

## РЕАКЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НА ДЕЙСТВИЕ МОДЕЛЬНЫХ ЧАСТОТ АДАптиРОВАННОГО НЕЙРОНА

Хашхожева Д.А., Куршева К.М., Карданова А.А.

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова»,  
Нальчик, e-mail: yka@kbsu.ru

Современные условия жизни способствуют возрастанию разнообразия стресс-факторов, в связи с чем отмечается повышение требований к адаптивным физиологическим реакциям организма человека. Известно, что главную роль в адапционном ответе выполняет сердечно-сосудистая система. Оценивая показатели этой системы, можно судить об адаптивных сдвигах в организме. Несмотря на многочисленные исследования и разработки, поиск эффективных способов повышения адапционных резервов человека продолжается. В данной работе предложен дистантный частотный метод воздействия через модельные сигналы адаптированного нейрона. Он способствует снижению флуктуаций показателей сердечно-сосудистой системы и нормализации вегетативного равновесия. Так, в начале исследования отмечался низкий систолический объем, однако под влиянием испытуемого фактора данный показатель пришел в норму. В группе контроля, на которую не производилось экспериментальное воздействие, отмечены выраженные флуктуации артериального давления, в отличие от группы опыта. Вегетативное равновесие в группе опыта из симпатикотонии переходит в нормотонию. Группа контроля подобных изменений не выявила. Таким образом, испытуемый фактор показал возможность его применения как профилактическое и лечебное средство повышения функциональных резервов человека.

**Ключевые слова:** адаптация, нейрон, систолический объем, артериальное давление, вегетативное равновесие

## THE REACTION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM TO THE EFFECT OF THE MODEL FREQUENCIES OF THE ADAPTED NEURON

Khashkhozheva D.A., Kursheva K.M., Kardanova A.M.

Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov, Nalchik, e-mail: yka@kbsu.ru

Modern living conditions contribute to an increase in the diversity of stress factors, and therefore there is an increase in the requirements for adaptive physiological reactions of the human body. It is known that the main role in the adaptive response is played by the cardiovascular system. Evaluating the indicators of this system, it is possible to judge adaptive shifts in the body. Despite numerous studies and developments, the search for effective ways to increase human adaptive reserves continues. In this paper, a distant frequency method of exposure through model signals of an adapted neuron is proposed. This method helps to reduce fluctuations in the parameters of the cardiovascular system and normalize vegetative balance. So, at the beginning of the study, a low systolic volume was noted, but under the influence of the test factor, this indicator returned to normal. In the control group, which was not experimentally affected, pronounced fluctuations in blood pressure were noted, unlike the experimental group. The vegetative equilibrium in the group of experience goes from sympathicotony to normotony. The Control Group did not detect any such changes. Thus, the tested factor showed the possibility of its use as a preventive and therapeutic means of increasing human functional reserves.

**Keywords:** adaptation, systolic volume, neuron, blood pressure, balance of the autonomic nervous system

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) представляют собой огромную социально-экономическую проблему современного мира, так как занимают лидирующее место в структуре смертности и утраты трудоспособности в экономически развитых и развивающихся странах. В России показатели смертности от ССЗ составляют около 55–55,7% от общей смертности населения и в настоящее время являются самыми высокими в мире [1, 2]. Данная группа патологий стала более распространенной уже в более раннем возрасте и является ведущей причиной смертности населения во всем мире. К наиболее распространенным заболеваниям сердечно-сосудистой

системы относятся ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, сосудистые поражения головного мозга [3]. Несмотря на многочисленные плодотворные исследования, поиск эффективных способов профилактики ССЗ продолжается.

Установлено, что нейрон в состоянии адаптации переходит в режим экономии энергии, при котором нервные клетки на разных стадиях обладают определенными величинами импульсной активности [4]. Создание модели импульсной активности адаптированного нейрона для воздействия на организм человека является перспективным способом для нормализации деятельности организма, в особенности сердечно-сосудистой системы.

Цель исследования – определить влияние модельных сигналов адаптированного нейрона на физиологические показатели человека.

**Материалы и методы исследования**

В настоящем исследовании применялся новый способ дистантного воздействия на биологические объекты с помощью электроакустических сигналов в режиме, воспроизводящем параметры импульсной электрической активности нейронов, адаптированных к импульсной активности с помощью электроакустического генератора ЭСЛ-2. Способ воздействия ощущался как звуковой периодический сигнал. Участники исследования, молодые люди в возрасте 19–21 лет, были предварительно разделены на контрольную и опытную группы. Молодые люди в группе опыта ежедневно подвергались воздействию испытуемого фактора в течение пяти минут. Группа контроля вела привычный образ жизни и не подвергалась действию испытуемого фактора. Все испытуемые дали информированное согласие на участие в исследовании.

Для определения редуцированного артериального давления (РАД) была применена формула Лильештранда и Цандера [5]:

$$РАД = 100 (ПД / СрД),$$

где ПД – пульсовое давление (мм рт. ст.); СрД – среднее давление (мм рт. ст.).

Для вычисления систолического объема была использована следующая формула:

$$СО = 100 + (0,5 \times ПД) - (0,6 \times АДД) - (0,6 \times В),$$

где СО – систолический объем крови (мл), ПД – пульсовое давление (мм рт. ст.), АДД – артериальное давление диастолическое (мм рт. ст.) и В – возраст (лет).

Индекс Кердо вычислялся по известной формуле [6], при этом интерпретация результата была следующей: значения от –10 до +10 у.е. оценивались как уравновешенность симпатических и парасимпатических влияний, от +11 – симпатикотония, от –11 – парасимпатикотония. В научной литературе продолжает активно использоваться подход к типизации состояния человека на основе вегетативного индекса Кердо (ВИК), предложенного около 50 лет назад [7]. Достоверность результатов исследования оценивалась по критерию Стьюдента.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Изменение систолического объема крови под влиянием испытуемого фактора приведено в табл. 1. Среднее фоновое значение систолического объема в группе контроля составило 58,16±2,03 мл. На 3, 5, 7-е дни наблюдений показатель составил в среднем 58,66±2,11, 64,23±2,01, 57,18±1,59 мл на 1, 3, 5 и 10-е дни соответственно. В период последствия отмечались скачки показателя от 59,47±3,02 до 64,03±1,73 мл. Очевидно, что в группе контроля, на которую не осуществлялось воздействие испытуемого фактора, наблюдались выраженные флуктуации показателя.

Фоновые значения СО в группе исследования в среднем составили 58,16±2,03 мл. В 1-й день воздействия происходит рост показателя до 62,51±1,9 мл. В дни воздействия показатель растет и к 10-му дню достигает нормы – 65,56\*±1,87 мл. После прекращения действия фактора отмечаются показатели СО в пределах нормы. К концу периода последствия систолический объем в группе опыта составил 71,88±2,77 мл.

График изменений средних СО в исследуемых группах приведен на рис. 1.

**Таблица 1**

Динамика систолического объема крови (мл) человека под влиянием модельной комбинации частот нейрона

	Фон	Дни опыта (воздействия)					Дни последствия		
		1	3	5	7	10	3	5	10
Опыт	58,16±2,03	62,11±1,07	62,46±2,18	62,94±2,78	61,3±2,89	65,56*±1,87	66,31*±1,78	71,42*±2,16	71,88±2,77
Контроль	60,55±1,77	58,66±2,11	64,1±1,11	64,23±2,01	57,18±1,59	62,23±1,17	59,47±3,02	64,03±1,73	60,38±1,76

Примечание: \* p < 0,05.

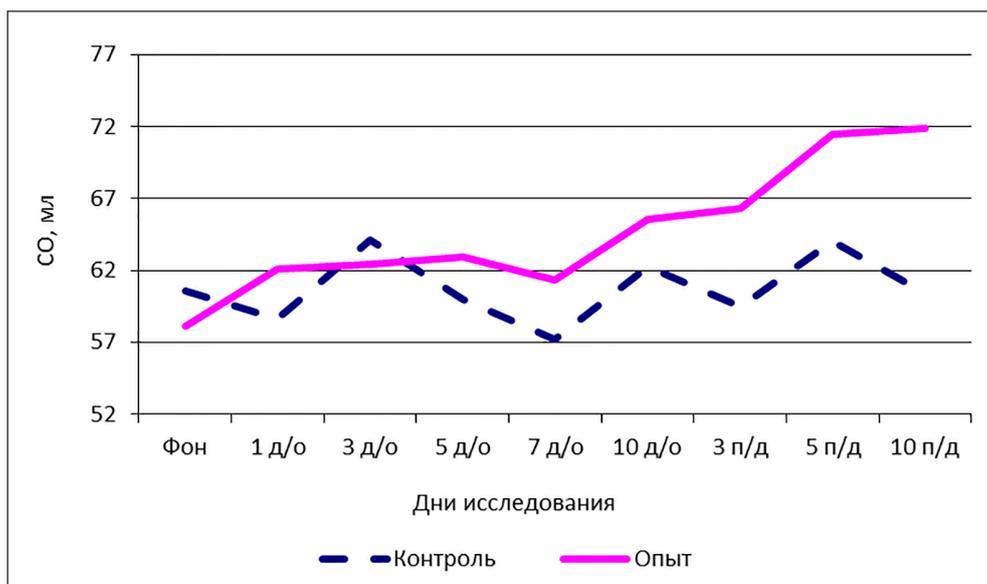


Рис. 1. Динамика СО крови человека под влиянием комплексного частотного нейрона

Очевидно, что значение СО в группе опыта плавно повышается, хотя вначале показатель был невысоким. В группе контроля показатель существенно не изменяется и претерпевает флуктуации.

В настоящей работе, помимо систолического объема, который описывает работу сердца, исследовалась и функция сосудистой системы. До начала исследования значение РАД в контроле в среднем составило  $34,52 \pm 3,35$  мм рт. ст. В первый день исследования происходит самопроизвольное незначительное снижение показателя до  $33,5 \pm 3,55$  мм рт. ст. К 7-му дню исследования происходит скачок РАД до  $40,79 \pm 3,92$  мм рт. ст., на 10-й день вновь небольшое снижение до  $37,19 \pm 3,41$  мм рт. ст.

Период последствия характеризуется более высокими значениями РАД. Так, на 3-й день оно составило в среднем  $48,02 \pm 5,81$  мм рт. ст. Фоновые значения исследуемого показателя в группе опыта составили в среднем  $43,01 \pm 3,51$  мм рт. ст. В 1-й день воздействия испытуемого фактора отмечается снижение показателя до  $37,63 \pm 3,13$  мм рт. ст. Однако к 10-му дню исследования отмечалось повышение РАД до  $44,81 \pm 2,08$  мм рт. ст.

Прекращение воздействия сопровождалось нестабильностью показателя. Однако к концу наблюдений, то есть на 10-й день последствия, происходит снижение давления до значений более оптимальных, чем фоновые –  $37,64 \pm 3,98$  мм рт. ст.

Таблица 2

Изменение редуцированного артериального давления (РАД) под влиянием модельной комбинации частот нейрона

	Фон	Дни опыта (воздействия)					Дни последствия		
		1	3	5	7	10	3	5	10
Опыт	$43,01 \pm 3,51$	$37,63 \pm 3,13$	$40,59 \pm 4,12$	$37,87 \pm 2,2$	$35,66 \pm 3,46$	$44,81^* \pm 2,08$	$43,7^* \pm 2,25$	$50,0^* \pm 5,58$	$37,64 \pm 3,98$
Контроль	$34,52 \pm 3,35$	$33,5 \pm 3,55$	$39,94 \pm 4,58$	$34,38 \pm 3,3$	$40,79 \pm 3,92$	$37,19 \pm 3,41$	$48,02^* \pm 5,81$	$41,02 \pm 2,89$	$35,96 \pm 2,28$

Примечание: \*  $p \leq 0,05$ .

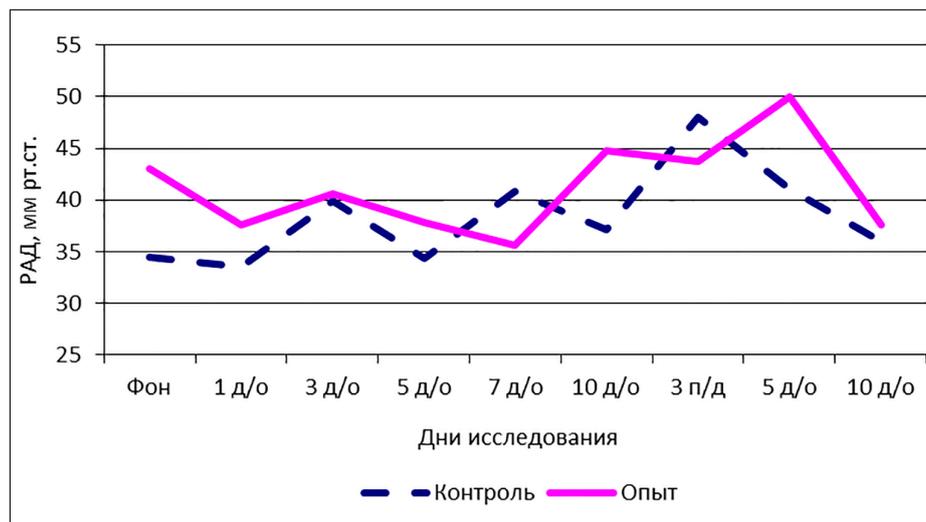


Рис. 2. Динамика РАД под влиянием модельной комбинации частот нейрона

Таблица 3

Изменение вегетативного индекса Кердо под влиянием модельной комбинации частот нейрона

	Фон	Дни опыта (воздействия)					Дни последствия		
		1	3	5	7	10	3	5	10
Опыт	10,84±6,46	24,27±6,1	16,18±6,24	13,62±5,21	22,03±2,17	11,36±5,64	9,04±11,68	12,49±7,14	7,04±3,41
Контроль	19,07±5,33	13,6±5,7	20,91±3,81	16,21±3,009	12,4±6,06	9,1±3,97	28,34±3,34	21,32±5,64	19,25±3,17

Несмотря на кажущуюся нестабильность РАД в группе опыта, на рис. 2 видно, что флуктуации более существенны в группе контроля. Кроме того, сравнение фоновых и конечных значений показывает, что в группе опыта показатель оптимизировался.

Вегетативный тонус означает ту деятельность организма, посредством которой регулируется деятельность всех органов в целях поддержания жизни и уравновешения внешних воздействий. Положительные значения вегетативного индекса Кердо (ВИК) соответствуют преобладанию в организме активности симпатической нервной системы, реализующей функции энергорасхода в организме. Отрицательные значения индекса Кердо соответствуют преобладанию в организме активности парасимпатической нервной системы, реализующей функции энергонакопления в организме и его восстановления. Исследования последних лет подтверждают

применимость данного метода на практике [8], за исключением состояний, сопровождающихся стойким повышением артериального давления [9]. Исследование влияния испытуемого фактора на вегетативное равновесие показало, что частотное воздействие может существенно менять ВИК (табл. 3).

Фоновые значения показателя в среднем оказались 19,07±5,33%, что свидетельствует о выраженной симпатикотонии. В 1-й день опыта индекс существенно не изменился и составил 13,6±5,7%. К 3, 5 и 7-м дням исследования наблюдалась аналогичная ситуация. Однако к 10-му дню отмечалось некоторое снижение ВИК до 9,1±3,97%. На 3-й день последствия было отмечено резкое самопроизвольное возрастание значения ВИК до 28,34±3,34%. В 5-й и 10-й дни последствия ВИК в группе контроля сохранялся на высоком уровне и составил 21,32±5,64 и 19,25±3,17% соответственно.

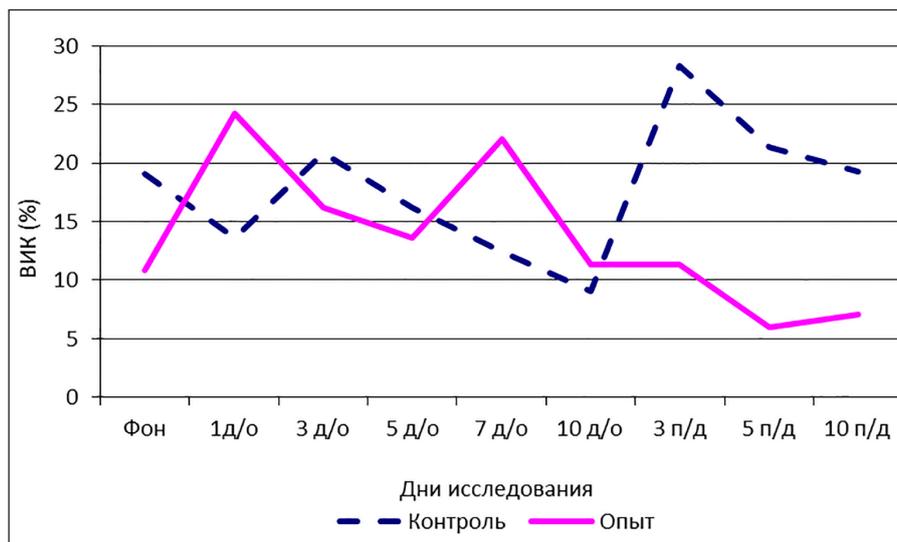


Рис. 3. Изменение вегетативного индекса Кердо под влиянием модельной комбинации частот нейрона

Значения ВИК до начала воздействия в группе опыта составили в среднем  $10,84 \pm 6,46\%$ . В 1-й день воздействия отмечалось незначительное нарастание симпатикотонии ( $13,6 \pm 5,7\%$ ). На 7-й день воздействия симпатикотония стала выраженной, и ВИК составил  $22,03 \pm 2,17\%$ .

С 10-го дня воздействия отмечалось постепенное снижение исследуемого показателя. К 3-му дню последствия он составил  $9,04 \pm 11,68\%$ , а к 10-му дню –  $7,04 \pm 3,41\%$ .

Таким образом, в группе контроля, в отсутствие внешних воздействий, происходило нарастание симпатикотонии, а в группе опыта изменения ВИК происходили в сторону нормотонии.

На рис. 3 представлен график изменения вегетативного индекса Кердо под влиянием модельной комбинации частот нейрона.

Видно, что в начале исследования обе группы находились в состоянии симпатикотонии. Направленность изменений в группах противоположна. К концу исследования в группе контроля нарастает симпатикотония, а группа опыта из симпатикотонии переходит в состояние нормотонии. Кроме того, анализ рисунка показывает, что амплитуда флуктуаций в группе контроля значительно выше, чем в опыте.

### Заключение

Таким образом, проведенное исследование позволяет заключить, что, моделируя режим работы нейрона в состоянии адаптации, возможно нормализовать физиологические показатели человека. Важно отметить, что данный способ неинвазивен, не вызыва-

ет дискомфортных ощущений и заимствует природные частотные сигналы.

### Список литературы

1. Маринина Е.С., Нагибин О.А. Научное обоснование основных путей профилактики сердечно-сосудистых заболеваний // UNIVERSUM: медицина и фармакология. 2018. № 2 (47). С. 4–9.
2. Усачева Е.В., Нелидова А.В., Куликова О.М., Флянку И.П. Смертность трудоспособного населения России от сердечно-сосудистых заболеваний // Гигиена и санитария. 2021. Т. 100, № 2. С. 159–165.
3. Глушенко В.А., Иркиенко Е.К. Сердечно-сосудистая заболеваемость – одна из важнейших проблем здравоохранения // Медицина и организация здравоохранения. 2019. Т. 4, № 1. С. 56–63.
4. Шаов М.Т. Исследование напряжения кислорода в клетках головного мозга при адаптации к гипоксии // Цитохимические и биохимические исследования в эксперименте и клинике: сб. науч. ст. 1979. С. 79.
5. Духова Г.А. Методика определения и оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы: методические указания. М.: МИИТ, 2014. 25 с.
6. Kérdö I. Ein aus Daten der Blutzirkulation kalkulierter Index zur Beurteilung der vegetativen Tonuslage // Acta neurovegetativa. 1966. № 2. P. 250–268.
7. Максимов А.Л., Аверьянова И.В. Перестройки variability кардиоритма у лиц с различными исходными типами вегетативной регуляции в процессе ререспирации // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2016. Т. 102, № 5. С. 606–617.
8. Минвалеев Р.С., Сарана А.М., Щербак С.Г., Глозов А.С., Глозов О.С., Мамаева О.П., Павлова Н.Е., Гусева О.А., Иванов А.И., Левитов А.И., Саммерфилд Д.Т. Вегетативное обеспечение мышечной деятельности до и после пребывания на высоте 2000–3700 м над уровнем моря // Физиология человека. 2018. Т. 44, № 5. С. 74–83.
9. Вагин Ю.Е., Деунезева С.М., Хлытина А.А. Вегетативный индекс Кердо: роль исходных параметров, области и ограничения применения // Физиология человека. 2021. Т. 47. № 1. С. 31–42.