

ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ БАРОТРЕНИРОВОК НА ПРОЦЕССЫ АДАПТАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У БОЛЬНЫХ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ

Еникеев А.Х., Коломоец Н.М., Замотаев Ю.Н., Кремнев Ю.А.

Государственный институт усовершенствования врачей МО РФ
Центральный клинический санаторий «Архангельское», Москва

УДК 616.12-008.331.1:616-003.96

Резюме

Изучено влияние импульсных баротренировок на процессы адаптации сердечно-сосудистой системы у больных гипертонической болезнью.

Ключевые слова: импульсные баротренировки, адаптация, гипертоническая болезнь.

EFFECTS OF IMPULSE BAROTRAINING ON THE ADAPTATION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN PATIENTS WITH ESSENTIAL HYPERTENSION

A.K. Enikeev, N.M. Kolomoetc, Y.N. Zamotaev, Y.A. Kremnev

The effects of impulse barotraining on the adaptation of the cardiovascular system in patients with essential hypertension were studied.

Keywords: impulse barotraining, adaptation, essential hypertension.

В течение последних десятилетий интенсивно разрабатываются программы профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, среди которых гипертоническая болезнь (ГБ) занимает лидирующее положение [3, 4]. При рассмотрении вопросов вторичной профилактики ГБ важным звеном для ее целенаправленного управления является мобилизация скрытых резервов адаптации [9]. Следует подчеркнуть, что эта проблема уже много лет разрабатывается отечественной школой профессора Ф.З. Меерсона, где детально изучаются механизмы краткосрочной и долговременной адаптации [6]. Рассматривая патогенез ГБ с позиции участия нейрогенных механизмов в ее развитии и формировании, следует подчеркнуть особую роль адаптационных механизмов, нарушение деятельности которых приводит к развитию заболевания [7, 10, 11]. Доказано, что дезадаптация проявляется повышением активности симпатической нервной системы (СНС), вследствие чего реализуются многочисленные структурные изменения нейрогенного контура регуляции АД, в частности нарушения барорефлекторного контроля, проявляющиеся снижением чувствительности рецепторов зон «высокого» и «низкого» давления, что приводит к усилению вазоконстрикторных влияний и повышению АД [1, 5].

Этот факт явился основой создания метода специальных тренировок, направленных на повышение барорефлекторного контроля при ГБ. Метод основан на формировании динамической устойчивости основных гемодинамических механизмов, приводящих к повышению скрытых резервов адаптации сердечно-сосудистой системы. У пациентов с ГБ данный метод лечения проводился в единичных случаях, поэтому продолжение исследования в этом направлении следует считать актуальным.

Цель работы – изучение влияния импульсных баротренировок на процессы адаптации сердечно-сосудистой системы у больных ГБ.

Материал и методы

В исследовании участвовало 54 пациента (28 женщин и 26 мужчин), средний возраст которых составил $34,6 \pm 3,1$ года, страдающие мягкой формой ГБ (ПАГ и ГБ I ст. по критериям ВОЗ). В основную группу (ОГ) вошли 36 чел., которым проводили импульсные баротренировки, в контрольную – 18 чел., отказавшиеся по разным причинам от участия в тренировках. По всем изучаемым параметрам пациенты обеих групп статистически достоверно не различались.

Метод импульсных баротренировок (ИБТ) впервые был разработан О.Я. Боксером (патент РФ № 2061452 от 1992 г.) и использован для метеобарозакаливания метеочувствительных людей [2]. В дальнейшем применен для лечения и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, в тоже время у больных ГБ использован лишь в единичных случаях. Сущность метода состоит в имитации межсуточных колебаний атмосферного давления в режиме субпороговых величин (± 10 мбар), позволяющих при повторяющихся воздействиях выработать динамическую устойчивость регулирующих механизмов системы кровообращения, в том числе влияющих и на регуляцию АД.

Импульсные баротренировки проводились в герметически закрываемом боксе, в котором пациент размещается в положении сидя. Принципиальная схема бокса изображена на рис. 1. Устройство имеет обтекаемой формы корпус (1), стенки которого состоят из множества прозрачных многоугольников, окаймленных жесткими рамками, герметично совмещенных между собой, дверь

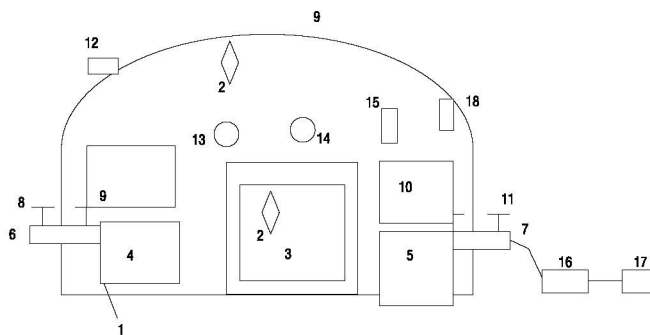


Рис. 1. Схема бокса для проведения импульсных баротренировок

(3) с элементами герметизации, два внутренних (4, 5) и два наружных патрубка (6, 7), соединяющих полость бокса с окружающей атмосферой, вентили (8, 9, 10, 11), совмещенные с внутренними и наружными патрубками, регулируемый клапан предельного давления воздуха (12), средство измерения давления воздуха (13), средство измерения градиента давления (вариометр) (14), переговорное устройство (15), компрессор (16), блок программирования (17), внутренний выключатель блока программирования (18). Межсуточные перепады давления осуществлялись с помощью компрессора, функционирующего в режиме программного управления варьирования смены длительности, величины и интервалов понижения и повышения давления внутри установки. Пациент подвергался ежедневным сеансам искусственных перепадов атмосферного давления длительностью 30 мин., при колебании давления каждые 2 мин., в режиме ± 20 мм рт. ст. Общая продолжительность курса лечения составляла 15 процедур.

В качестве базового средства для исследования использовалось устройство психофизиологического тестирования «ПСИХОФИЗИОЛОГ – Н», предназначенное для оценки функционального состояния человека в различных условиях жизнедеятельности. Обследования включали определение параметров вариационной кардиоинтервалометрии, суточное АД – мониторинг, компьютерную осциллографию. Для оценки переносимости процедур были использованы три градации: хорошая переносимость – отсутствие побочных эффектов в течение всего курса тренировок; удовлетворительная переносимость – преходящие побочные эффекты, не требующие отмены тренировок; неудовлетворительная переносимость – выраженные побочные нарушения, требующие отмены тренировок. Статистическая обработка полученных результатов производилась с использованием стандартного пакета программ Microsoft Excel – 2000.

Результаты и обсуждение

Переносимость ИБТ оценивали на основании клинических данных. Из 36 пациентов, включенных в исследование, у 31 (86,1%) переносимость была хорошей, отсутствовали побочные эффекты. У 5 (13,9%)

пациентов переносимость была удовлетворительной, после первых сеансов у них возникали кратковременные головокружения, шум в ушах, сонливость, проходящие самостоятельно и не потребовавшие в дальнейшем отмены лечения.

Анализ основных параметров гемодинамических характеристик проведен последовательно после 3-й, 5-й, 10-й тренировок у 23 человек, что позволило изучить динамику изменений реакций сердечно-сосудистой и вегетативной нервной систем на применяемое воздействие. Полученные результаты свидетельствуют о том, что на первые три процедуры у пациентов развивается реакция напряжения, проявляющаяся умеренной симпатикотонией (табл. 1). После 5-й тренировки отмечается реакция, указывающая на формирование адаптационных сдвигов основных гемодинамических показателей сердечно-сосудистой системы. После 10-й процедуры наблюдается явно положительный эффект, подтверждающий достоверное снижение ЧСС и АД в результате проводимых импульсных баротренировок. В конце курса лечения ЧСС составила $73,5 \pm 1,6$ уд/мин. (исходно – $78,6 \pm 1,5$ уд/мин.), т.е. снизилась на 6,9%; САД – $134,5 \pm 2,8$ мм рт. ст. (исходно – $142,7 \pm 2,6$ мм рт. ст.), т.е. снизилось на 6,8%; ДАД – $82,6 \pm 3,1$ мм рт. ст. (исходно – $87,6 \pm 3,4$ мм рт. ст.), т.е. снизилось на 6,0%; АДср – $108,6 \pm 3,9$ мм рт. ст. (исходно – $115,3 \pm 4,1$ мм рт. ст.), т.е. снизилось на 6,2%. Таким образом, последовательное применение ИБТ вызвало, в результате тренирующего воздействия, адаптивную реакцию в системе кровообращения, в частности достоверное снижение ЧСС и АД.

Подтверждением положительного влияния тренировок явился анализ variability ритма сердца (ВРС), позволивший обнаружить определенную закономерность изменений тонуса вегетативной нервной системы (табл. 2). После первых тренировок (1–3) суммарный эффект вегетативной регуляции кровообращения (SDNN) возрос на 11,4% (с $138,5 \pm 13,7$ мс до $154,3 \pm 17,1$ мс) преимущественно за счет усиления симпатического звена регуляции. Об этом свидетельствует снижение показателя rMSSD на 9,0% (с $48,2 \pm 5,3$ мс до $44,2 \pm 6,1$ мс) и увеличение в спектре ритма сердца мощности в диапазоне очень низких частот: VLF возросла на 8,7% (с $79,4 \pm 4,1\%$ до $86,3 \pm 3,7\%$), а индекс симпатико-парасим-

Табл. 1. Динамика ЧСС, ЧД, САД и ДАД во время проведения импульсных баротренировок ($M \pm m$)

Показатель	Результаты тренировок			
	Исходно	3 тренировка	5 тренировка	10 тренировка
ЧСС, уд/мин	$78,6 \pm 1,5$	$86,3 \pm 2,4^*$	$80,4 \pm 2,1$	$73,5 \pm 1,6^*$
ЧД, экс/мин	$16,5 \pm 1,0$	$18,3 \pm 0,8$	$17,4 \pm 1,1$	$15,6 \pm 1,0$
САД, мм рт. ст.	$142,7 \pm 2,6$	$149,6 \pm 2,3^*$	$144,5 \pm 2,9$	$134,5 \pm 2,8^*$
ДАД, мм рт. ст.	$87,6 \pm 3,4$	$90,6 \pm 3,9$	$85,4 \pm 2,9$	$82,6 \pm 3,1^*$
АДср, мм рт. ст.	$115,3 \pm 4,1$	$119,2 \pm 4,9$	$114,5 \pm 4,3$	$108,6 \pm 3,9^*$

* достоверность различия по сравнению с исходными показателями, $p < 0,05$

Табл. 2. Показатели вариабельности ритма сердца в процессе импульсных баротренировок ($M \pm m$)

Показатель	Результаты тренировок			
	Исходно	3 тренировка	5 тренировка	10 тренировка
SDNN, мс	138,5 ± 8,7	154,3 ± 9,1	129,4 ± 10,6	122,4 ± 6,8*
pNN50, %	35,3 ± 5,2	28,6 ± 6,1	38,6 ± 6,5	39,8 ± 5,3
rMSSD, мс	48,2 ± 5,3	44,2 ± 6,1	48,9 ± 5,7	54,4 ± 5,2
LF %	56,7 ± 3,6	58,3 ± 4,7	55,2 ± 3,4	51,8 ± 3,2*
VLF%	79,4 ± 4,1	86,3 ± 3,7*	80,7 ± 4,3	73,5 ± 4,1*
HF%	23,9 ± 1,7	21,3 ± 1,9	23,6 ± 1,3	27,6 ± 1,8*
LF / HF, ед	2,3 ± 0,8	2,7 ± 1,1*	2,3 ± 0,9	1,9 ± 0,7*

SDNN – стандартное отклонение продолжительности интервала R-R;
pNN50 – процент последовательных пар интервалов, отличающихся по продолжительности более чем на 50 мс;
rMSSD – среднеквадратичное отклонение величины разности длительностей последовательных интервалов R-R;
LF – мощность в диапазоне низкочастотной части спектра;
VLF – мощность в диапазоне очень низких частот;
HF – мощность в диапазоне высокочастотной части спектра;
LF/HF – отношение низкочастотной к высокочастотной составляющей спектра;

* $p < 0,05$ – достоверность различий в сравнении с исходными показателями.

патических соотношений (LF / HF) на 17,3% (с $2,3 \pm 0,8$ усл. ед. до $2,7 \pm 1,1$ усл. ед.), что позволяет охарактеризовать вегетативный тонус как умеренно напряженный, свидетельствующий об определенной мобилизации интенсивности симпатико-адреналовой системы. В совокупности реакций сердечно-сосудистой и вегетативной систем это указывает на ответ организма по типу реакции «активации» по Селье [8]. После 5-й тренировки наблюдался эффект адаптации, сопровождающийся уменьшением суммарного показателя вегетативной регуляции (SDNN) на 7,0%, свидетельствующий о снижении симпатического влияния, а после 10-й тренировки отмечено преобладание парасимпатического звена регуляции, которое выражалось в возрастании показателя pNN50 на 12,8% по сравнению с исходным показателем и уменьшением мощности VLF на 8,0% (с $79,4 \pm 4,1\%$ до $73,5 \pm 4,1\%$) и индекса LF / HF на 21,0% (с $2,3 \pm 0,8$ усл. ед. до $1,9 \pm 0,7$ усл. ед.), что подтверждает формирование более устойчивого тонуса ВРС. Таким образом, результаты данного исследования свидетельствуют о ваготропном влиянии тренировок на сердечно-сосудистую систему, что сопровождалось значимым антигипертензивным эффектом.

Как видно из табл. 3 после курсового применения ИБТ произошло статистически значимое снижение показателей САД. Так, среднесуточные САД уменьшились с $142,9 \pm 3,9$ мм рт.ст. до $126,4 \pm 4,1$ мм рт.ст., т.е. на 13,0% (в КГ на 5,4%). Аналогичным образом снизились уровни среднесуточного САД, с $147,3 \pm 4,8$ мм рт.ст. до $132,5 \pm 5,2$ мм рт.ст., т.е. на 11,2% (в КГ на 4,2%) и средненочного САД, с $135,2 \pm 4,3$ мм рт.ст., до $118,4 \pm 3,9$ мм рт.ст., т.е. на 14,2% (в КГ на 8,6%). Достоверно снизились также показатели ДАД: среднесуточные с $91,4 \pm 3,6$ мм рт.ст. до $81,6 \pm 3,2$ мм рт.ст., т.е. на 12,0% (в КГ на 6,4%); среднесуточные

Табл. 3. Динамика показателей суточного мониторинга АД в результате курсового лечения импульсными баротренировками ($M \pm m$)

Показатель	Основная группа		Контрольная группа	
	исходно	после курса ИТ	исходно	через 3 недели
САД, мм рт.ст.				
сутки	142,9 ± 3,9	126,4 ± 4,1 *	141,5 ± 4,2	134,2 ± 4,7 *
день	147,3 ± 4,8	132,5 ± 5,2 *	145,6 ± 4,7	139,7 ± 4,5
ночь	135,2 ± 4,3	118,4 ± 3,9 *	138,4 ± 5,2	127,4 ± 4,3 *
ДАД, мм рт.ст.				
сутки	91,4 ± 3,6	81,6 ± 3,2 *	91,6 ± 3,9	86,1 ± 3,4
день	94,8 ± 3,7	87,5 ± 3,0 *	95,8 ± 3,5	89,2 ± 3,6
ночь	86,3 ± 3,2	76,1 ± 2,9 *	87,5 ± 2,4	82,5 ± 2,4 *
АДср, мм рт.ст.				
сутки	106,6 ± 4,8	93,5 ± 4,7 *	105,8 ± 3,6	98,2 ± 2,5 *
день	115,4 ± 4,9	98,7 ± 3,9 *	114,8 ± 3,9	105,8 ± 3,8 *
ночь	95,6 ± 4,2	88,2 ± 3,7 *	96,5 ± 3,7	91,6 ± 4,1
ЧСС, уд/мин				
сутки	76,5 ± 2,8	68,5 ± 2,1 *	76,8 ± 3,4	72,6 ± 2,8
день	82,5 ± 2,4	75,4 ± 2,6 *	81,6 ± 2,8	77,5 ± 2,5
ночь	71,3 ± 2,5	64,7 ± 2,8 *	72,5 ± 2,6	67,3 ± 3,1

* – достоверность различий внутри групп, $p < 0,05$

– с $94,8 \pm 3,7$ мм рт.ст. до $87,5 \pm 3,0$ мм рт.ст., т.е. на 7,5% (в КГ на 5,2%); средненочные с $86,3 \pm 3,2$ мм рт.ст. до $77,1 \pm 2,9$ мм рт.ст., т.е. на 13,4% (в КГ на 6,0%). Снижение показателей САД и ДАД сопровождалось уменьшением АДср. После курса ИБТ среднесуточное АДср составило $93,5 \pm 4,7$ мм рт.ст. (исходное – $106,6 \pm 4,8$ мм рт.ст.), т.е. уменьшилось на 14,0%; среднесуточное АДср составило $98,7 \pm 3,8$ мм рт.ст. (исходное – $115,4 \pm 4,9$ мм рт.ст.), уменьшилось на 16,9%; средненочное АДср – $88,2 \pm 3,7$ мм рт.ст. (исходное – $95,6 \pm 4,2$ мм рт.ст.), уменьшилось на 8,4%. После курса ИБТ среднесуточная ЧСС составила $68,5 \pm 2,1$ уд/мин. (исходная – $76,5 \pm 2,8$ уд/мин.) и уменьшилась на 11,7%; среднесуточная ЧСС – $76,4 \pm 2,6$ уд/мин. (исходная – $82,5 \pm 2,4$ уд/мин.) и уменьшилась на 9,4%; средненочная ЧСС – $64,7 \pm 2,8$ уд/мин. (исходная – $71,3 \pm 2,5$ уд/мин.) – уменьшилась на 10,2%.

Снижение абсолютных показателей АД – мониторинга сопровождалось достоверным уменьшением ПАД (табл. 4) в ОГ с $56,8 \pm 4,1$ мм рт.ст. до $46,7 \pm 4,3$ мм рт.ст. т.е. уменьшилось на 21,7% (в КГ на 7,3%), что свидетельствует о снижении «нагрузки давлением» на сосудистую стенку и, соответственно, уменьшении общего периферического сосудистого сопротивления. После курса ИБТ среднее ОПСС снизилось на 13,9% от исходного (в КГ на 4,5%), что является подтверждением положительной динамики, направленной на оптимальное приспособление функционирования регуляторных механизмов, контролирующих уровень АД. В процессе исследования выяснено влияние ИБТ на показатели центральной гемодинамики. Об этом свидетельствует увеличение УО, МОК, СИ при снижении ЧСС и ОПСС. Такая динамика демонстрирует позитивное действие тренировок на систему кровообращения и может рас-

Табл. 4. Динамика показателей центральной гемодинамики в процессе лечения импульсными баротренировками ($M \pm m$)

Показатель	Основная группа исходно после курса ИТ		Контрольная группа исходно через 3 недели	
УО, мл	67,5 ± 1,6	71,8 ± 1,4 *	68,3 ± 2,3	69,7 ± 1,9
МОК, л/мин	4,8 ± 0,4	5,2 ± 0,3 *	4,9 ± 0,6	5,0 ± 0,9
СИ, л/мин/м ²	4,0 ± 0,3	4,5 ± 0,2	3,9 ± 0,4	4,0 ± 0,3
ОПСС, дин·с·см ⁻⁵	1618,7 ± 73,5	1421,3 ± 56,8*	1605,3 ± 81,7	1536,2 ± 68,4
ПАД, мм рт ст	56,8 ± 4,1	46,7 ± 4,3*	56,2 ± 5,0	52,4 ± 4,8

УО – ударный объем;

МОК – минутный объем кровообращения;

СИ – сердечный индекс;

ОПСС – общее периферическое сосудистое сопротивление;

ПАД – пульсовое артериальное давление;

* – достоверность различий внутри групп, $p < 0,05$

смагиваться как важный лечебный фактор, влияющий на адаптационные возможности организма. Следует отметить, что в КГ изменения основных параметров гемодинамики и АД за период наблюдения имели не столь значимый эффект.

Таким образом, суммируя полученные результаты исследований, следует подчеркнуть, что эффект ИБТ связан с формированием адаптационной устойчивости к неблагоприятным факторам риска, влияющей на состояние сердечно-сосудистой системы и регуляцию АД. Включение импульсных баротренировок в комплексную программу лечения больных с ГБ является эффективным методом немедикаментозного лечения. На основании проведенных наблюдений рекомендуется проведение 10–15 ежедневных ИБТ 1–2 раза в год.

Литература

1. Алмазов В.А., Шляхто В.Е. Барорефлекторный контроль сосудистого сопротивления при лабильной артериальной гипертензии / Артериальные гипертензии. – СПб, 1995. – С. 50–62.
2. Боксер О.Я., Григорьев К.И., Добродеева И.Ю. и др. Метеобарокоррекция экологозависимых состояний и заболеваний людей: психофизиологические и технические вопросы. – М.: Медицина, 2007. – 139 с.
3. Бритов А.Н. Оценка сердечно-сосудистого риска у больных артериальной гипертензией // Кардиоваск. тер. и проф., – 2003. – №3. – С. 9–15.
4. Кобалава Ж.Д., Котовская Ю.В. Артериальная гипертензия 2000. – М.: Медицина, 2001. – 208 с.
5. Кручинина Н.А., Порошин Е.Е. Особенности регуляции и ауторегуляции вегетативной функции при психоэмоциональном напряжении у лиц с разным уровнем артериального давления // Физиология человека. – 1994. – №3. – С. 89–97.
6. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 253 с.
7. Ольбинская Л.И., Морозова Т.Е., Ладонкина Е.В. Особенности суточных ритмов артериального давления и его вариабельности у под-ростков с артериальной гипертензией // Кардиология. – 2003. – №1. – С. 40–44.
8. Селье Г. Стресс без дистресса. М.: Прогресс, 1979. – 123 с.
9. Сидоренко Г.И., Комисарова С.М., Островский Ю.П. Вопросы адаптации в клинической кардиологии // Кардиология. – 2006. – № 3. – С. 19–23.
10. Oliveria S.A., Lapuerta P., McCarthy B.D. et al. Physician-related barriers to the effective management of uncontrolled hypertension. Arch Intern Med 2002; 162: 413–420.
11. Williams B. Recent hypertension trials // J Am Coll Cardiol. – 2005; 45: 813–827.