

УЧАЩАЮЩАЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОСТИМУЛЯЦИЯ СЕРДЦА У КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ

Российский Научный Центр Хирургии РАМН, Москва

Рассматриваются вопросы применения учащающей предсердной, желудочковой и двухкамерной электрокардиостимуляции при брадиаритмиях, развившихся в послеоперационном периоде у кардиохирургических больных после выполнения сложных реконструктивных операций на сердце с использованием искусственного кровообращения.

Ключевые слова: брадиаритмии, временная учащающая электрокардиостимуляция, гемодинамика, кислородтранспортная функция крови

Рассматриваются вопросы применения учащающей предсердной, желудочковой и двухкамерной электрокардиостимуляции при брадиаритмиях, развившихся в послеоперационном периоде у кардиохирургических больных после выполнения сложных реконструктивных операций на сердце с использованием искусственного кровообращения.

Ключевые слова: брадиаритмии, временная учащающая электрокардиостимуляция, гемодинамика, кислородтранспортная функция крови

Течение послеоперационного периода больных, перенесших вмешательство на открытом сердце в условиях искусственного кровообращения, по данным различных источников до 50% случаев осложняется различными нарушениями ритма и проводимости сердца [4, 6, 9, 21]. Причинами аритмий ряд авторов считает механическое повреждение миокарда, медикаментозное воздействие на функцию синусового или атриовентрикулярного узлов и/или нарушение кровотока в артериях, питающих эти образования [4, 6, 9]. В число самых неотложных целей при лечении аритмий входит сохранение и/или восстановление последовательного сокращения камер сердца, а также эффективная синхронизация возбуждения кардиомиоцитов в течение сердечного цикла [1, 4, 10, 11, 13, 18, 21].

Нередко нарушения ритма сердца резистентны к медикаментозной терапии, существуют противопоказания к применению антиаритмических препаратов, поэтому наряду с попытками применения новых лекарственных препаратов ведутся поиски путей подбора оптимальных режимов временной электрокардиостимуляции [4, 9, 12, 16, 18, 21]. Современные универсальные системы ЭКС обеспечивают такой набор параметров стимуляции и детекции, которые могут видоизменяться в соответствии с индивидуальными потребностями организма больного в каждом конкретном случае, что дает возможность их широкого применения в практике отделений кардиореанимации и интенсивной терапии. При достаточной изученности принципов лечение нарушений ритма, до настоящего времени нет единого подхода к решению этой проблемы.

Целью работы стало изучение влияния различных режимов учащающей электрокардиостимуляции сердца на гемодинамику и кислородтранспортную функцию крови в послеоперационном периоде у кардиохирургических больных.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Настоящее исследование основано на клиническом анализе применения ЭКС, выполненных в отделе карди-

хирургии РНЦХ РАМН у кардиохирургических больных в послеоперационном периоде. Обследовано 145 пациентов, 99 мужчин (68%) и 46 (32%) женщин в возрасте от 5 до 75 лет (средний возраст составил 42 ± 7 лет). Подавляющему большинству наблюдаемых больных были выполнены сложные реконструктивные операции на сердце: 142 с использованием искусственного кровообращения, 3 больным - без.

Наиболее представительными были группы больных с ишемической болезнью сердца (29%), с врожденными (22%) и приобретенными (38%) пороками сердца. В 13 случаях (8%) ЭКС проводилась на фоне внутриаортальной баллонной контрпульсации.

ЭКС выполняли двухкамерными мультипрограммируемыми стимуляторами через электроды, подшитые к миокарду правых отделов сердца во время операции либо через эндокардиальные [14] или чреспищеводные [5] электроды, установленные в отделении кардиореанимации. В нескольких случаях стимуляция выполнялась через сочетание мио- и эндокардиальных электродов. Стимуляция проводилась в асинхронном режиме и в режиме «по требованию» с частотой на $23 \pm 4,5\%$ превышающей исходную величину [8, 12, 18].

Оценка показателей гемодинамики (ГД) и кислородтранспортной функции крови (КТФК) проводилась в процессе мониторно-компьютерного наблюдения [3] непосредственно перед ЭКС и через 30 минут после начала процедуры. 125 больным исследования проводились с использованием метода термодилуции, 20 - с использованием метода разведения электроимпедансных индикаторов, разработанным в отделении кардиореанимации РНЦХ РАМН [7].

Дозы кардиотонической поддержки, фракция ингалируемого кислорода, гемоглобин, температура тела больного во время исследования не изменялись. Электролитный состав плазмы крови находился в пределах нормы.

Показаниями к проведению учащающей ЭКС у кардиохирургических больных явились различные виды брадикардий и атриовентрикулярных (АВ) блокад со сниже-

Таблица 1.

Распределение режимов стимуляции при различных видах брадикардий.

	ЭКСж	ЭКСП	ЭКСд
Узловая брадикардия	57	35	15
Синусовая брадикардия	49	32	10
Нормо- или брадисистолическая ФП	4	-	-
Нормо- или брадисистолическое ТП	4	-	-
АВ-блокада II-III степени	19		12
Всего*	133	67	37

здесь и далее ЭКС ж, ЭКСп и ЭКСд - желудочковая, предсердная и двухкамерная электрокардиостимуляция, соответственно, * - некоторым пациентам проводились различные виды ЭКС

нием ЧСС менее 50 в мин, сопровождающиеся различными нарушениями гемодинамики (табл. 1).

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Для определения оптимального режима ЭКС в зависимости от вида аритмии мы сравнили показатели ГД и КТФК на фоне собственного ритма и различных видов ЭКС, исключив группы больных с брадисистолической формой фибрилляции (ФП) или трепетания предсердия (ТП) и с АВ-блокадой II-III степени, т.к. в этих случаях проведение предсердной стимуляции невозможно [9, 11] (табл. 2). Результаты сравнения изменений параметров ГД и КТФК при однокammerной стимуляции желудочков и предсердий с одной частотой представлены в табл. 3.

Таблица 2.

Распределение больных с брадикардиями при сравнении ЭКСж и ЭКСп.

	Узловая брадикардия	Синусовая брадикардия
ЭКСж (n=106)	57	49
ЭКСп (n=83)	45	38

Применение учащающей ЭКС предсердий у больных с нарушением функции синусового узла при сохраненной АВ проводимости приводило к достоверному увеличению практически всех параметров ГД и КТФК. В этих случаях отмечается лучшая производительность ЛЖ, увеличение насосного коэффициента на 50%, ударной работы на 22%, что проявляется более высокими значениями сердечного и ударного индексов, среднего и пульсового АД, снижением величины давления в правом предсердии (на 20%) и давления заклинивания легочных капилляров (на 20%). Отражением улучшения гемодинамики служат показатели КТФК. При ЭКСп достоверно ($p<0,05$) снижается артериовенозная разница по кислороду (на 10%), и на 25% возрастает доставка кислорода тканям.

При любых брадикардиях, исключая ФП и ТП, возможна синхронизация работы предсердий и желудочков методом двухкамерной ЭКС (ЭКСд) [9, 11]. Распределение пациентов для сравнения ЭКСж и ЭКСд в зависимости от нозологических форм представлено в табл. 4. Изменение показателей ГД и КТФК при проведении ЭКСж и ЭКСд представлено в табл. 5.

При учащающей ЭКСд у больных с нарушением АВ проводимости по сравнению с ЭКСж отмечается улучшение производительности ЛЖ (насосного коэффициента на 37%, ударной работы на 15%), что проявляется более высокими величинами сердечного и ударного индексов, и среднего и пульсового АД, снижением величин давления в правом предсердии (на 18%) и давления заклинивания легочных капилляров (на 14%).

Интегральным отражением улучшения гемодинамики при ЭКСд являются показатели КТФК: артериовенозная разница по кислороду снижается на 21% и доставка кислорода тканям возрастает на 14%.

Так же как ЭКСп, ЭКСд нормализует порядок возбуждения и сокращения камер сердца, что приводит к улучшению параметров ГД и КТФК. Этого не происходит на фоне применения учащающей ЭКСж, ухудшающей состояние больного. В качестве иллюстрации приводим клинический пример:

Б-ная Л., 35 лет, и/б № 447439. Д-з. Врожденный порок сердца, АВК. Была выполнена радикальная коррекция порока. В раннем послеоперационном периоде у больной развилась АВ блокада III степени.

Таблица 3.

Показатели ГД и КТФК на фоне ЭКСп и ЭКСж у больных с синусовой и узловой брадикардией ($M\pm m$).

	ЭКСж (n=106)	ЭКСп (n=83)
САД (мм.рт.ст.)	76,2±1,7	88,0±1,63*
ПАД (мм.рт.ст.)	54,3±2,2	59,2±2,3
ДПП (мм.рт.ст.)	10,8±0,40	8,68±0,45
ДЗЛК (мм.рт.ст.)	12,9±0,62	10,39±0,58*
СИ (л/м²)	2,56±0,089	3,26±0,12*
УИ (см²/м²)	30,1±1,1	34,0±1,3
ИУРПЖ (гм/м²)	10,2±0,69	10,8±0,98
НКПЖ (гм/мм.рт.ст./м²)	1,38±0,16	1,51±0,18
ИУРЛЖ (гм/м²)	33,3±1,4	40,6±1,6*
НКЛЖ (гм/мм.рт.ст./м²)	2,88±0,27	4,33±0,31*
рО _{2v} (мм.рт.ст.)	33,7±0,78	35,9±0,99*
sO _{2v} (%)	62,7±1,3	66,1±4,8
АВРО ₂ (об%)	5,02±0,20	4,53±0,25*
ТО ₂ (мл/мин/м²)	356±13	445±17*
ПО ₂ (мл/мин/м²)	123±4,2	142±7,7

здесь и далее, САД - систолическое АД, ПАД - пульсовое АД, ДПП - давление в правом предсердии, ДЗЛК - давление закрытия легочных капилляров, СИ - сердечный индекс, УИ - ударный индекс, НКПЖ, НКЛЖ, ИУРПЖ и ИУРЛЖ - насосные коэффициенты и индексы ударной работы правого и левого желудочков, соответственно, рО₂ и sO₂ - парциальное давление и насыщение кислородом крови, АВРО₂ - артериовенозная разница по кислороду, ТО₂ и ПО₂ - транспорт и потребление кислорода, * - достоверные ($p<0,05$) изменения по сравнению с исходным состоянием.

Таблица 4.

Распределение больных с брадикардиями при сравнения ЭКСж и ЭКСс.

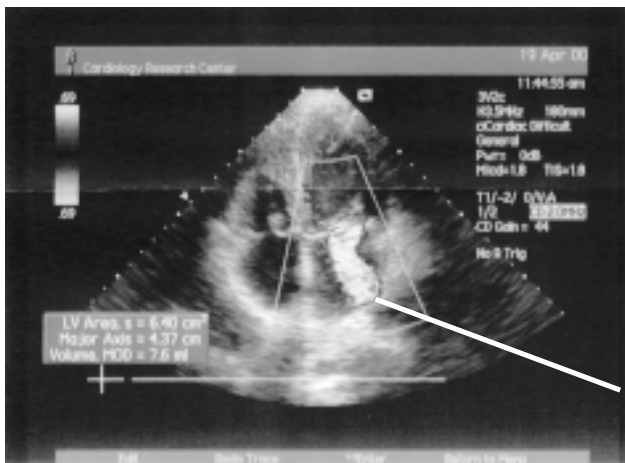
	Узловая брадикардия	Синусовая брадикардия	АВ-блокада II-III степени
ЭКСж (n=137)	57	49	31
ЭКСд (n=52)	15	10	27

Начата ЭКСд в режиме DDD с частотой 90 в минуту. На этом фоне показатели гемодинамики и кислородтранспортной функции крови в пределах нормы. Было выполнено эхокардиографическое (ЭхоКГ) исследование функции сердца при различных режимах ЭКС (двухкамерной и желудочковой).

По данным ЭхоКГ во время проведения ЭКСж и ЭКСд на фоне полной поперечной блокады после операции радикальной коррекции тетрады Фалло. На рис. 1а хорошо виден поток регургитации (Р) на митральном клапане, сниженный объем ЛЖ во время ЭКСж и нормальная функция сердца во время ЭКСд (рис. 1б). Через сутки больная была переведена в хирургическое отделение на фоне ЭКСд.

При сравнении параметров гемодинамики и кислородтранспортной функции крови при проведении учащающейся ЭКС для купирования брадикардий различного генеза отмечено, что на фоне ЭКСп увеличивается производительность сердца, в результате чего возрастает сердечный индекс, пульсовое и среднее АД, снижается преднагрузка. Стабилизация гемодинамики улучшает показатели КТФК: уменьшается артериовенозная разница по кислороду, улучшается доставка кислорода к тканям и повышается его потребление, возрастают показатели PO_2 и sO_2 смешанной венозной крови.

Двухкамерная стимуляция, хотя и в меньшей степени, чем предсердная, приводит к улучшению показателей общей гемодинамики, увеличивает производительность сердца и улучшает доставку кислорода тканям. В обоих случаях стимуляция правого предсердия или синхронизация возбуждения желудочков с собственной активностью предсердий восстанавливает нормальную последовательность сокращения миофибрилл камер сердца. Это увеличивает силу сокращений миокарда и увеличивает вклад предсердий в заполнение желудочков кровью.



На фоне желудочковой стимуляции при узловой и синусовой брадикардии отмечается снижение производительности сердца, что приводит к падению сердечного и ударного индексов снижению пульсового АД. Возрастает преднагрузка, ухудшаются показатели транспорта кислорода. Эти выводы хорошо иллюстрируют графики сравнения изменения сердечного индекса (рис. 2) и насосного коэффициента левого желудочка (рис. 3) при различных видах ЭКС с этими показателями на фоне собственного ритма.

Таблица 5.

Показатели ГД и КТФК на фоне ЭКСж и ЭКСд у больных с синусовой, узловой брадикардией и АВ-блокадой II-III степени ($M \pm m$).

	ЭКСж (n=134)	ЭКСс (n=52)
САД (мм.рт.ст.)	69,2±1,7	74,8±3,3*
ПАД (мм.рт.ст.)	55,6±2,2	67,1±4,7*
ДПП (мм.рт.ст.)	10,5±0,40	8,62±0,56*
ДЗЛК (мм.рт.ст.)	12,3±0,62	10,6±0,60*
СИ (л/м²)	2,63±0,089	3,14±0,16*
УИ (см²/м²)	31,1±1,1	33,5±2,3
ИУРПЖ (гм/м²)	10,7±0,69	10,8±0,90
НКПЖ (гм/мм.рт.ст./м²)	1,45±0,16	1,29±0,16
ИУРЛЖ (гм/м²)	33,78±1,4	38,8±3,1
НKLЖ (гм/мм.рт.ст./м²)	2,92±0,27	3,99±0,45*
PO_2v (мм.рт.ст.)	34,7±0,78	36,6±1,4*
SO_2v (%)	64,1±1,3	69,8±1,4*
АВРО ₂ (об%)	4,83±0,20	3,83±0,20*
ТО ₂ (мл/мин/м²)	363±13	413±22
ПО ₂ (мл/мин/м²)	125±4,2	120±8,3

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Одной из причин ухудшения гемодинамики при проведении ЭКСж является наличие ретроградного вентрикулоатриального (ВА) проведения возбуждения, в результате чего нарушается последовательность возбуждения и сокращения миокарда желудочков и предсердий. Это в свою очередь сопровождается ненормальным и недостаточным заполнением желудочков кровью в диастолу. Отсутствие вклада синхронизированной систолы

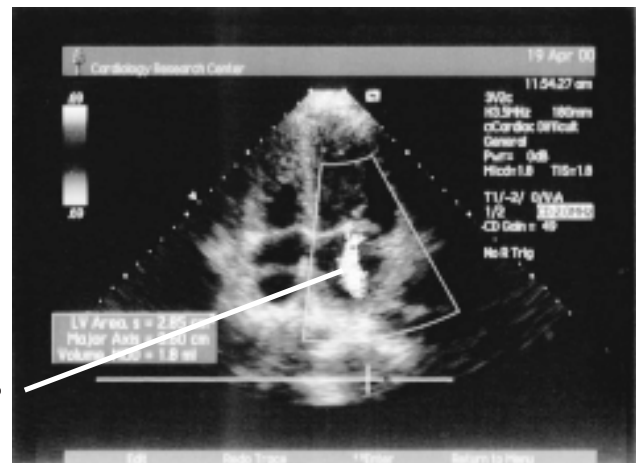


Рис. 1. Регургитация (Р) на митральном клапане при проведении ЭКСж (а) и ЭКСд (б).

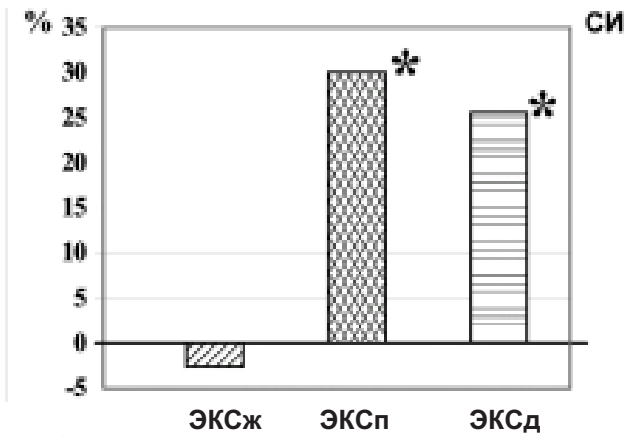


Рис. 2. Динамика сердечного индекса при различных видах ЭКС в % к исходной величине.

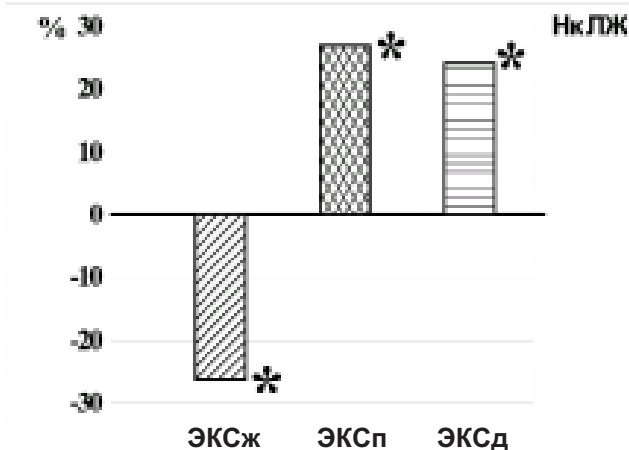


Рис. 3. Динамика насосного коэффициента левого желудочка при различных видах ЭКС в % к исходной величине.

предсердий в работу желудочков снижает работу сердца почти на 25% и более [15, 17].

В некоторых случаях при ЭКСж, когда навязанная частота приближается к частоте собственного ритма, может возникнуть явление альтернации ритма. Это явление характеризуется неравномерностью сокращений желудочков от цикла к циклу, что в конечном итоге отрицательно влияет на работу сердца в целом. Обусловлено оно сменой водителя ритма и проявляется в виде изменения силы сокращений: непостоянство ударного выброса, неравномерная амплитуда систолического АД. Поэтому коррекция ритма ЭКС в первую очередь должна быть направлена на оптимизацию хронотропии и величины сердечного выброса.

Другая причина ухудшения гемодинамики при ЭКСж - аномальное распространение возбуждения в миокарде желудочков от очага эктопического возбуждения, где фиксирован стимулирующий электрод, диссоциацией и интерференцией ритма предсердий и желудочков, и, как следствие этого, рассогласованием фаз систолы и диастолы предсердий и желудочков.

Применение ЭКСп при дисфункции синусового узла или синусовой брадикардии с нормальным АВ проведением и ЭКСд в случае нарушения нормальной функции синусового узла в сочетании с АВ блокадой в широкой практике ограничивается малым использованием мио- или эндокардиальных электродов, а также отсутствием наружных клинических двухкамерных мультипрограммируемых стимуляторов. По-

этому на практике чаще всего применяется ЭКСж, хотя общеизвестно, что применение этого вида ЭКС при скомпрометированном миокарде может способствовать снижению сократительной функции миокарда, что в специальной литературе описывается как «pacemaker syndrome», может быть причиной возникновения пароксизмов суправентрикулярных или желудочковых тахикардий. В тоже время появление при ЭКС отрицательной внутрисердечной гемодинамики может быть диагностическим критерием выраженного повреждения миокарда и значительного снижения его резервных возможностей и сократительной функции [15, 19, 20].

При сравнении параметров гемодинамики и кислородтранспортной функции крови при проведении учащающей ЭКС при брадикардиях различного генеза отмечено, что на фоне ЭКСп увеличивается производительность сердца, в результате чего возрастает сердечный индекс, пульсовое и среднее АД, снижается преднагрузка. Стабилизация гемодинамики улучшает показатели КТФК: уменьшается артериовенозная разница по кислороду, улучшается доставка кислорода к тканям и повышается его потребление, возрастают показатели pO_2 и sO_2 смешанной венозной крови [19].

ВЫВОДЫ

1. Временная электрокардиостимуляция - метод выбора при лечении нарушений ритма и проводимости сердца у кардиохирургических больных в послеоперационном периоде.
2. Положительными качествами электрокардиостимуляции являются: быстрота воздействия, хорошая переносимость, отсутствие аллергических реакций, неограниченность времени проведения, возможность сочетания ее с медикаментозной терапией и различными методами вспомогательного кровообращения.
3. Наиболее эффективным режимом учащающей электрокардиостимуляции сердца при сохраненной атриовентрикулярной проводимости является предсердная стимуляция, приводящая к возрастанию сердечного индекса на 30%, увеличению ударной работы правого и левого желудочков на 15%, снижению преднагрузки сердца и нормализации кислородтранспортной функции крови.
4. Желудочковая электрокардиостимуляция оказывается эффективной при атриовентрикулярных блокадах II-III степени, брадисистолической форме фибрилляции предсердий. При синдроме слабости синусового узла (узловой или синусовой брадикардии) ее следует использовать кратковременно, в связи с отрицательным воздействием на функцию миокарда, приводящем к снижению ударного индекса на 15-20%, работы желудочков сердца и возрастанию давления их наполнения.
5. Двухкамерные режимы электрокардиостимуляции позволяют синхронизировать ритм электрокардиостимулятора с собственной активностью предсердий, проводить коррекцию ритма сердца при наличии сложных патологических изменений в проводящей системе сердца и является методом выбора при нарушениях предсердно-желудочковой проводимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антюфьев В.Ф. Гемодинамика неритмично работающего сердца (механизмы сердечной недостаточности при аритмиях). – М: Виктор 1995 г.
2. Григоров С.С., Вотчал Ф.Б., Костылева О.В. и др. Применение электрической стимуляции сердца при синдроме слабости синусового узла: достижения и дискуссионные вопросы // Кардиология, 1987, №7.
3. Еременко А.А. Мониторнокомпьютерное наблюдение за состоянием гемодинамики больных после операций на открытом сердце. Дисс. к.м.н. М., 1982.
4. Кушаковский М.С. Аритмии сердца С-Пб: Гиппократ, 1992.
5. Римша Э.Д., Киркутис А.А. Методика чреспищеводной электрической стимуляции желудочков в клинике // Кардиология, 1984, №12.
6. Чазов Е.И., Боголюбов В.М. Нарушения ритма сердца, М: Медицина, 1972.
7. Чаус Н.И. Клиническая значимость метода разведения электроимпедансных индикаторов в оценке системной и внутрисердечной гемодинамики у больных, оперированных на открытом сердце. Дисс. к.м.н. М., 1994 г.
8. Шальдах М. Электрокардиотерапия. С-Пб, 1992.
9. Barold S.S. Cardiac pacing in special and complex situation. Indications and modes of stimulation. // Cardiol Clin (US), №v. 1992, 10(4) p.573-91.
10. Benchimol A. Cardiac functions during electrical stimulation of the heart: Effect of exercise and drugs in patients with permanent pacemaker // Amer.J.Cardiol. 1966, Vol.17, p.27-42.
11. Bernstein A.D, Parsoune T.V. Strategies for mode selection in antybradyarrhythmia pacing // Cardiol Clin (US), №v 1992 10(4) p.719-34
12. Furman S., Escher D.J. Principles and techniques of cardiac pacing - NY etc. (US)/ Harper & Row, 1970.
13. Fyke FE. Why not simple ventricular pacing? The hemodynamics of cardiac pacing for non cardiologists. - Miss State Med Assoc(US), №v.1992, 3 (11), p.385-91.
14. Jafri S.M., Kruse J.A. Temporary transvenous cardiac pacing // Crit. Care Clin (US) Oct. 1992, 8(4), p.713-25...
15. Kargul W, Gasior Z, Zojac T, Pruski M. Effect of ventricular and sequential stimulation on the left-ventricular function // Kardiol Pol.(Poland), Jul. 1992, 37(7), p.8-12.
16. Kusumoto Fred M., Goldschlager N. Pacemakers: Types, Function, and Indications // Seminars in Cardiothwacic and Vascular Anesthesia, Vol 4, No 3 (September), 2000: pp 122-137
17. Machejek J. Occurence of retrograde conduction after ventricular stimulation with the VVI pacemaker // Wiad Lek (Poland) May 1992, 45/9-19, p.32
18. Markewitz A., Hemmer W. Manual of Pacemaker Therapy - Munchen, Verlagsgeellschaft mbH.
19. Samet P., Castillo C., Bernstein W.H. Hemodynamic consequences of atrial and ventricular pacing in subjects with normal hearts // Amer. J.Cardiol. 1966 Vol.18, N 4, p.522-525.
20. Samet P., Castillo C., Bernstein W.H. Hemodynamic consequences of sequential atrioventricular pacing in cardiac pacing // Amer. J. Cardiol 1968. Vol.21.,N.2, p.207-212.
21. Trankina Mark F. Temporary Pacemakers // Seminars in Cardiothoradc and Vascular Anesthesia, Vol 4, No 3 (September), 2000: pp 152-161.