

**ЧТЕНИЯ ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА
АНАТОЛИЯ АНДРЕЕВИЧА ПОПОВА**

Казань 2018

УДК 57:378

ББК 28:74

Ч-77

Научный редактор

доктор биологических наук, профессор **В.А. Кузнецов**

Чтения памяти профессора Анатолия Андреевича Попова: сб. науч. материалов / отв. ред. Т.В. Андреева, В.В. Кузнецов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. – Вып. 8. – 156 с.

Сборник научных материалов посвящен памяти профессора, декана естественно-географического факультета, заведующего кафедрой зоологии ТГГПУ А.А. Попова. В сборнике представлены результаты научных исследований и опыта работы преподавателей, учителей школ и студентов по проблемам биологии и методике преподавания биологии и химии.

Сборник предназначен для специалистов, занимающихся проблемами биологии, учителей школ и студентов.

УДК 57:378

ББК 28:74

© Издательство Казанского университета, 2018

I СЕКЦИЯ

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ
БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО
МИРА**

Т.В. АНДРЕЕВА, В.В. КУЗНЕЦОВ

Институт фундаментальной медицины и биологии

**ВИДОВОЙ, ЧИСЛЕННЫЙ СОСТАВ И РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫЕ
ПОКАЗАТЕЛИ СЕГОЛЕТОВ РЫБ СВЯЖСКОГО ЗАЛИВА
КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 2017 ГОДУ**

Куйбышевское водохранилище – самое крупное водохранилище Волжско – Камского каскада, имеет важное рыбопромысловое значение среди внутренних водоемов страны. В процессе своего развития водохранилище прошло несколько фаз, с характерными особенностями в рыбном сообществе [2], а начиная с 80-ых годов XX века, оно вошло в фазу дестабилизации экосистемы, что сказалось на снижении видового разнообразия, падении уровня естественного воспроизводства многих видов рыб.

Одним из наиболее важных участков Волжского плеса для размножения рыб, особенно фитофильных видов, является Свяжский залив. Для оценки эффективности воспроизводства рыб в водоеме используется метод учета численности мальков [1]. Кроме того, мальки являются одним из звеньев трофической сети экосистемы водоема.

Целью наших исследований было изучение видового разнообразия, численности и размерно-весовых показателей сеголеток рыб Свяжского залива Куйбышевского водохранилища.

Изучение молоди рыб в 2017 году проводилось в летне-осенний период.

чение экскреции адреналина происходит у мальчиков в 13 лет, норадреналина в 14 лет. Экскреция дофамина и ДОФА у мальчиков обследованного возрастного диапазона неуклонно увеличивается с возрастом и отражает нарастание резервных возможностей симпатoadреналовой системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акинина С.П. Возрастное становление активности симпатoadреналовой системы у детей и подростков. – М., 1997. – 130 с.
2. Матлина Э.Ш., Матлина Э.Ш., Меньшиков В.В. Клиническая биохимия катехоламинов. – М., 1967. – 304 с.
3. Alevtina V. Krylova Sympathoadrenal System Activity of Various Puberty Stages Boys /Alevtina V. Krylova, Tatyana A. Anikina, Alexey A. Zverev, Marcel M. Zayneev and Timur L. Zefirov// Research Journal of Medical Sciences 10 (3): 60-63, 2016.
4. Zverev A.A. Adaptive reaction of boys' sympathetic-adrenal system to physical activity in puberty/Aleksei Anatolevich Zverev, Alevtina Vasilevna Krulova, Tatiana Andreevna Anikina, Marsel Muratchanovich Zaineev, and Timur Lvovich Zefirov// International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR) Vol-7, Issue-2, 2016, –pp. 791-797.

А.М. КУПЦОВА, Р.К. БУГРОВ, Р.С. КОБЗАРЕВ,
А.Г. МИЛЛЕР, Н.И. ЗИЯТДИНОВА, Т.Л. ЗЕФИРОВ

Казанский федеральный университет

anuta0285@mail.ru

БЛОКАДА ТОКОВ, АКТИВИРУЕМЫХ ГИПЕРПОЛЯРИЗАЦИЕЙ ИЗМЕНЯЕТ РАБОТУ ИЗОЛИРОВАННОГО СЕРДЦА 6 НЕДЕЛЬНЫХ КРЫС

В 1970-х годах в клетках синоатриального узла был открыт ток, активируемый при гиперполяризации (If), активация которого приводит к спонтанной диастолической деполяризации потенциала действия [1]. Ионные каналы, обеспечивающие If, были описаны в конце последнего десятилетия XX века [2]. Данные каналы, сочетают в себе свойства одновременно потенциал-активируемых и лиганд-активируемых каналов [3]. If этих каналов характеризуются отличительными особенностями: 1) ток, переносимый ими, активируется гиперполяризацией мембраны; 2) каналы неселективны, пропускают ионы Na^+ и K^+ ; 3) активность каналов зависит от концентрации цАМФ; 4) каналы блокируются ионами Cs^+ или синтетическими блокаторами (4). В связи с этим каналы получили название «Hyperpolarization-activated cyclic nucleotide-gated channels» - управляемые циклическими нуклеотидами гиперполяризационно-активируемые каналы или сокращенно HCN-каналы. HCN каналы обнаружены в различных отделах сердца, в том числе и в рабочих кардиомиоцитах [5]. У млекопитающих выявлено четыре типа HCN-каналов (HCN 1-4) [6]. Для проводящей системы сердца особая роль HCN каналов отмечалась давно. Функциональное значение If в рабочих кардиомиоцитах, которые обладают стабильным мембранным потенциалом покоя не понятно. Исследования по экспрессии HCN каналов указывают на присутствие всех подтипов HCN каналов в кардиомиоцитах желудочков, возможно, If участвует в формировании потенциала действия (ПД)

рабочих кардиомиоцитов а, следовательно, и в регуляции сократительной функции сердца [6].

Цель нашего исследования – изучить влияние блокады токов, активируемых гиперполяризацией на показатели работы изолированного по Лангендорфу сердца (6 недельных) крыс, в период завершения формирования симпатической иннервации сердца.

Методика исследования

Ex vivo проведена серия экспериментов на белых беспородных 6-ти недельных крысах. Животных наркотизировали 25% раствором уретана (в дозе 800 мг/кг массы). Извлеченное сердце помещали в холодный раствор Кребса-Хензелейта (2-5°C). Сердце подвешивали за аорту на канюлю. Под постоянным гидростатическим давлением 60-65 мм.рт.ст. подавался рабочий раствор, при температуре 37°C и оксигенации карбогеном. Изолированное сердце перфузировалось на установке Лангендорфа (ADinstruments, Австралия). Инотропную функцию миокарда изучали в изоволюмическом режиме при помощи датчика давления модели MLT844 (ADinstruments, Австралия). В полость левого желудочка вводили латексный баллончик заполненный водой. По кривой подсчитывали частоту сердечных сокращений (ЧСС), давление, развиваемое в левом желудочке (ДРЛЖ) и коронарный проток (КП). Запись регистрировали на установке PowerLab 8/35 (ADinstruments, Австралия) при помощи программы LabChartPro (Австралия). Для блокады токов, активируемых гиперполяризацией, использовали препарат ZD 7288 (Tocris) в концентрациях 10^{-9} - 10^{-5} М. Статистическую обработку полученных результатов проводили при помощи t критерия Стьюдента.

Результаты исследования

Блокатор токов, активируемых гиперполяризацией ZD 7288 в концентрации 10^{-9} М увеличивал ДРЛЖ с $33,9 \pm 6,3$ мм.рт.ст. до $40,9 \pm 7,9$ мм.рт.ст. ($p \leq 0,01$) на 10 минуте эксперимента. К заключи-

тельной минуте эксперимента ДРЛЖ увеличилось до $46,6 \pm 9$ мм.рт.ст. ($p \leq 0,01$), увеличение составило 37,0 % (Рис. 1). Блокада If урежала ЧСС с $176,8 \pm 28,2$ уд/мин до $155,2 \pm 28,6$ уд/мин ($p \leq 0,05$) на 14 минуте, брадикардия составила 12,0 %. Блокада If не изменяла КП изолированного сердца 6 недельных крыс.

Максимальное уменьшение ДРЛЖ наблюдали на 10 минуте эксперимента при добавлении блокатора If ZD 7288 в концентрации 10^{-8} М с $40,8 \pm 5,1$ мм.рт.ст. до $28,7 \pm 5,4$ мм.рт.ст. ($p \leq 0,05$). Данное уменьшение составило 25% от исходного значения на 12 минуте эксперимента (Рис. 1). Введение блокатора If приводило к брадикардии с $193,1 \pm 10,7$ уд/мин до $158,8 \pm 12,9$ уд/мин ($p \leq 0,05$) на 7 минуте наблюдения. Максимальное урежение наблюдали на 17 минуте эксперимента до $157,8 \pm 12$ уд/мин ($p \leq 0,05$), то есть на 18%. Коронарный проток при перфузии блокатором, токов активируемых гиперполяризацией уменьшался с $7,8 \pm 0,1$ мл/мин до $7 \pm 0,09$ мл/мин на 10 минуте. К заключительной минуте эксперимента значения коронарного протока изолированного сердца не изменились и составили 10% от исходного значения.

На первой минуте добавления блокатора ZD 7288 в концентрации 10^{-7} М увеличивал ДРЛЖ с $50,9 \pm 4,8$ мм.рт.ст. до $52,3 \pm 4,5$ мм.рт.ст. Далее блокада токов приводила к уменьшению ДРЛЖ до $40,4 \pm 6,3$ мм.рт.ст. ($p \leq 0,05$) на 16 минуте эксперимента (Рис.1). Перфузия блокатором If уменьшала ЧСС с $185,8 \pm 7$ уд/мин до $143,3 \pm 15,9$ уд/мин ($p \leq 0,01$) на 10 минуте, до $133,4 \pm 11,5$ уд/мин ($p \leq 0,001$) на 20 минуте наблюдения. Таким образом брадикардия составила 28%. КП при добавлении блокатора уменьшался с $7,6 \pm 0,8$ мл/мин до $6,8 \pm 0,7$ мл/мин ($p \leq 0,01$) к 10 минуте. На заключительной 20 минуте КП составил $6,7 \pm 0,6$ мл/мин ($p \leq 0,01$). Уменьшение КП составило 11% от исходных значений.

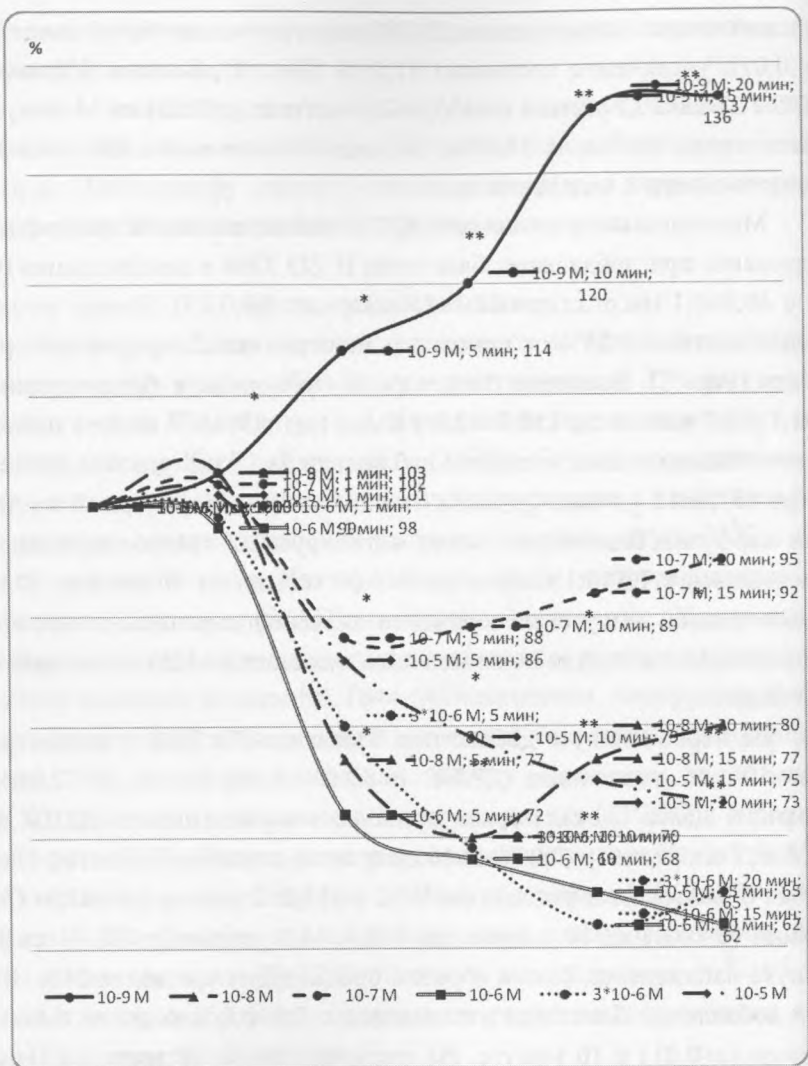


Рис. 1. Дозозависимое влияние блокады If на давление развиваемое левым желудочком 6 недельных крыс. Ось ординат – давление, развиваемое левым желудочком (%), ось абсцисс – время записи эксперимента (минуты).
Примечание: * - достоверность по сравнению с исходными значениями: $p < 0,05$;
** - достоверность по сравнению с исходными значениями: $p < 0,01$.

Добавление в раствор ZD 7288 в концентрации 10^{-6} M постепенно уменьшало ДРЛЖ на 37% с $55,7 \pm 9,5$ мм.рт.ст. до $38 \pm 6,9$ мм.рт.ст. ($p \leq 0,01$) на 10 минуте, до $34,8 \pm 5,4$ мм.рт.ст. ($p \leq 0,01$) на 20 минуте эксперимента (Рис. 1). ЧСС изолированного сердца после добавления блокатора в перфузируемый раствор уменьшалась с $143,4 \pm 15,1$ уд/мин до $92,1 \pm 13,7$ уд/мин ($p \leq 0,01$) к 9 минуте, урежение составило 36%. Блокада If приводила к плавному достоверному уменьшению КП на 16% с $6,9 \pm 0,6$ мл/мин до $5,8 \pm 0,6$ мл/мин к последней минуте наблюдения ($p \leq 0,001$).

ZD 7288 в концентрации $3 \cdot 10^{-6}$ M приводил к снижению ДРЛЖ с $25,4 \pm 8,5$ мм.рт.ст. до $17,5 \pm 6,9$ мм.рт.ст. ($p \leq 0,01$) на 10 минуте. К заключительной 20 минуте эксперимента значение составило $16,7 \pm 6,7$ мм.рт.ст. ($p \leq 0,01$) (Рис. 1). ДРЛЖ уменьшилось на 34,5%. Наблюдали урежение ЧСС 6 недельных крысят при блокаде токов активируемых гиперполяризацией с $93,6 \pm 30$ уд/мин до $55,6 \pm 17,9$ уд/мин ($p \leq 0,01$) на 10 минуте, до 50 ± 15 уд/мин ($p \leq 0,01$) на 20 минуте эксперимента. Брадикардия составила 47,0 % от исходных значений. Значения КП уменьшались при добавлении блокатора с $3,7 \pm 0,1$ мл/мин до $3 \pm 0,08$ мл/мин ($p \leq 0,01$) к 10 минуте и не изменялись до окончания эксперимента.

ZD 7288 10^{-5} M недостоверно уменьшал ДРЛЖ с $31,9 \pm 7,4$ мм.рт.ст. до $23,4 \pm 3,9$ мм.рт.ст. на заключительной минуте наблюдения (Рис. 1). Изменение составило 27,0 %. Наблюдали недостоверное урежение ЧСС на 21% с $163,6 \pm 19,2$ уд/мин до $128,6 \pm 26,3$ уд/мин к 20 минуте эксперимента. КП так же уменьшался недостоверно с $6,1 \pm 0,04$ мл/мин до $5,6 \pm 0,01$ мл/мин к заключительной 20 минуте, уменьшение составило 9,0 %.

Выводы

Таким образом, серия экспериментов, проведенная на белых беспородных 6-ти недельных крысах показала, что блокада токов, активируемых гиперполяризацией увеличивала давление развиваемое

левым желудочков в концентрации 10^{-9} М, и уменьшала в концентрациях 10^{-8} - 10^{-5} М. Введение ZD 7288 крысам данного возраста урежала частоту сердечных сокращений во всех исследуемых концентрациях. Коронарный проток не изменялся при перфузии блокатором в концентрации 10^{-9} М, и уменьшался при перфузии в остальных концентрациях.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-04-00071.

ЛИТЕРАТУРА

1. DiFrancesco D. The role of the funny current in pacemaker activity / D. DiFrancesco // *Circ Res*. 2010. V.106 (3). P. 434 – 446.
2. Shi W. Distribution and prevalence of hyperpolarization-activated cation channel (HCN) mRNA expression in cardiac tissues / W. Shi, R. Wymore, H. Yu, J. Wu, R.T. Wymore, Z. Pan, R.B. Robinso, J.E. Dixon, D. McKinnon, I.S. Cohen // *Circ.Res*. 1999. V.85. P. 1 – 6.
3. Biel M. Cardiac HCN channels: structure, function, and modulation / M. Biel, A. Schneider, C. Wahl // *Trends Cardiovasc. Med*. 2002. V.12. P. 206 – 212.
4. Biel M. Hyperpolarization-activated cation channels: from genes to function / M. Biel, C. Wahl-Schott, S. Michalakis, X. Zong // *Physiol Rev*. 2009. Vol. 89. №3. P. 847 – 885.
5. Fenske S. The Role of HCN Channels in Ventricular Repolarization / S. Fenske, S. Krause, M. Biel, C. Wahl-Schott // *Trends Cardiovasc Med*. 2011. Vol. 21(8). P. 216 – 220.
6. Bucchi A. Funny Current and Cardiac Rhythm: Insights from HCN Knockout and Transgenic Mouse Models. / A. Bucchi, A. Barbuti, D. DiFrancesco, M. Baruscotti // *Front Physiol*. 2012. V. 2. P. 3 – 240.

Ф.Г. СИТДИКОВ, А.В. КРЫЛОВА, Т.А. АНИКИНА

Институт фундаментальной медицины и биологии
krylova.alevtina@gmail.com

УСИЛИВАЮЩИЙ НЕРВ И.П.ПАВЛОВА

Эти опыты проводились в те годы, когда профессор А.А.Попов активно вел административную, педагогическую и общественную нагрузку и при этом проявлял большой интерес к экспериментам в нашей лаборатории.

Современное состояние теоретической и практической медицины настоятельно требует глубокого изучения иннервации и механизмов регуляции деятельности сердца. Одной из сторон этого вопроса является дальнейшее изучение влияний усиливающего нерва, тем более, что и в спортивной кардиологии придается большое значение данному нерву в приспособлении сердца к повышенной нагрузке (С.П. Лебунов). Существуют данные о наличии клинического синдрома, соответствующего перевозбуждению этого нерва (В.Ф. Зеленин). Возможно, что те нарушения в работе сердца, которые протекают с изменениями зубца «Т» электрокардиограммы, являются результатом сдвигов в функции усиливающего нерва (М.Е. Райскина).

Честь открытия и изучения усиливающего нерва принадлежит И.П.Павлову. Из физиологического действия этого нерва на сердце он сделал вывод о его постоянном повышающем эффекте. Позднее этот нерв изучался учениками И.П.Павлова: П.Г. Заградиным, М.П. Калмыковым. Показано, что влияние усиливающего нерва связано главным образом с деятельностью желудочков сердца (Е.Г. Петрова).

В литературе нет единого мнения о происхождении усиливающих волокон данного нерва. По мнению А.И. Смирнова, усиливающие волокна выходят из центра блуждающего нерва, идут сначала в