

**ЭФФЕКТЫ
ВЫКЛЮЧЕНИЯ СИМПАТИЧЕСКОГО
ШЕЙНОГО ГАНГЛИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ
СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КРЫС****SWITCHING
SYMPATHETIC CERVICAL
GANGLION OFF FOR INDICATION OF
CARDIAC FUNCTION OF RATS**

Аннотация. Впервые проведены исследования динамики частоты сердечных сокращений и ударного объема крови у десимпатизированных крысят с 21-го до 120-дневного возраста при одномоментной двусторонней стимуляции блуждающих нервов и при стимуляции блуждающих нервов на фоне действия обзидана. Выявлено, что электрическая стимуляция обоих блуждающих нервов вызывает снижение ЧСС и УОК у десимпатизированных крыс всех изученных возрастных групп. При одномоментной двусторонней стимуляции блуждающих нервов у десимпатизированных крыс отсутствует реакция ЧСС в 28-дневном возрасте. При этом выявлено наименьшее снижение ЧСС на стимуляцию блуждающих нервов у десимпатизированных крыс по сравнению с интактными животными.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система; десимпатизация; стимуляция; блуждающие нервы; частота сердечных сокращений; ударный объем крови; минутный объем кровообращения.

Сведения об авторе: Чиглинец Виталий Михайлович, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, заместитель декана по воспитательной работе.

Место работы: Нижневартровский государственный университет.

Контактная информация: 628615, г.Нижневартовск, ул.Северная, д.60, кв.304. тел.: 9825680438.
E-mail: vitalchig_82@mail.ru

Abstract. For the first time the research has been carried out to measure heart rate dynamics and stroke volume of sympathectomized infant rats from 21st till 120 days of age under one stage bilateral stimulation of vagus nerves and obsidian-induced stimulation of vagus nerves. It is revealed that the electrical stimulation of both vagus nerves causes a decrease in the heart rate and stroke volume in sympathectomized rats of all age groups examined. After one stage bilateral stimulation of vagus nerves sympathectomized rats display no heart rate increase at 28 days of age. Moreover, the heart rate reduction of sympathectomized rats under the stimulation of the vagus nerves was minimal as compared to intact animals.

Key words: cardio-vascular system; sympathectomy; stimulation; vagus nerves, heart rate; stroke volume of the blood; minute volume of circulatory system.

About the author: Chiglinev Vitaly Mikhailovich, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Ecology, Vice Dean for academic affairs.

Place of employment: Nizhnevartovsk State University.

Введение. По мнению некоторых авторов, изменения деятельности сердца с возрастом связаны с усилением парасимпатических и ослаблением симпатических влияний [1]. Согласно исследованиям других ученых в фило- и онтогенезе парасимпатические влияния на сердце устанавливаются раньше симпатических [10; 26; 32; 35; 19; 27; 30]. Большое значение в регуляции сердца имеет внутрисердечная нервная система [25; 16; 9]. Предполагается также, что возрастные особенности деятельности сердца связаны с изменением реактивности рецепторных структур сердца [35; 29; 34]. Известно, что симпатические и парасимпатические нервы в онтогенезе раньше начинают осуществлять регуляцию частоты сердцебиений, а позднее — сократительные свойства миокарда [21; 22; 14; 15].

Противоречивые результаты имеются и со стимуляцией блуждающих нервов. Стимуляция может вызвать как учащение, так и урежение сердечного ритма [24; 25; 23; 17; 18; 19]. Установлена функциональная асимметрия влияний блуждающих нервов на показатели ударного объема крови и частоты сердечных сокращений [21; 22; 5; 6; 7; 11; 4; 31]. Показано, что правый блуждающий нерв оказывает преимущественное влияние на синоатриальный узел, а левый — на атриовентрикулярный узел [21; 22; 11; 33].

Значительный интерес представляют исследования с выключением или нарушением одного из компонентов вегетативной нервной системы, симпатической или парасимпатической.

Выключение центральных парасимпатических нервных влияний на сердце достигается перерезкой блуждающих нервов, а выключение симпатических влияний хирургическим путем получить гораздо сложнее и оно не достигает желаемого результата. Однако исключить симпатические влияния на сердечную деятельность можно при использовании фармакологической десимпатизации животных [3; 21; 22; 14; 15; 20; 5; 6; 7; 4; 23; 8].

Методика исследования. Эксперименты проводили на 291 разнополой лабораторной беспородной белой крысе стадного разведения. Особи были разделены на 2 группы: интактные и десимпатизированные. Исследования проводили на 6 возрастных группах крысят: 21-, 28-, 42-, 70-, 100- и 120-дневного возраста. При проведении экспериментов на животных обоего пола учитывали данные, свидетельствующие об отсутствии половых различий в деятельности сердца у самцов и самок белых крыс.

В качестве наркоза использовали 25% раствор уретана из расчета 1200 мг/кг массы животного, который вводился внутривенно. Наркотизированную крысу фиксировали на операционном столе, после стабилизации сердечного ритма проводили препаровку обоих блуждающих нервов и бедренной вены с использованием бинокулярного микроскопа МБС-2. После препаровки, дождавшись стабилизации сердечного ритма, в зависимости от цели и задачи осуществлялись следующие экспериментальные воздействия: а) исходная запись ЭКГ и дифференцированной реограммы; б) двусторонняя стимуляция блуждающих нервов.

В качестве источника раздражающих импульсов использовали электростимулятор ЭСЛ-2. Амплитуда раздражающих импульсов подбиралась индивидуально для каждой крысы и составляла 0,5—5 В, частота 1—12 Гц, а длительность 1 мс. Время стимуляции БН продолжалось в течение регистрации 100 кардиоинтервалов. Для визуального контроля за изменениями реограммы и электрокардиограммы использовали осциллограф С1-83. Для анализа показателей сердечной деятельности параллельно регистрировали дифференцированную реограмму и электрокардиограмму в покое, после препаровки до стабилизации сердечного ритма и после каждого экспериментального вмешательства в течение 15 минут. Регистрацию и анализ сердечной деятельности проводили на комплексной электрофизиологической лаборатории, обладающей возможностью обработки электрокардиограммы по методике Р.М.Баевского [2] и дифференцированной реограммы для расчета УОК по формуле Kubicek [28], МОК находился расчетным путем.

Десимпатизацию крысят проводили введением раствора гуанетидина сульфата (*SIGMA*) с момента рождения ежедневно, в течение 28 суток, подкожно, из расчета 10 мл на кг массы животного [12; 13; 3; 20].

Результаты исследований и их обсуждение. Согласно нашим исследованиям у крыс с 28- до 120-дневного возраста происходит постепенное урежение ЧСС, а УОК и МОК увеличиваются с 21- до 120-дневного возраста у всех исследованных нами групп животных.

У 21-дневных ИН крысят ЧСС равняется $419 \pm 5,1$ уд/мин, у ДС составляет $438 \pm 9,6$ уд/мин, что больше на 19 уд/мин. В 21-дневном возрасте УОК у ИН и ДС крысят равняется $0,028 \pm 0,003$ мл, а МОК у ИН крысят составляет $12,0 \pm 1,6$ мл/мин, а у ДС — $12,4 \pm 1,7$ мл/мин. К 28-дневному возрасту происходит повышение ЧСС у всех исследованных нами групп крысят: у ИН — до $448 \pm 4,0$ уд/мин, что достоверно больше по сравнению с 21-дневным возрастом ($p < 0,05$), а у ДС крысят — до $455 \pm 5,1$ уд/мин, что больше относительно 21-дневного возраста.

У 28-дневных ИН крысят УОК практически не изменяется, по сравнению с предыдущим возрастом, у ДС крысят происходит повышение с $0,028 \pm 0,003$ мл до $0,041 \pm 0,003$ мл, что выше по сравнению с ИН группой на 0,014 мл ($p < 0,05$). Минутный объем кровообращения у 28-дневных крысят повышается: у ИН — с $12,0 \pm 1,6$ мл/мин до $12,2 \pm 1,5$ мл/мин, у ДС — с $12,4 \pm 1,7$ мл/мин до $18,7 \pm 1,5$ мл/мин, что больше по сравнению с ИН животными на 6,5 мл/мин ($p < 0,05$).

В препубертатном периоде, соответствующем 42-дневному возрасту, происходит незначительное урежение ЧСС и достоверное увеличение УОК. Следовательно, у 42-дневных ИН крысят ЧСС равняется $442 \pm 3,8$ уд/мин, у ДС — $456 \pm 5,4$ уд/мин, что больше по сравнению с ИН крысятами на 14 уд/мин. К 42-дневному возрасту УОК увеличивается у ИН крысят с $0,027 \pm 0,003$ мл до $0,071 \pm 0,003$ мл, что выше на 0,044 мл по сравнению с 28-дневным возрастом ($p < 0,05$). У ДС крысят УОК повышается с $0,041 \pm 0,003$ мл до $0,065 \pm 0,002$ мл, что больше на 0,024 мл по сравнению с предыдущим возрастом ($p < 0,05$). Минутный объем кровообращения к 42-дневному возрасту увеличивается у ИН крысят до $31,7 \pm 1,4$ мл/мин ($p < 0,05$), у ДС крыс до $29,9 \pm 1,2$ мл/мин ($p < 0,05$), т.е. на 11,2 мл/мин по сравнению с 28-дневным возрастом.

В 70-дневном возрасте ЧСС у ИН крыс составляет $382 \pm 6,2$ уд/мин, что меньше по сравнению с 42-дневным возрастом на 60 уд/мин ($p < 0,05$), у ДС $406 \pm 4,1$ уд/мин, что меньше по сравнению с предыдущим возрастом на 49 уд/мин ($p < 0,05$) и больше (на 24 уд/мин) по сравнению с 70-дневными ИН крысами. Ударный объем крови у ИН крыс равняется $0,083 \pm 0,005$ мл, что больше по сравнению с 42-дневным возрастом на 0,012 мл, а у ДС $0,085 \pm 0,008$ мл, что выше по сравнению с предыдущим возрастом на 0,02 мл. У 70-дневных ИН крыс МОК составляет $32,0 \pm 2,2$ мл/мин, у ДС — $34,6 \pm 3,4$ мл/мин, что по сравнению с ИН животными больше на 2,6 мл/мин.

В дальнейшем в процессе роста и развития крыс до 100-дневного возраста наблюдается снижение ЧСС у ИН животных до $342 \pm 3,1$ уд/мин, что достоверно меньше по сравнению с 70-дневными крысами ($p < 0,05$), у ДС крыс до 376 ± 17 уд/мин, что также достоверно меньше относительно предыдущего возраста ($p < 0,05$) и разница достоверна по сравнению с интактными крысами этого же возраста. У 100-дневных крыс наблюдается дальнейшее достоверное повышение УОК по сравнению с 70-дневными крысами: у ИН — до $0,141 \pm 0,009$ мл ($p < 0,05$), у ДС — до $0,119 \pm 0,006$ мл ($p < 0,05$). Минутный объем кровообращения увеличивается с 70- до 100-дневного возраста: у ИН крыс до $48,7 \pm 0,7$ мл/мин ($p < 0,05$), у ДС — $43,4 \pm 0,7$ мл/мин ($p < 0,05$). В 100-дневном возрасте МОК у ГК крыс по сравнению с ИН крысами изменяется незначительно, а у ДС крыс МОК по сравнению к ИН крысам меньше на 5,3 мл/мин.

В 120-дневном возрасте наблюдается незначительное повышение ЧСС у ИН животных с $342 \pm 3,1$ уд/мин до $358 \pm 4,4$ уд/мин (на 16 уд/мин), а у ДС — понижение с 376 ± 17 уд/мин до $363 \pm 5,9$ уд/мин (на 13 уд/мин). Ударный объем крови у ИН крыс к 120-дневному возрасту практически не изменяется по сравнению со 100-дневными, а у ДС увеличивается с $0,119 \pm 0,006$ мл до $0,148 \pm 0,01$ мл (на 0,029 мл). В 120-дневном возрасте МОК у ИН крыс равняется $49,6 \pm 6,2$ мл/мин, у ДС — $53,9 \pm 3,7$ мл/мин.

Таким образом, сравнительный анализ функциональных показателей сердечной деятельности исследованных нами групп и возрастов крыс показывает, что у ДС и ГК крысят ЧСС сохраняется на повышенном уровне по сравнению с ИН животными, а УОК и МОК у ДС крысят на фоне высоких значений ЧСС несколько ниже по сравнению с ИН крысами в 42- и 100-дневном возрасте. В исследованиях И.М.Родионова и сотрудников (1982) установлено, что одним из механизмов обеспечения высокого уровня ЧСС у ДС животных является уменьшение периферического сопротивления из-за снижения тонуса периферических сосудов вследствие уменьшения симпатических влияний [20].

Одномоментная двусторонняя стимуляция блуждающих нервов у всех исследованных нами групп и возрастов крыс вызывает урежение ЧСС и снижение УОК.

У 21-дневных ИН крысят одномоментная двусторонняя стимуляция БН вызывает достоверное снижение ЧСС на 16,06% ($p < 0,05$) и у ДС на 13,5% ($p < 0,05$). Восстановление ЧСС у ИН крысят происходит к 15 мин, а у ДС крысят наблюдается некоторое повышение ЧСС по сравнению с исходным ее значением к 10 мин. Ударный объем крови достоверно снижается у ИН крысят на 25% ($p < 0,05$) с последующим быстрым восстановлением к 30 с

и незначительным понижением к 15 мин. А у ДС крысят УОК снижается на 12%, с последующим восстановлением к 30 с и понижением к 15 мин эксперимента.

Во время двусторонней стимуляции БН у 28-дневных ИН крысят наблюдается достоверное снижение ЧСС на 16,7% ($p < 0,05$) с последующим восстановлением к 10 мин, у ДС — на 7,06%, с дальнейшим повышением к 10 мин. На стимуляцию БН УОК достоверно снижается у ИН крысят на 24,1% ($p < 0,05$) с последующим восстановлением к 3 мин, а у ДС крысят снижение происходит на 24,3% ($p < 0,05$) с восстановлением лишь к 5 мин эксперимента до исходных величин с дальнейшим повышением к 10 мин.

Одномоментная двусторонняя стимуляция БН приводит у 42-дневных ИН животных к достоверному урежению ЧСС на 10,5% ($p < 0,05$) с последующим восстановлением к 3 мин и у ДС крысят — на 9,6% ($p < 0,05$). Ударный объем крови снижается в ответ на одномоментную двустороннюю стимуляцию БН у ИН крысят на 34,8% ($p < 0,05$) с его повышением к 5 мин и незначительным снижением к 15 мин. А у ДС крысят в момент стимуляции БН наблюдается достоверное уменьшение УОК на 16% ($p < 0,05$) с дальнейшим постепенным увеличением к 15 мин.

Двусторонняя стимуляция БН вызывает достоверное снижение ЧСС у 70-дневных ИН крыс на 19,4% ($p < 0,05$) с восстановлением к 30 с, а у ДС — на 13,8% ($p < 0,05$) с дальнейшим достоверным повышением к 10 мин. Ударный объем крови в ответ на стимуляцию БН также достоверно снижается у ИН крыс на 25,3% ($p < 0,05$) с дальнейшим увеличением к 1 мин. А у ДС крыс происходит снижение на 20,0% ($p < 0,05$) с последующим восстановлением к 3 мин.

У 100-дневных крыс одномоментная стимуляция обоих БН приводит к достоверному снижению ЧСС у ИН крыс на 19,3% ($p < 0,05$) с последующим восстановлением к 1 мин эксперимента до исходных величин и у ДС — на 9,6% ($p < 0,05$) с восстановлением к 5 мин. При одномоментной двусторонней стимуляции БН наблюдается достоверное понижение УОК у ИН крыс на 48,7% ($p < 0,05$) с дальнейшим восстановлением к 1 мин. А у ДС крыс при данном экспериментальном вмешательстве происходит достоверное снижение УОК на 30,1% ($p < 0,05$) с восстановлением к 5 мин и дальнейшим снижением к 10 и незначительным повышением к 15 мин.

Одномоментная стимуляция обоих БН у взрослых 120-дневных ИН крыс вызывает достоверное кратковременное урежение частоты сердцебиений на 12,7% ($p < 0,05$) с последующим частичным восстановлением ДС — на 11,2% ($p < 0,05$), а через 15 мин восстановления не наблюдается. Ударный объем крови достоверно снижается на одномоментную двустороннюю стимуляцию БН у ИН крыс на 32,2% ($p < 0,05$) с восстановлением к 3 мин и дальнейшим снижением к 10 мин. А у ДС крысят УОК на стимуляцию БН снижается на 10% ($p < 0,05$) с последующим незначительным повышением к 12 мин.

Одномоментная двусторонняя стимуляция БН вызывает урежение ЧСС и снижение УОК и МОК у ИН и ДС животных всех исследованных нами возрастов. При этом наименьшее снижение ЧСС происходит у 28-дневных ДС крысят по сравнению с ИН, а у ИН животных наименьшее урежение ЧСС наблюдается в 100-дневном возрасте. Во всех остальных исследованных нами возрастах происходит урежение ЧСС у ДС крыс, что меньше по сравнению с ИН животными. Реакция УОК у 42-, 100- и 120-дневных ДС крысят при стимуляции обоих блуждающих нервов была достоверно ниже, чем у ИН животных. Наиболее выраженное снижение ЧСС в ответ на одномоментную двустороннюю стимуляцию БН наблюдается у ИН крыс в 70- и 100-дневном возрасте. Одномоментная стимуляция обоих БН вызывает меньший эффект реакции ЧСС и УОК ДС крысят, чем у ИН животных, по-видимому, эти особенности реакции показателей деятельности сердца ДС крыс связаны с деструкцией симпатической нервной системы. Видимо, возбуждение симпатической нервной системы в момент стимуляции БН у ИН животных, особенно у взрослых, позволяет поддерживать МОК на необходимом для жизнедеятельности организма уровне.

Выводы:

1. В процессе роста и развития у десимпатизированных крыс с 21- по 28-дневный возраст происходит увеличение частоты сердечных сокращений, а в дальнейшем до 120-дневного возраста происходит ее урежение.
2. Ударный объем крови у интактных крысят повышается с 21- до 100-дневного, а у десимпатизированных крыс — с 21- до 120-дневного возраста.
3. У десимпатизированных крыс всех возрастных групп одномоментная стимуляция обоих блуждающих нервов вызывает снижение частоты сердечных сокращений, ударного объема крови и минутного объема кровообращения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аршавский И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития. М., 1982.
2. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. Л., 1984.
3. Борисов М.М., Мухаммедов А.А., Родионов И.М., Ярыгин В.Н. Исследование деструкции симпатических ганглиев при введении гуанетидина новорожденным крысам и мышам // Онтогенез. 1977. Т. 8. № 3.
4. Гиззатуллин А.Р., Гильмутдинова Р.И., Миннахметов Р.Р., Ситдииков Ф.Г., Чиглинцев В.М. Парасимпатические эффекты сердца десимпатизированных крыс // Бюлл. exper. биол. и мед. 2007. Т. 144. № 8.
5. Зефилов Т.Л. Нервная регуляция сердечного ритма крыс в постнатальном онтогенезе: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Казань, 1999.
6. Зефилов Т.Л., Сайфутдинова Л.Р., Зиятдинова Н.И. Становление парасимпатической регуляции сердца крыс // Науч. труды I съезда физиологов СНГ. Сочи, Дагомыс, 19—23 сентября 2005.
7. Зефилов Т.Л., Зиятдинова Н.И., Сайфутдинова Л.Р., Зефилов А.Л. Влияние селективной блокады разных подтипов мускариновых холинорецепторов на сердечную деятельность и артериальное давление крыс // Бюлл. exper. биол. и мед. 2006. № 6.
8. Ковригина Т.Р., Филимонов В.И. Влияние химической десимпатизации на постнатальное развитие икроножной мышцы белой крысы // V Всероссийская конференция с международным участием, посвященная 100-летию со дня рождения В.Н.Черниговского. Механизмы функционирования висцеральных систем. СПб., 2007.
9. Косицкий Г.И. Экстракардиальная и интракардиальная нервная регуляция сердца // Вестн. АМН СССР. 1984. № 4.
10. Кулаев Б.С., Анциферова Л.И. Эволюция вегетативной нервной системы // Физиология вегетативной нервной системы. Руководство по физиологии. Л., 1981.
11. Миннахметов Р.Р. Влияние ваготомии на насосную функцию и сердечный ритм крыс в постнатальном онтогенезе: Дис. ... канд. биол. наук. Казань, 1999.
12. Мухаммедов А.А. Снижение выносливости у десимпатизированных животных в экспериментальных условиях существования // Биол. науки. 1975. Т. 5.
13. Мухаммедов А.А. Исследование гомеостаза у химически десимпатизированных животных: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Минск, 1982.
14. Нигматуллина Р.Р. Насосная функция сердца развивающегося организма и ее регуляция при мышечных тренировках: Дис. ... д-ра биол. наук. Казань, 1999.
15. Нигматуллина Р.Р. Клеточно-молекулярные механизмы функционирования и регуляции сердца. Казань, 2004.
16. Ноздрачев А.Д., Котельников С.А., Мажора Ю.П., Наумов К.М. Один из взглядов на управление сердечным ритмом: интракардиальная регуляция // Физиол. человека. 2005. Т. 31. № 2.
17. Осадчий О.Е., Покровский В.М. Динамика хронотропного влияния блуждающего нерва при блокаде различных типов М-холинорецепторов // Бюлл. exper. биол. и мед. 1999. № 3.
18. Осадчий О.Е., Покровский В.М. Парадоксальное влияние блуждающего нерва на ритм сердца кошек // Рос. физиол. журн. им. И.М.Сеченова. 1997. № 3.
19. Покровский В.М., Абушкевич В.Г., Потягайло В.Г., Похотько А.Г. Сердечно-дыхательный синхронизм: выявление у человека, зависимость от свойств нервной системы и функциональных состояний организма // Успехи физиол. наук. 2003. № 34.
20. Родионов И.М. Фактор роста нервов, гипертрофия и деструкция симпатической системы в эксперименте // Соросовский образовательный журнал. 1996. № 3.
21. Ситдииков Ф.Г. Механизмы и возрастные особенности адаптации сердца к длительному симпатическому воздействию: Дис. ... д-ра биол. наук. Казань, 1974.

22. Ситдииков Ф.Г., Аникина Т.А., Гильмутдинова Р.И. Адренергические и холинергические факторы регуляции сердца в онтогенезе у крыс // Бюлл. экспер. биол. и мед. 1998. № 9.
23. Смирнов В.М. Тонус симпатических нервов и регуляция деятельности сердца // Бюлл. экспер. биол. и мед. 2000. Т. 130. № 10.
24. Соколова Н.А., Удельнов М.Г. Электрофизиологический анализ влияния катехоламинов на разнонаправленные парасимпатические хронотропные эффекты // НДВШ. Биол. науки. 1978. № 9.
25. Удельнов М.Г. Нервная регуляция сердца. М., 1961.
26. Швалев В.Н. Иннервация сердца и ее изменения при некоторых кардиологических заболеваниях // News of biomedical Sciences — Весці Національнай Акадэміі навук Беларусі. Минск, 2002.
27. Hiroshi H., Miho M., Shuji U., Hiroshi I. Changes in density of muscarinic clonergic receptor by adrenergic denervation with guanethidine // Jap. J. Pharmacol. 1985. Vol. 37. № 2.
28. Kubicek W.G. The minnesoz impedance cardiograph-theory and applications // Biomed. Eng. 1974. V. 9.
29. Kuznetsov V., Pak E., Robinson R.B., Steinberg S.F. beta2-adrenergic receptor actions in neonatal and adult rat ventricular myocytes // Circ. Res. 1995. V. 76.
30. Levi A.J., Brooksby P., Hancox J.C. A role of depolarisation induced calcium entry on the Na-Ca exchange in triggering intracellular calcium release and contraction in rat ventricular myocytes // Cardiovasc. Res. 1993. V. 27 (9).
31. Levy M.N. Neural control of cardiac function // Baillieres Clin. Neurol. 1997. V. 6. № 2.
32. Mackenzie E., Standen N.B. The postnatal development of adrenoceptor responses in isolated papillary muscles from rat // Pflugers Arch. 1980. V. 383.
33. Page P.L., Dandal N., Savard P., Nadeau R., Armour J.A., Cardinal R. Regional distribution of atrial electrical changes induced by stimulation of extracardiac and intracardiac neural elements // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1995. V. 109 (2).
34. Steinberg S.F., Han H.M., Rybin V.O. The G protein dependence of alpha1-adrenergic receptor subtype action in the heart // Conn PM, Methods in Neuroscience. 1996.
35. Sun L.S., Huber F., Robinson R.B., Bilezikian J.P., Steinberg S.F., Vulliemoz Y. Muscarinic receptor heterogeneity in neonatal rat ventricular myocytes in culture // J. Cardiovasc. Pharmacol. 1996. V. 27.