



Проблемы и перспективы физического воспитания, спортивной тренировки и адаптивной физической культуры

Сборник материалов
V Всероссийской научно-практической
конференции с международным участием
Казань, 17 февраля 2023 года

Том I. Секции 1-2



УДК 612.0+796.011.3

ББК 75.09

П 78

П 78 Проблемы и перспективы физического воспитания, спортивной тренировки и адаптивной физической культуры: Сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Казань, 17 февраля 2023 года.

В 2 т. – Казань : ФГБОУ ВО «Поволжский ГУФКСиТ», 2023. – Том 1. – 622 с.

В сборнике представлены материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы и перспективы физического воспитания, спортивной тренировки и адаптивной физической культуры», прошедшей в рамках Десятилетия науки и технологий 17 февраля 2023 года на базе ФГБОУ ВО «Поволжский ГУФКСиТ», г. Казань.

Материалы представлены в авторской редакции.

Главный редактор:

Е.В. Бурцева, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры теории и методики физической культуры и спорта Поволжского ГУФКСиТ.

Редакционная коллегия:

Л.А. Парфенова, кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой адаптивной физической культуры и безопасности жизнедеятельности Поволжского ГУФКСиТ.

Н.Н. Мугаллимова, кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой теории и методики физической культуры и спорта Поволжского ГУФКСиТ.

Л.Е. Касмакова, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры адаптивной физической культуры и безопасности жизнедеятельности.

А.А. Ризванова, преподаватель кафедры теории и методики физической культуры и спорта Поволжского ГУФКСиТ.

М.А. Ильясова, ведущий специалист научно-методического отдела Поволжского ГУФКСиТ.

УДК 612.0+796.011.3

ББК 75.09

©Поволжский ГУФКСиТ, 2023

УДК 612.1

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ЭКСТРАКАРДИАЛЬНЫХ НЕРВОВ СЕРДЦА В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Гиззатуллин А.Р.

к.б.н., доцент

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Миннахметов Р.Р.

к.б.н., доцент

Поволжский государственный университет

физической культуры, спорта и туризма

Ситдииков Ф.Г.

к.б.н., профессор

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Казань, Россия

Аннотация. Изучено становление взаимоотношений симпатических и парасимпатических влияний на сердце у собак и крыс в онтогенезе. При активности обоих отделов вегетативной нервной системы у взрослых животных основной принцип их взаимоотношений – взаимокompенсаторный. Взаимокompенсаторный принцип развивается постепенно, по мере созревания симпатических и парасимпатических влияний на сердце. При повышении активности симпатического отдела нервной системы компенсаторное усиление влияния парасимпатического отдела обеспечивает защиту сердца от перегрузок. После десимпатизации обнаружены возрастные особенности реакции сердца на электрическую стимуляцию блуждающего нерва.

Ключевые слова: in vivo, десимпатизация, сердце, миокард, блуждающий нерв, ударный объем крови, электрическая стимуляция.

Цель исследования – изучение становления взаимоотношений холинергических и адренергических влияний на сердце в постнатальном онтогенезе.

Актуальность. В вопросах взаимоотношения симпатических и парасимпатических нервов сердца имеется несколько точек зрения: антагонизм, синергизм, взаимокompенсация и акцентированный антагонизм. Феномен «ускользания» сердца (vagus-escape) академик А.А. Ухтомский (1933) отметил, что «невозможность длительной остановки сердца с вагуса не в «утомлении» концевых аппаратов, а в компенсационном выравнивании вагусного эффекта симпатическим. И, вместе с тем, дело не в «антагонистическом», а именно в компенсационном значении симпатикуса». Известный специалист по физиологии сердца М.Г. Удельнов (1975) писал, что «вопрос о том, при каких условиях и как организуется регуляторное взаимодействие между парасимпатическими и симпатическими влияниями является одним из наиболее важных переменных вопросов проблемы нервной регуляции сердца». В наших опытах (Ф.Г. Ситдииков, 1974) на собаках при длительной (до 3-х часов) стимуляции усиливающего нерва И.П. Павлова сохранялся положительный инотропный эффект. Это есть еще одно подтверждение того, причина «ускользания» не просто утомление нервных проводников, а взаимоотношения

симпатических и парасимпатических механизмов регуляции. Дополнительным подтверждением компенсаторного влияния БН на симпатический эффект является и то, что при барбамиловом наркозе период адаптации более длителен, чем при гексеналовом (Ф.Г. Ситдинов, 1974). Акцентированный антагонизм представляется так, что «ингибирующий эффект данного уровня парасимпатической активности выражен тем сильнее, чем выше уровень симпатической активности» (М.Н. Леви, П.Ю. Мартин, 1990), что наблюдался в наших опытах. Подобное толкование взаимоотношений данных нервов раньше было высказано А.А. Ухтомским, однако труды наших физиологов не всегда доходили до зарубежных исследователей.

Организация и методы исследования. Проведены острые опыты на взрослых собаках и щенках первой, второй и третьей возрастных групп при искусственном дыхании. Применялся 10% раствор барбамила и гексенала. Возрастная классификация животных принята по И.А. Аршавскому (1967): до 16-18 дней – щенки первой группы, до 2-2,5 месяцев – второй группы и старше – третьей возрастной группы. Оперативный доступ к симпатическим нервам осуществлялся через окошечко в грудной клетке. Нервы раздражались прямоугольными импульсами от стимулятора ЭСЛ-2 (1 мс, 30 гц) через погружные платиновые электроды. Регистрировали механограмму и ЭКГ во втором стандартном отведении. Количество ацетилхолина (АХ) в крови определяли тестированием на изолированном легком. Активность ацетилхолинэстеразы (АХЭ) и псевдохолинэстеразы определялась биохимическим методом. Десимпатизацию производили ежедневным введением подогретого до 38°C раствора гуанетидина сульфата из расчета 10 мл/кг массы животного в течение 28 дней с момента рождения (А.А. Мухамедов, 1975; М.М. Борисов и др., 1977) в семи возрастных группах: 14-ти, 21-го, 28-ми, 42-х, 56-ти, 70-ти и 120-ти дневного возраста.

Наркотизированных 25% раствором уретана крыс из расчета 1,2 г/кг массы животного фиксировали на операционном столе и используя бинокулярный микроскоп МБС-1 проводили препаровку БН. Стимуляция блуждающих нервов проводилась импульсами амплитудой 0,5-5 В, частотой 1-12 гц, длительностью 5 мс. Для анализа сердечной деятельности после каждого экспериментального вмешательства в течение 15 мин регистрировали ЭКГ и дифференцированную реограмму. Обработка результатов проводилась на комплексной электрофизиологической лаборатории, в основу которой положена методика обработки ЭКГ по Р.М. Баевскому, с дополнительной возможностью обработки дифференцированной реограммы для расчета ударного объема крови (УОК) по формуле Kubicek (1974).

Статистическая обработка результатов проводилась по t-критерию Стьюдента и парному критерию с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение. При длительной стимуляции симпатического нерва положительный инотропный эффект более выражен на взрослых животных, так как влияния симпатических нервов на сократимость миокарда у щенков 2-2,5 месяцев находятся на этапе созревания. У щенков данной возрастной группы тонические и рефлекторные влияния БН

на сердце, т.е. ингибирующее влияния на симпатический эффект слабо выражен, поэтому период адаптации более длителен.

Этим можно объяснить и то, что содержание АХ в крови у щенков ниже ($4 \times 10^{-13,7}$ г/мл), чем у взрослых собак ($4 \times 10^{-9,5 \pm 0,6}$ г/мл). Кроме того, при симпатическом воздействии в крови содержание АХ у взрослых собак возрастает (от $4 \times 10^{-9,6}$ до $4 \times 10^{-8,1}$ г/мл), что не наблюдается у щенков ($4 \times 10^{-11,5}$ и $4 \times 10^{-11,1}$ г/мл).

Следовательно, взаимокompенсаторное значение БН в онтогенезе проявляется по мере структурно-функционального созревания холинергического аппарата сердца, обеспечивая защиту сердца при симпатических воздействиях и перегрузках, гипоксии и быстрое восстановление деятельности сердца после нагрузки.

Мы полагали, что взаимодействие экстракардиальных нервов должно проявиться и во влиянии симпатических нервов на реакцию сердца к холинергическим влияниям. С целью проверки этой гипотезы проводилось исследование на крысах разных возрастных групп после десимпатизации. Правосторонняя стимуляция БН крыс пороговым током вызывает достоверное снижение ЧСС во всех исследуемых нами возрастах. Но при этом наблюдается разнонаправленная динамика УОК. Например, у 14-ти и 21-дневных интактных крысят происходит снижение только ЧСС, а у десимпатизированных животных аналогичных возрастов во время стимуляции БН наблюдается снижение и ЧСС и объема сердечного выброса, что, по-видимому, является следствием нарушения возможности компенсаторной реакции сердца у десимпатизированных животных. У 28-ми и 42-х дневных животных на стимуляцию правого БН проявляется также отрицательная инотропная реакция, при этом у контрольных животных наблюдается более выраженное снижение УОК. При достоверном урежении ЧСС во время стимуляции у интактных 28-ми дневных крысят УОК уменьшается на 7,1%, у 42-дневных – на 4,8%, а у десимпатизированных животных данных возрастов снижение УОК составляет всего 2,5%. У 56-дневных интактных животных в ответ на стимуляцию правого БН наблюдается увеличение УОК на 5,9%, тогда как у десимпатизированных животных данное экспериментальное вмешательство существенных изменений УОК не вызывает. У 70-дневных и у взрослых животных обеих исследуемых групп существенные изменения в динамике УОК во время стимуляции не наблюдаются, что, возможно, определяется формированием в данном возрасте асимметрии влияния БН на силу и частоту сердечных сокращений.

Левосторонняя стимуляция БН, как и правосторонняя, вызывает достоверное урежение ЧСС, при этом для этого требуется большее значение тока. Однако, изменения УОК при этом носят несколько иной характер. Во время стимуляции левого БН пороговым током у 14-дневных крысят контрольной группы наблюдается некоторое увеличение УОК, тогда как у десимпатизированных животных данного возраста левосторонняя стимуляция приводит лишь к урежению ЧСС, при этом УОК не изменяется. Во время левосторонней стимуляции пороговым током БН у 21-дневных крысят обеих

исследуемых групп животных наблюдается достоверное урежение ЧСС, а в динамике УОК существенных изменений не отмечается. У 28-дневных контрольных крысят в ответ на стимуляцию левого БН на фоне достоверного урежения ЧСС наблюдается отрицательная реакция УОК, а у десимпатизированных – положительная реакция, но эти изменения мало выражены и не достигают достоверности. У 42-х и 56-дневных крысят обеих исследуемых групп в момент стимуляции левого вагуса пороговым током в динамике УОК существенных изменений не наблюдается.

У 70-дневных и взрослых животных контрольной группы во время стимуляции левого БН, на фоне достоверного урежения частоты сердцебиений, наблюдается выраженная отрицательная реакция УОК, причем у взрослых крыс данное снижение достоверно. У десимпатизированных животных 70-дневного возраста во время стимуляции БН УОК существенно не изменяется, а у взрослых крыс достоверно снижается ($p < 0,001$), так же, как у контрольной группы.

Как следует из этих данных, после десимпатизации у крыс объем УОК оказался меньше, чем у интактных, за исключением возраста 14 дней, что компенсируется более высокими показателями ЧСС. Это компенсаторная реакция для поддержания постоянства минутного объема кровообращения.

При стимуляции правого и левого БН достоверные сдвиги наблюдались в ЧСС у животных всех возрастных групп, тогда как в УОК они были незначительны. Лишь у взрослых крыс (120-ти дневный возраст) стимуляция только левого БН вызвала значительное уменьшение УОК, что свидетельствует о становлении регуляторных влияний БН на сократительный миокард.

Заключение. Взаимокомпенсация, как один из основных принципов взаимоотношений симпатических и парасимпатических влияний сердца в деятельном состоянии, в онтогенезе развивается постепенно.

Список литературы

1. Ai, J. Morphology and topography of nucleus ambiguus projections to cardiac ganglia in rats and mice / J. Ai, P.N. Epstein, D. Gozal, B. Yang, R. Wurster, Z.J. Cheng // *Neuroscience*. – Volume 149, Issue 4, 2007, P. 845-860.
2. Brown, D.R. Sympathetic activity and blood pressure are tightly coupled at 0.4 Hz in conscious rats / D.R. Brown, L.V. Brown, A. Patwardhan, D.C. Randall // *American Journal of Physiology – Regulatory Integrative and Comparative Physiology*. – Volume 267, Issue 5 36-5, 1994, Pages R1378-R1384.
3. Daffonchio, A. Sympathectomy and cardiovascular spectral components in conscious normotensive rats / A. Daffonchio, C. Franzelli, A. Radaelli, P. Castiglioni, M. Di Rienzo, G. Mancia, A.U. Ferrari // *Hypertension*. – Volume 25, Issue 6, 1995, P.1287-1293.
4. Das P.K. The influence of parasympathetic system on the cardiovascular effects of thiopentone / P.K. Das, R.B. Arora // *Indian J.Med.Sci.*, 1956, V. 12, P.955-960.
5. Fregoso S.P. Development of cardiac parasympathetic neurons, glial cells, and regional cholinergic innervation of the mouse heart / S.P. Fregoso, D.B. Hoover // *Neuroscience*. – Volume 221, 2012, P. 28-36.
6. Gizzatullin A.R. Parasympathetic cardiac effects in sympathectomized rats A.R. Gizzatullin R.I. , Gilmutdinova, R.R. Minnahmetov, F.G. Sitdikov, V.M. Chiglintcev // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. – Volume 144, Issue 2, August 2007, Pages 166-170.

7. Kubicek W.G. The minnesoz impedance cardiograph – theory and applications / W.G. Kubicek // *Biomed. End.* 1974. Vol. 9. P. 410 – 416.
8. Kulaev B.S. Secondary rhythms of cardiac activity within early ontogenesis: Effects of blocking of adreno- and cholinoreceptors in rats / B.S. Kulaev, A.V. Boursian, Yu.O. Semenova, V.A. Sizonov // *Neurophysiology.* – Volume 36, Issue 2, March 2004, Pages 126-131.
9. Quigley K.S. Development of the baroreflex in the young rat / K.S. Quigley, M.M. Myers, H.N. Shair // *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical.* – Volume 121, Issue 1-2, 2005, P. 26-32.
10. Sitdikov F.G. Effect of electrical stimulation of vagus nerves on cardiac activity in sympathectomized rats during postnatal ontogeny / F.G. Sitdikov, R.I. Gilmutdinova, R.R. Minnakhmetov, A.R. Gizzatullin // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine.* – Volume 135, Issue 6, June 2003, Pages 534-536.
11. Абзалов Р.А., Ситдииков Ф.Г. / Развивающееся сердце и двигательный режим. – Казань, 1998. – 96с.
12. Амиров Л.Г. К механизму «ускользания» сердца из-под влияния блуждающего нерва: Дисс. ... канд. биол. наук. – Казань, 1966. – 295с.
13. Аршавский И.А. Очерки по возрастной физиологии. – М.: Медицина, 1967. – 476с.
14. Зефиоров Т.Л. Возрастные особенности вагусной регуляции хронотропной функции сердца десимпатизированных и интактных крыс / Т.Л. Зефиоров, Н.В. Святова // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.* – 1997. Т. 123, №6. С. 703 – 706.
15. Курмаев О.Д. Механизмы нервной и гуморальной регуляции деятельности сердца. – Казань, 1966. – 179с.
16. Леви М.Н. Нейрогуморальная регуляция работы сердца / М.Н. Леви, П.Ю. Мартин // *Физиология и патофизиология сердца.* – М. – 1990. – С.64-91.
17. Ситдииков Ф.Г. Механизмы и возрастные особенности адаптации сердца к длительному симпатическому воздействию: Дисс. ... д-ра. биол. наук. – Казань, 1974. – 312с.
18. Удельнов М.Г. Нервная регуляция сердца. – М.: Изд-во МГУ, 1961. – 380с.
19. Ухтомский А.А. Возбуждение, утомление, торможение / А.А. Ухтомский // *Физиологический журнал СССР,* – 1934, – Т. 17, с. 1114.