эффективности [54]. Выполнение абляции без использования не-

флюороскопических систем, и как следствие без оценки распространения возбуждения по предсердиям, конечной точкой имело прекращение тахикардии, без попыток документировать блокаду проведения в уязвимом участке. По данным Североамериканского педиатрического регистра радиочастотной абляции оказалось, что в середине 1990-х годов положительный результат этой процедуры составлял только 55%, а в других центрах до 78% [3, 25, 26, 30, 39, 56]. При двухлетнем наблюдении за пациентами с успешным устранением тахикардии оказалось, что рецидивирование происходит приблизительно в 50% случаев [54].

Использование электрода Halo с возможностью регистрации более 20 эндокардиальных электрограмм, позволило, по данным W. Anne et al, выявить круги re-entry и повысить эффективность устранения тахикардии до 94%. Но при этом, в 29% случаев тахикардии рецидивировали. Возврат тахикардии в большинстве случаев был связан с возникновением новых кругов re-entry. Обнаружена прямая корреляция между числом кругов re-entry, найденных при проведении первой процедуры абляции тахикардии и вероятностью ее повторения. Шанс на долгосрочный успех зависит от исходного числа аритмий. Данные результаты сопоставимы с другими сообщениями о проведении абляции у пациентов после хирургических вмешательств [21, 25]. Частое рецидивирование предсердных тахикардий (33-53%) в ранних исследованиях, связано с невозможностью выявить все потенциально уязвимые участки re-entry, особенно у пациентов с наличием множественных «рубцов» в миокарде [3, 25, 53, 54].

Радиочастотная абляция инцизионной предсердной re-entry тахикардии обусловлена рядом сложностей и ее проведение требует: (1) выявления уязвимых участков тахикардии; (2) создания эффективных трансмуральных повреждений; (3) подтверждения наличия двунаправленности блокады проведения; (4) отсутствия рецидивов при длительном наблюдении.

Детальное понимание механизмов инцизионных тахикардий и, следовательно, успешное лечение достигается использованием точных методов нефлюороскопического картирования в режиме реального времени с использованием графического трехмерного отображения распространения возбуждения по миокарду. Современные навигационные системы CARTO (Biosense Webster США), EnSite System (St. Jude Medical, США), RPM System (Boston Scientific, США) позволяют создавать с высокой точностью (погрешность не более 1 мм) трехмерную геометрическую реконструкцию полостей сердца, и выполнять электроанатомическое картирование. Электроанатомическое картирование - безопасный и информативный метод для визуализации предсердной активации у пациентов со сложными инцизионными предсердными тахикардиями, позволяющий выявить как фокальную, так и инцизионную предсердную re-entry тахикардии. Анализ карт возбуждения может позволить идентифицировать область медленного проведения, что способствует успешной катетерной абляции. Визуализация хирургических рубцов и анатомических барьеров в пределах трехмерной электроанатомической карты облегчает создание линейных повреждений [42].

Электроанатомическое картирование позволяет дифференцировать эктопическую и ге-entru тахикардии. J. Hebe et al., доказали высокую степень эффективности абляции предсердных инцизионных тахикардий с использованием системы CARTO [22]. P. Dorostkar et al., описали электроанатомическое картирование как систематический подход к лечению инцизионных тахикардий [14].

Проведение электроанатомического картирования на фоне постоянной тахикардии позволяет выявить рубцовые изменения в миокарде, «каналы» медленного проведения, феномен «змеи кусающей себя за хвост», проявляющегося в непрерывности наиболее ранней и наиболее поздней активации.

В случаях нестойкой тахикардии или тахикардии с разной длительностью цикла, или при невозможности индуцирования, картирование можно выполнять при проведении предсердной стимуляции, для выявления «каналов» медленного проведения между рубцами и естественными анатомическими образованиями.

Нанесение радиочастотного воздействия должно проводиться на участки медленного проведения. Соединение рубцов между собой и с естественными анатомическими препятствиями (верхняя и нижняя полые вены, кольца трикуспидального и митрального клапанов) с прекращением тахикардии являются основной целью проведения процедуры. Индикатором трансмурального некроза во время нанесения аппликации служит монополярный предсердный потенциал, зарегистрированный с абляционного электрода. Уменьшение амплитуды потенциала на 80% или его фрагментация на два потенциала с низкой амплитудой служит подтверждением наличия интрамурального повреждения [34].

К осложнениям абляции можно отнести паралич диафрагмы, вызванный повреждением диафрагмального нерва, и тромбоэмболии после восстановления синусового ритма. Редко возникают гемоперикард и тампонада сердца, предсердно-пищеводные свищи.

Сравнение в Детской Больнице Бостона результатов абляции тахикардий с использованием электроанатомического картирования и без него показало существенное увеличение доли успешных процедур [8]. Отсутствие энтраймент стимуляции при таком методе не ведет к уменьшению эффективности абляции [34, 35]. Использование трехмерных систем картирования позволяет ожидать эффективность абляции не менее чем у 90% пациентов [33, 34].

Усовершенствование хирургических методик улучшает прогноз лечения пациентов с врожденными и приобретенными пороками сердца и, как следствие, увеличивается риск развития инцизионных предсердных тахикардий. С другой стороны, возрастает число пациентов с многократными хирургическими вмешательствами, что ведет к большому количеству рубцов на предсердиях и повышенному риску развития аритмий. Частая встречаемость послеоперационных аритмий и их осложнений стимулирует развитие новых методов интервенционных вмешательств.

Понимание электрофизиологических механизмов и развитие современных методик электроанатомического картирования позволяет радикально лечить данный вид нарушения ритма. Вместе с тем, остается еще много вопросов, решение которых позволит улучшить результаты хирургического лечения аритмий «оперированного сердца».

ЛИТЕРАТУРА

1. Akar J.G., Kok L.C., Haines D.E. et al. Coexistence of type I atrial flutter and intra-atrial re-entrant tachycardia in patients with surgically corrected congenital heart disease. // J. Am. Coll. Cardiol. - 2001. - Vol. 38. - P. 377-84.
2. Anne W., van Rensburg H., Adams J. et al. Ablation of post-surgical intra-atrial reentrant tachycardia. // Eur. Heart J. - 2002. - Vol. 23. - P. 1609-1616.
3. Baker B.M., Lindsay B.D., Bromberg B. et al. Catheter ablation of intraatrial reentrant tachycardias resulting from previous atrial surgery: location and transecting the critical isthmus. // J. Am. Coll. Cardiol. - 1996. - Vol. 28. - P. 411-417.
4. Ben-Haim S.A., Rodriguez L.M., Timmermans C. et al. New method for nonfluoroscopic endocardial mapping in humans. Accuracy assessment and first clinical results. // Circulation - 1998. - Vol. 97. - P. 2426-2432.
5. Cecchin F., Johsrude C.L., Perry J.C. et al. Effect of age and surgical technique on symptomatic arrhythmias after the Fontan procedure. // Am. J. Cardiol. - 1995. - Vol. 76. - P. 386-391.
6. Chan D.P., Van Hare G.F., Mackall J.A. et al. Importance of atrial flutter isthmus in postoperative intra-atrial re-entrant tachycardia. // Circulation - 2000. - Vol. 102. - P. 1283-1289.
7. Chugh A., Oral H., Morady F. et al. Prevalence, mechanism, and clinical significance of macroreentrant atrial tachycardia during and following left atrial ablation for atrial fibrillation. // Heart Rhythm - 2005. - Vol. 2. - P. 464-471.
8. Collins K.K., Love B.A., Walsh E.P., Saul J.P. et al. Location of acutely successful radiofrequency catheter ablation of intraatrial reentrant tachycardia in patients with congenital heart disease. // Am. J. Cardiol. - 2000. - Vol. 86, No. 9. - P. 969-974.
9. De Groot N.M.S., Blom N.A., van Erver L. et al. 3-D scar tissue mapping to facilitate radiofrequency catheter ablation of post-operative atrial reentrant tachycardia. // Pacing. Clin. Electrophysiol. - 2000. - Vol. 23, No. 2. - P. 578.
10. Delacretaz E., Ganz L.I., Soejima K. et al. Multi atrial macro-re-entry circuits in adults with repaired congenital heart disease: entrainment mapping combined with three-dimensional electroanatomic mapping. // J. Am. Coll. Cardiol. - 2001. - Vol. 37. - P. 1665-1676.
11. Dodge-Khatami A., Miller O.I., Anderson R.H. et al. Surgical substrates of postoperative junctional ectopic tachycardia in congenital heart defects. // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. - 2002. - Vol. 123. - P. 624-630.
12. Dodge-Khatami A., Miller O.I., Anderson R.H., et al. Impact of junctional ectopic tachycardia on postoperative morbidity following repair of congenital heart defects. // Eur. J. Cardiothorac. Surg. - 2002. - Vol. 21. - P. 255-259.
13. Dorman B.H., Sade R.M., Burnette J.S. et al. Magnesium supplementation in the prevention of arrhythmias in pediatric patients undergoing surgery for congenital heart defects. // Am. Heart J. - 2000. - Vol. 139. - P. 522-528.
14. Dorostkar P., Cheng J., Scheinman M. Electroanatomical

- cal mapping and ablation of the substrate supporting intraatrial reentrant tachycardia after palliation for complex congenital heart disease. // *PACE* - 1998. - Vol. 21. - P. 1810-1819.
15. Duru F., Hindricks G., Kottkamp H. Atypical left atrial flutter after intraoperative radiofrequency ablation of chronic atrial fibrillation: successful ablation using three-dimensional electroanatomic mapping. // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* - 2001. - Vol. 12. - P. 602-5.
 16. Ernst S., Ouyang F., Lober F. Catheter-induced linear lesions in the left atrium in patients with atrial fibrillation: an electroanatomic study. // *J. Am. Coll. Cardiol.* - 2003. - Vol. 42. - P. 1271-1282.
 17. Garson A., Bink-Boelkens M., Hesslein P. et al. Atrial flutter in the young: a collaborative study of 380 cases. // *J. Am. Coll. Cardiol.* - 1985. - Vol. 6. - P. 871-878.
 18. Gatzoulis M.A., Balaji S., Webber S.A. et al. Risk factors for arrhythmia and sudden cardiac death late after repair of tetralogy of Fallot: a multicentre study. // *Lancet* - 2000. - Vol. 356. - P. 975-81.
 19. Gelatt M., Hamilton R.M., McCrindle B.W., et al. Arrhythmia and mortality after the Mustard procedure: a 30-year single-center experience. // *J. Am. Coll. Cardiol.* - 1997. - Vol. 29. - P. 194-201.
 20. Gepstein L., Hayam G., Ben-Haim S.A. A novel method for nonfluoroscopic catheter-based electroanatomical mapping of the heart. In vitro and in vivo accuracy results. // *Circulation* - 1997. - Vol. 95. - P. 1611-1622.
 21. Hebe J., Hansen P., Ouyang F. et al. Radiofrequency catheter ablation of tachycardia in patients with congenital heart disease. // *Pediatr. Cardiol.* - 2000. - Vol. 21. - P. 557-75.
 22. Hebe J., Antz M., Ouyang F. et al. Mapping and ablation of incisional atrial reentry tachycardias in patients after surgery for congenital heart disease using a 3D-electroanatomical mapping system. // *Circulation* - 1998. - Vol. 98. - P. 616.
 23. Jais P., Shah D.C., Haissaguerre M. et al. Mapping and ablation of left atrial flutters. // *Circulation* - 2000. - Vol. 101. - P. 2928-2934.
 24. Kall J.G., Rubenstein D.S., Kopp D.E. et al. Atypical atrial flutter originating in the right atrial free wall. // *Circulation* - 2000. - Vol. 101. - P. 270-279.
 25. Kalman J.M., VanHare G.F., Olgin J.E. et al. Ablation of "incisional" reentrant atrial tachycardia complication surgery for congenital heart disease. // *Circulation* - 1996. - Vol. 93. - P. 502-512.
 26. Kanter R.J., Papagiannis J., Carboni M.P. et al. Radiofrequency catheter ablation of supraventricular tachycardia substrates after Mustard and Senning operations for d-transposition of the great arteries. // *J. Am. Coll. Cardiol.* - 2000. - Vol. 35. - P. 428-441.
 27. Lan Y.T., Lee J.C., Wetzel G. et al. Postoperative arrhythmia. // *Curr. Opin. Cardiol.* - 2003. - Vol. 18, No. 2. - P. 73-78.
 28. Li W., Somerville J. Atrial flutter in grown-up congenital heart (GUCH) patients: clinical characteristics of affected population. // *Int. J. Cardiol.* - 2000. - Vol. 75. - P. 129-37. Li W., Somerville J., Gibson D.G. et al. Disturbed atrioventricular electromechanical function long after Mustard operation for transposition of great arteries: a potential contributing factor to atrial flutter. // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* - 2001. - Vol. 14. - P. 1088-1093.
 29. Love B.A., Collins K.K., Walsh E.P. et al. Conduction corridors for intraatrial reentrant tachycardia in congenital heart disease are predicted by electroanatomic mapping during sinus/paced rhythm. // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* - 2001. - Vol. 12. - P. 17-25.
 30. Love B., Collins K., Triedman J. et al. Electroanatomic characterization of conduction barriers in sinus/atrially paced rhythm and association with intraatrial reentrant tachycardia circuits following congenital heart disease surgery. // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* - 2001. - Vol. 12. - P. 17-25.
 31. Molenschot M., Ramanna H., Hoorntje T. et al. Catheter ablation of incisional atrial tachycardia using a novel mapping system: LocaLisa. // *Pacing Clin. Electrophysiol.* - 2001. - Vol. 24. - P. 1616-22.
 32. Morady F. Catheter Ablation of Supraventricular Arrhythmias: State of the Art. // *PACE* - 2004. - Vol. 27. - P. 125-142.
 33. Nakagawa H., Shah N., Matsudaira K. et al. Characterization of re-entrant circuit in macro-reentrant right atrial tachycardia after surgical repair of congenital heart disease: isolated channels between scars allow 'focal' ablation. // *Circulation* - 2001. - Vol. 103. - P. 699-709.
 34. Ouyang F., Ernst S., Vogtman T. et al. Characterization of the reentrant circuit in macroreentrant left atrial tachycardia. // *Circulation* - 2002. - Vol. 105. - P. 1934.
 35. Pappone C., Manguso F., Vicedomini G. et al. Prevention of Iatrogenic Atrial Tachycardia After Ablation of Atrial Fibrillation. // *Circulation* - 2004. - Vol. 110. - P. 3036-3042.
 36. Paul T., Windhagen-Mahnert B., Kriebel T. et al. Atrial reentrant tachycardia after surgery for congenital heart disease. // *Circulation* - 2001. - Vol. 103. - P. 2266-2271.
 37. Perry J.C., Fenrich A.L., Hulse J.E. et al. Pediatric use of intravenous amiodarone: efficacy and safety in critically ill patients from a multicenter protocol. // *J. Am. Coll. Cardiol.* - 1996. - Vol. 27. - P. 1246-1250.
 38. Perry J.C., Iverson P., Kugler J.D. Radiofrequency catheter ablation of tachyarrhythmias in young patients with structurally abnormal hearts. // *Pacing Clin. Electrophysiol.* - 1996. - Vol. 19, No. 2. - P. 579.
 39. Phammatter J.P., Wagner B., Berdat P. et al. Procedural factors associated with early postoperative arrhythmias after repair of congenital heart defects. // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* - 2002. - Vol. 123. - P. 258-262.
 40. Puley G., Siu S., Connelly M. et al. Arrhythmia and survival in patients >18 years of age after the mustard procedure for complete transposition of the great arteries. // *Am. J. Cardiol.* - 1999. - Vol. 83. - P. 1080-1084.
 41. Reithmann C., Hoffmann E., Dorwarth U. et al. Electroanatomical mapping for visualization of atrial activation in patients with incisional atrial tachycardias. // *Eur. Heart J.* - 2001. - Vol. 22. - P. 237-246.
 42. Rhodes L., Walsh E., Triedman J. et al. Benefits and potential risks of atrial antitachycardia pacing after repair of congenital heart disease. // *PACE* - 1995. - Vol. 18. - P. 1005-16.
 43. Saoudi N., Cosio F., Waldo A. et al. A classification of atrial flutter and regular atrial tachycardia according to electrophysiological mechanisms and anatomical bases; a statement from a joint expert group from The Working Group of Arrhythmias of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. // *Eur. Heart J.* - 2001. - Vol. 22. - P. 1162-1182.
 44. Sarkar D., Bull C., Yates R. et al. Comparison of long-

- term outcomes of atrial repair of simple transposition with implications for a late arterial switch strategy. // *Circulation* - 1999. - Vol. 100. - P. 1176-1181.
45. Scharf C., Oral H., Morady F. et al. Acute effects of left atrial radiofrequency ablation on atrial fibrillation. // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* - 2004. - Vol. 15. - P. 1-7.
46. Shah D., Jais P., Takahashi A. et al. Dual-loop intra-atrial re-entry in humans. // *Circulation* - 2000. - Vol. 101. - P. 631-639.
47. Shah D., Haissaguerre M., Jais P. et al. High-density mapping of activation through an incomplete isthmus ablation line. // *Circulation* - 1999. - Vol. 99. - P. 211-215.
48. Shpun S., Gepstein L., Hayam G. et al. Guidance of radiofrequency endocardial ablation with real-time three-dimensional magnetic navigation system. // *Circulation* - 1997. - Vol. 96. - P. 2016-2021.
49. Tai C.T., Lin Y.K., Chen S.A. Atypical atrial flutter involving the isthmus between the right pulmonary veins and fossa ovalis. // *Pacing Clin. Electrophysiol.* - 2001. - Vol. 24. - P. 384-387.
50. Thomas S.P., Nunn G.R., Nicholson I.A. et al. Mechanism, localization and cure of atrial arrhythmias occurring after a new intraoperative endocardial radiofrequency ablation procedure for atrial fibrillation. // *J. Am. Coll. Cardiol.* - 2000. - Vol. 35. - P. 442-450.
51. Triedman J.K., Alexander M.E., Berul C.I. et al. Electro-anatomic mapping of entrained and exit zones in patients with repaired congenital heart disease and intra-atrial re-entrant tachycardia. // *Circulation* - 2001. - Vol. 103. - P. 2060-2065.
52. Triedman J.K., Saul J.P., Weindling S.N. et al. Radiofrequency ablation of intra atrial re-entrant tachycardia after surgical palliation of congenital heart disease. // *Circulation* - 1995. - Vol. 91. - P. 707-714.
53. Triedman J.K., Bergau D.M., Saul J.P. et al. Efficacy of radiofrequency ablation for control of intraatrial reentrant tachycardia in patients with congenital heart disease. // *J. Am. Coll. Cardiol.* - 1997. - Vol. 30. - P. 1032-1038.
54. Valsangiacomo E., Schmid E.R., Shupbach R.W. et al. Early postoperative arrhythmia after cardiac operation in children. // *Ann. Thorac. Surg.* - 2002. - Vol. 74. - P. 792-796.
55. Van Hare G.F., Lesh MD., Ross BA., et al. Mapping and radiofrequency ablation of intraatrial reentrant tachycardia after the Senning or Mustard procedure for transposition of the great arteries. // *Am. J. Cardiol.* - 1996. - Vol. 77. - P. 985-991.
56. Villacastin J., Perez-Castellano N., Gonzalez R. Et al. Left atrial flutter after radiofrequency catheter ablation of focal atrial fibrillation. // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* - 2003. - Vol. 14. - P. 417-421.