

УДК 612.143:616-07

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПОТЕНЗИЕЙ**FEATURES OF ADAPTIVE REACTIONS OF CARDIOVASCULAR SYSTEM FOR YOUNG PERSONS WITH ARTERIAL HYPOTENSION****И.Н. Исаева, Д.И. Маракушин
I.N. Isaeva, D.I. Marakushin***Харьковский национальный медицинский университет
Украина, 61022, г. Харьков, пр. Ленина, д.4**Kharkov National Medical University
Ukraine, 61022, Lenina Ave., 4**E-mail: physiologykhnmu@ukr.net*

Ключевые слова: артериальная гипотензия, исходное функциональное состояние, физическая нагрузка, адаптация.

Key words: arterial hypotension, initial functional status, physical activity, adaptation.

Аннотация. На основании данных обследования лиц молодого возраста с артериальной гипотензией выделено две ее степени: умеренная и выраженная, которые сопровождаются закономерными и достоверно различными показателями сердечно-сосудистой системы (ССС) и адаптационных возможностей. Также предложена система прогнозирования дезадаптационных расстройств, оценки функциональной стабильности и адаптации функций у лиц молодого возраста с гипотонией в зависимости от степени выраженности, где установлено, что отклонение среднединамического давления (АТср) на 6–30%, частоты сердечных сокращений (ЧСС) на 80–120%, индекса Робинсона (ИР) на 221–300% при физической нагрузке свидетельствует об умеренной степени дезадаптации и расценивается как донозологическое состояние с расходом дополнительных резервов для поддержания гомеостаза; отклонения АТср более 30%, ЧСС более 120%, ИР более 300% при физической нагрузке свидетельствует о выраженной степени дезадаптации и расценивается как преморбидное состояние, снижение функциональных возможностей, но в стадии компенсации.

Resume. Based on the survey data of young patients with arterial hypotension, second degree of arterial hypotension have been defined: moderate and severe, which are accompanied by regular and different indicators of CVS and adaptation possibilities. Also, has been proposed a prognostic system of the disadaptational disorders, an assessment of the functional stability and adaptation functions for young persons with hypotension, depending on the degree of arterial hypotension, where is found that the deviation of MAP in 6–30%, of heart rate in 80–120%, of RI in 221–300% during exercise indicates a moderate degree of disadaptation, and is regarded as a preclinical state at a rate of additional reserves to maintain homeostasis; MAP deviation more than 30%, heart rate more than 120%, RI more than 300% during physical activity indicates a severe degree of disadaptation, and is considered as a premorbid state, a reduce of functional possibilities, but in the compensation stage.

Введение

Здоровый организм, обладая достаточным запасом функциональных резервов, отвечает на стрессорные воздействия рабочим напряжением регуляторных систем. Вместе с тем даже у здорового человека в состоянии покоя напряжение регуляторных систем может быть высоким, если человек не имеет достаточных функциональных резервов. Следовательно, функциональное состояние организма определяется тремя факторами: уровнем функционирования, степенью напряжения и функциональным резервом. Состояние адаптированности переходит в состояние дезадаптированности, поэтому все стадии, которые предшествуют срыву адаптации, объединяют под названием «донозологические состояния», которые проявляются в случае напряжения регуляции функций [Баевский, 1997; Судаков, 1999].

Существуют различные точки зрения относительно определения артериальной гипотензии, но чрезвычайно важно понимать, что принимать за нижнюю границу нормального давления, которое еще удовлетворяет метаболические потребности организма, а также какой уровень артериального

давления считать низким [Атаян и др., 2011; Крылов и др., 2012]. По сравнению со многими другими нарушениями работы сосудов гипотензия кажется безобидным недомоганием, но тем не менее она наносит множество неудобств людям с пониженным давлением и отчасти мешает вести полноценную жизнь. Кроме того, артериальная гипотензия в молодом возрасте может привести к развитию более серьезных нарушений работы различных систем организма [Курбонова и др., 2010], поэтому очень важно определять степень адаптации организма к условиям окружающей среды в случае прогнозирования, диагностики и профилактики развития патологических состояний, что и определяет актуальность проблемы и делает необходимым разработать алгоритм прогнозирования работоспособности лиц молодого возраста с артериальной гипотензией в зависимости от уровня артериального давления.

Цель

Цель исследования – определить уровень артериального давления, обеспечивающий эффективную адаптацию и удовлетворяющий метаболические потребности организма во время физической нагрузки у лиц молодого возраста с артериальной гипотензией, разработать алгоритм прогнозирования расстройств у лиц молодого возраста с артериальной гипотензией в зависимости от степени выраженности.

Задачи исследования:

1. Изучить состояние регуляторных механизмов деятельности сердечно-сосудистой системы (ССС) у лиц с разным уровнем артериальной гипотензии, а также адаптационных возможностей в состоянии покоя.
2. Определить закономерности вегетативного обеспечения физической нагрузки и особенности нормализации показателей лиц с различным уровнем артериальной гипотензии как показателей качества адаптации.
3. Разработать алгоритм прогнозирования дезадаптационных расстройств у лиц молодого возраста с артериальной гипотонией в зависимости от степени выраженности артериальной гипотензии.

Материалы и методы исследования

В обследовании задействованы 128 лиц молодого возраста, которые разделены на две группы в зависимости от уровня артериального давления (АД): контрольную группу (КГ) составили 50 практически здоровых лиц. Распределение лиц по группам наблюдения проводили согласно экспертной оценке ф.086/у, ф.025/у, протоколов ежегодных комплексных медицинских осмотров, анкетирования и 3-кратного измерения артериального давления. Согласно результатам комплексного обследования всех лиц, исследуемые были разделены на 2 группы наблюдения в зависимости от частоты, проявления и выраженности жалоб, а также уровня артериального давления. Первую группу (УАГ) составляют 39 человек с уровнем АТср от 80 до 75 мм. рт. ст.; во вторую группу (ВАГ) вошли 39 человек с уровнем АТср от 74,9 до 70 мм. рт. ст. Кардиоинтервалографию (КИГ) проводили с использованием компьютерно-диагностического комплекса «Cardiotest» (DX-системы) и анализировали показатели вариационной пульсометрии (ВП), статистические и спектральные показатели согласно рекомендациям Европейской и Североамериканской кардиологической ассоциации (Bigger JT) [Михайлов В.М., 2000]: мода (М, мс), амплитуда моды (АМо, %), минимальный и максимальный RR интервалы (RRmin, RRmax, мс), вариационный размах (ВР, мс), а также RRNN – средняя продолжительность кардиоинтервалов и средняя ЧСС; SDNN – показатель стандартного отклонения показателей нормальных кардиоинтервалов, по методу Р.М. Баевского (2004) рассчитывали вегетативный показатель ритма (ВРР), показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР), индекс напряжения (ИН). Для оценки изменения под воздействием нагрузки исследовали систолическое и диастолическое артериальное давление (АДс, АДд) и частоту сердечных сокращений (ЧСС), которые сравнивали с аналогичными показателями в состоянии покоя. Пульсовое давление (АДп), среднединамическое давление (АТср), минутный объем крови (МОК, л/мин), систолический объем (СО, мл), общее сосудистое периферическое сопротивление (ОПСС, дин/с/см²), удельное сосудистое периферическое сопротивление (УПСС, у.е.), коэффициент выносливости (КВ, у.е.), коэффициент эффективности кровообращения (КЭК, у.е.), индекс Робинсона (ИР, у.е.), тип саморегуляции кровообращения (ТСК, у.е.) рассчитывали по стандартным формулам [Михайлов, 2000; Морман, 2000; Яцечко, 2010]. Индекс адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы по Баевскому Р. М. (АП) рассчитывали по стандартной формуле [Баевский, 1997]. Для физической нагрузки использовали велоэргометрию при установленном стандартном сопротивлении 200/400 Вт (для женщин и мужчин) и 60 оборот/мин., также индивидуальной максимальной продолжительности [Яцечко, 2010].

Результаты и их обсуждение

Результаты проведенного исследования общей вариабельности сердечного ритма методом статистического анализа позволили выявить, что у лиц УАГ продолжительность RRmin равна 753 мс, что соответствует мгновенной ЧСС в 79.7 уд/мин., RRmax – 1097 мс, что соответствует мгновенной ЧСС в 54.7 уд/мин, при этом RRNN составляет 940 мс, в то время как ЧСС ср – 63 уд/мин. Значение SDNN составляет 78 мс, при этом pNN50% – 53.3%, что характеризует повышенную активность парасимпатического отдела вегетативной регуляции [Баевский, 1997; Михайлов, 2000; Конарева, 2012]. При оценке показателей ВП выявлено, что показатель Mo совпадает с M и соответствует 0.95 с, что соответствует нормальной продолжительности кардиоинтервала (КИ). При значении AMo 24% преобладает парасимпатическое влияние и наблюдается снижение стабилизирующего эффекта централизации регулирования НС. Показатель BP, который отображает суммарный эффект регулирования СР вегетативной нервной системой, равен 0.34 с и также указывает на наличие ваготонии на донозологическом уровне и характеризует напряжение процессов адаптации [Баевский, 1997; Михайлов, 2000; Конарева, 2012]. Исследование общей вариабельности сердечного ритма методом статистического анализа позволяет выявить, что у лиц ВАГ продолжительность RRmin равна 807 мс, что соответствует мгновенной ЧСС у 74.3 уд/мин., RRmax – 1285 мс, что соответствует мгновенной ЧСС в 46 уд/мин. При этом RRNN составляет 1038.2 мс, в то время как ЧСС ср – 58 уд/мин., при этом SDNN равна 86.6 мс, что на 11% больше, чем у лиц УАГ и свидетельствует о преобладании автономного контура регулирования нервной системы [Баевский, 1997; Михайлов, 2000; Конарева, 2012]. Показатель pNN50% равен 58%, что также, как и у лиц УАГ, характеризует повышенную активность парасимпатического отдела вегетативной регуляции, но значение на 8.8% выше значения у лиц УАГ. При оценке показателей вариационной пульсометрии у лиц ВАГ выявлено, что показатель Mo совпадает с M и соответствует 1 с, что соответствует умеренной брадикардии и указывает на то, что парасимпатический отдел ВНВ является доминирующим в регуляции СР также, как и AMo, равный 28%, что также свидетельствует о преобладании парасимпатического влияния и снижении стабилизирующего эффекта централизации регулирования СР и соответствует напряжению механизмов адаптации. Показатель BP равен 0.47с, что на 38% выше BP у лиц УАГ и также указывает на наличие ваготонии на донозологическом уровне, но механизмы адаптации характеризует как неудовлетворительные [Баевский, 1997].

Анализ вторичных показателей ВП, который отображает отношение активности ПНС и СНС, позволил выявить, что у лиц УАГ ИВР он составляет 42.8% от нижней границы нормы, также и у лиц ВАГ наблюдается снижение показателя, который составляет 59.5%, что на 63.4% меньше, чем должное значение и свидетельствует о преобладающей парасимпатической активности. У обследованных УАГ показатель ВПР, характеризующий вегетативное равновесие в регулировании СР, соответствует значению, но у лиц ВАГ свидетельствует о смещении вегетативного баланса в парасимпатическую сторону. Индекс напряжения регуляторных систем (ИН) у лиц УАГ составляет 36.72, что на 26.6% меньше нижней границы должного показателя, и у лиц ВАГ – 29.76, что на 40.5% меньше должного значения. Низкие значения ИН свидетельствуют о преобладании автономного контура регуляции и соответствуют донозологическому состоянию с напряжением механизмов адаптации. Показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР) в обеих группах исследования свидетельствует о недостаточности централизации управления ритмом сердца [Баевский, 1997; Михайлов, 2000; Конарева, 2012].

С целью комплексной оценки вариабельности сердечного ритма, которая предусматривает диагностику функциональных состояний механизмов регуляции, рассчитывали показатель активности регуляторных систем (ПАРС) в соответствии с критериями оценки отдельных состояний и характеристик системы регуляции ритма сердца по данным его математического анализа. У лиц УАГ ПАРС составил 4 (1; –3), где 4 – суммарное количество баллов, но функция автоматизма, вегетативный гомеостаз, и устойчивость регуляции характеризуются как отрицательные значения, активность подкорковых центров – как положительное. То есть состояние регуляторных механизмов характеризуется умеренным напряжением с расходом дополнительных резервов. У лиц ВАГ обнаружено, что ПАРС составляет 7 (1; –6), где суммарный эффект регуляции, функция автоматизма, вегетативный гомеостаз и устойчивость регуляции характеризуются как отрицательные значения, активность подкорковых центров – как положительное, характеризуется как состояние перенапряжения регуляторных механизмов, при котором выявляется недостаточность адаптационных защитно-приспособительных механизмов и их неспособность обеспечить оптимальную адекватную реакцию организма на воздействие факторов окружающей среды [Баевский, 1997; Михайлов, 2000].

С целью изучения процессов регуляции системного АД на основе анализа вегетативного обеспечения физической деятельности проводили велоэргометрию с индивидуальной максимальной продолжительностью, сразу после физической нагрузки определяли ЧСС и АД с последующим расчетом гемодинамических показателей. Физическую работоспособность оценивали по продолжительности физической нагрузки (ФН). Также с целью анализа процессов регуляции системного АД изучали показатели гемодинамики в период восстановления.



Установлено, что средняя продолжительность ФН у лиц КГ составляет 103 с. При анализе динамики ЧСС обнаружили, что прирост ЧСС после ФН у лиц КГ составляет 79.9%, при этом на 5-й минуте восстановления ЧСС составляет 82.5 уд/мин., что указывает на то, что показатель восстановился на 55%, и по сравнению с состоянием покоя дефицит восстановления составляет 16%. Пульсовая сумма восстановления (ПСВ) на 5-й минуте восстановления у лиц данной группы составляет 57 ударов. Следовательно, динамика ЧСС и ПСВ свидетельствуют о том, что у лиц данной группы вегетативное обеспечение физической нагрузки было ниже предела утомления и является эффективным. При анализе динамики ЧСС у лиц УАГ установлено, что прирост ЧСС после ФН составляет 118.5%, что на 38.6% больше, чем у лиц КГ, при этом продолжительность ФН у лиц данной группы составляет 66.8 с, что на 35.1 % менее, чем у лиц КГ. В период восстановления показатель составляет 95.1 уд/мин., где отклонение составляет 51.2%, по сравнению с обследованными КГ восстановление ЧСС проходит медленнее, и отклонение показателя составляет 44.5%, но у лиц КГ на 5-й минуте восстановления разница достигает 16%. Пульсовая сумма восстановления у лиц ПАГ равна 146.5 ударов, притом что у обследованных КГ – 57 ударов, где разница составляет 157%. При анализе динамики ЧСС у лиц ВАГ установлено, что прирост ЧСС после ФН составляет 126.1%, что на 7.6% больше, чем у лиц УАГ, и на 46.2% больше, чем у лиц КГ, при этом продолжительность ФН равна 65.8 с, что на 37.2 с меньше, чем у лиц КГ. Значение ЧСС в период восстановления составляет 94.9 уд/мин., отклонение показателя 5 составляет 5.1%. Значение ПСВ у обследованных данной группы составляет 149 ударов, что на 92 удара больше, чем у лиц КГ.

Полученные результаты динамики ЧСС у лиц УАГ и ВАГ позволяют предположить, что чем ниже исходный показатель ЧСС и уровень АД в состоянии покоя, тем больше прирост при ФН и ПСВ, то есть восстановление показателя проходит медленнее, что свидетельствует о несовершенстве процессов нормализации АД [Морман, 2000; Конарева, 2012].

При анализе динамики АДс и АДд у лиц КГ установлено, что прирост АДс составляет 20.2% и на 5-й минуте восстановления уже достигает исходного уровня, где отклонение составляет 1.3%. Динамика АДд указывает на то, что после ФН прослеживается снижение показателя, где отклонение составляет –8.7%, но на 5-й минуте восстановления отклонение показателя составляет –1.7% и наблюдается практически полное возвращение показателя до исходного уровня, что отражает эффективность и адекватность процессов регуляции АД и обеспечивает удовлетворительное вегетативное обеспечение физической деятельности. Анализ АДс и АДд у лиц УАГ позволил выявить, что прирост АДс после ФН составляет 36.1%, что на 15.6% больше, чем у лиц КГ. При анализе динамики АДд обнаружено, что прирост АДд после ФН составляет 22.4%, то есть наблюдается повышение показателя, в отличие от динамики АДд у лиц КГ. В периоде восстановления происходит снижение показателя, но отклонение достигает 5.1%. Динамика АДс и АДд у лиц ВАГ показывает, что прирост АДс после ФН составляет 42.1%, что на 6% больше, чем у лиц ПАГ и на 21.6% больше, чем у обследованных КГ. При анализе динамики АДд выявлено, что у лиц ВАГ также, как и у лиц УАГ, наблюдается увеличение АДд при ФН, продолжительность которой на 36% и 37% соответственно менее, чем продолжительность ФН у лиц КГ. Прирост показателя после ФН составляет 29.4%, и в восстановительном периоде наблюдается отклонение показателя от исходного уровня на 11.8%. Увеличение показателя АДд при ФН у лиц обеих групп наблюдения скорее всего объясняется меньшей продолжительностью ФН, то есть только через активацию симпатического отдела ВНС, но еще не достигнутой локальной вазодилатацией [Морман, 2000; Судаков, 1999; Яцечко и др., 2010].

Анализ АДср и АДп у лиц КГ позволил выявить, что прирост АДср после ФН составляет 3.5% и АДп 30.3%, которые объясняются тем, что сразу после ФН за счет повышения АДс и некоторого пониженного АДд наблюдается увеличение АДп, но значение АДср достоверно не меняется потому, что в основном зависит от диастолического давления, то есть данный тип реакции ССС на данный тип ФН характеризуется как эффективный и способный удовлетворить текущие метаболические потребности работающих тканей. В восстановительном периоде показатели приближаются к исходному состоянию. При анализе динамики АДср у лиц УАГ выявлено, что показатель на 13.3% меньше, чем у лиц КГ, и показатель АДп на 24.6% меньше, чем у лиц КГ. После ФН прирост АДср составляет 27.6%, но у лиц КГ прирост составляет только 3.9%, что обусловлено тем, что в условиях пониженного исходного АДср сосудистый тонус реагирует вазоконстрикцией, поэтому наблюдается повышение АДд, АДп и, соответственно, АДср. В период восстановления показатели АДср и АДп сохраняются повышенными на 9.1% и 36.4% соответственно. При анализе динамики АДср у лиц ВАГ установлено, что показатель на 21.1% меньше, чем у лиц УАГ и на 30% соответственно меньше, чем у лиц КГ. После ФН наблюдается увеличение показателей АДср и АДп, где прирост составляет 35.4% и 66.4% соответственно, что на 31.9% и на 36.1% больше, чем у лиц КГ, что объясняется увеличением АДд, то есть менее длительная ФН не обуславливает массивную метаболическую вазодилатацию, где повышение АДд происходит за счет симпатического влияния с проприорецепторов мышц. В период восстановления наблюдается сохранение повышенных показателей, то есть механизмы, обуславливающие восстановление показателей после прекращения действия раздражающего фактора, характеризуются как неудовлетворительные [Яцечко и др., 2010; Баевский, 1997].



При анализе динамики ОПСС у лиц КГ выявлено, что после ФН показатель уменьшился на 54.9% и составляет 728 дин/с/см², за счет увеличения МОК и уменьшения АДд, что удовлетворяет текущим метаболическим потребностям в условиях физической нагрузки. После прекращения действия раздражителя, то есть в восстановительном периоде, наблюдается повышение ОПСС, но отклонение от исходного уровня составляет 18.9%, что объясняется физиологической артериальной гиперемией [Морман, 2000]. У лиц данной группы в состоянии покоя УПСС несколько снижен, также после ФН наблюдается снижение показателя на 54.8%, и в восстановительном периоде отклонение от исходного состояния составляет 16.1%, то есть ОПСС и УПСС одинаково отображают динамику периферического кровообращения в трех состояниях исследования. Динамика ОПСС у лиц УАГ указывает на большее уменьшение показателя после ФН, где отклонение составляет 61%, что объясняется большим ростом МОК за счет чрезмерного роста ЧСС, где прирост составляет 118.5%, в то время как у лиц КГ прирост равен 80%, и чрезмерного увеличения СО, который на 21.3% больше, чем у лиц КГ, после ФН и в восстановительном периоде отклонение от исходного состояния составляет 28.1%, что на 9.2% больше чем у лиц КГ. Показатель УПСС у лиц данной группы после ФН на 62% меньше, чем в состоянии покоя и в восстановительный период на 30.7% меньше, чем исходный уровень, подтверждающий достоверность показателя ОПСС у лиц УАГ. Показатель ОПСС у лиц ВАГ после ФН уменьшается на 59.1%, что также, как и у лиц УАГ, объясняется чрезмерным повышением МОК, что на 225% больше, чем исходный уровень за счет увеличения СО на 45.9% и ЧСС на 126.1%, что является на 14.3% больше, чем прирост СО у лиц КГ и на 46.1% больше, чем прирост ЧСС у лиц КГ. В восстановительный период отклонения от исходного уровня составляет 22.1%. Такая же динамика наблюдается и по показателю УПСС у лиц ВАГ, где после ФН происходит уменьшение показателя на 58.9% по сравнению с состоянием покоя и отклонение в период восстановления составляет 22.4%, что на 6.3% больше, чем у лиц КГ.

При анализе динамики ИР, который характеризует уровень обменно-энергетических процессов (ОЭП) в миокарде, необходимый для достаточного сокращения миокарда желудочков и формирует текущий АДс, установлено, что у лиц УАГ и ВАГ в состоянии покоя уровень ОЭП характеризуется как высокий и составляет 65.6 и 59.6 соответственно, что на 23.2% и 30.4% меньше, чем у лиц КГ. То есть чем меньше уровень АДс, тем энергозатраты миокарда на одно сокращение для создания текущего АДс значительно меньше, чем у лиц КГ, и также указывает на высокие аэробные свойства миокарда. Но после ФН прирост показателя у лиц УАГ и ВАГ составляет 197.4% и 221% соответственно, что на 81.8% и 105.4% больше, чем прирост у лиц КГ, указывает на неадекватность ОЭП в миокарде при ФН в условиях пониженного артериального давления. В восстановительный период у лиц УАГ и ВАГ показатель сохраняется повышенным на 66.6% и 80.5% соответственно, что также свидетельствует о более низких энергоресурсах миокарда в условиях ФН и восстановлении, то есть регуляция системного АД и гемодинамики в целом происходит с избыточной растратой энергоресурсов и свидетельствует о высокой «цене» адаптации ССС к нагрузке, что, скорее всего, связано с неполноценностью процессов регуляции и адаптации гемодинамики к физическим нагрузкам [Баевский, 1997; Яцечко и др., 2010].

Динамика КВ позволяет судить, что в состоянии покоя у лиц УАГ и ВАГ сокращение миокарда происходит с меньшей ЧСС и скоростью сердечного выброса, чем у лиц КГ, что свидетельствует о более «экономичном» режиме сокращения миокарда, но при ФН за счет чрезмерного увеличения ЧСС в сочетании с меньшей скоростью сердечного выброса и меньшим АДп по сравнению с показателем у лиц КГ «цена» адаптации ССС к физическим нагрузкам выше, чем у лиц КГ. При этом прирост показателя после ФН у лиц УАГ и ВАГ составляет 33% и 37.2% соответственно, что на 19.4% и 23.6% больше, чем отклонение КВ у лиц КГ.

При анализе КЭК установлено, что у лиц УАГ и ВАГ показатель снижен и составляет 2148.3 и 1983.8 соответственно, где отклонения от данного показателя у лиц КГ составляет -31% и -36.3% соответственно, что свидетельствует об уменьшении энергии, которая обеспечивает линейную скорость кровотока, следовательно, уменьшения снабжения кислородом, необходимым для внутреннего дыхания. Поскольку данный коэффициент является результатом произведения двух показателей, следовательно, его снижение в данном случае более зависит от показателя АДп, собственно АДп приводит к значимому снижению данного коэффициента как показателя эффективности кровообращения, с другой стороны, это снижение МОК или объемной скорости тока крови. После ФН наблюдается повышение КЭК у лиц УАГ в 7736.9, где прирост составляет 260.1%, а у лиц ВАГ в 7499.1, где прирост составляет 278% (при этом у лиц КГ прирост показателя 202.4%), что вызвано чрезмерным ускорением ЧСС. В период восстановления у лиц УАГ и ВАГ показатель КЭК сохраняется повышенным на 97% и 112.9% соответственно, что также свидетельствует о неадекватности саморегуляторных процессов, вызванной несвоевременным включением последних в восстановительные процессы после прекращения действия раздражителя [Баевский, 1997; Судаков, 1999; Яцечко и др., 2010].

При анализе саморегуляции кровообращения выявлено, что во всех группах обследования в состоянии покоя тип саморегуляции является сердечно-сосудистым, также после ФН одинаково у всех обследованных саморегуляция характеризуется сердечным типом за счет преобладания ЧСС над уровнем АДд, но в период восстановления у лиц УАГ и ВАГ благодаря невосстановленной ЧСС регу-



ляция кровообращения происходит за счет чрезмерного сокращения миокарда даже после прекращения ФН, с другой стороны, при адекватной реакции процессов саморегуляции у лиц КГ наблюдается восстановление ЧСС, и ТСК вновь характеризуется как сердечно-сосудистый.

С целью изучения функционального состояния организма лиц со сниженным артериальным давлением, в частности уровнем функционирования системы кровообращения, который является регулируемой величиной и отображает состояние миокардиально-гемодинамического гомеостаза, который обусловлен функциональными свойствами миокарда и периферическим сосудистым сопротивлением, проводили анализ адаптационного потенциала (АП) ССС по Р.М. Баевскому [Баевский, 1997]. Поскольку АП имеет прямую зависимость от ЧСС, АДс, АДд и веса, установлено, что в состоянии покоя во всех группах исследования уровень функционирования ССС характеризуется удовлетворительной адаптацией и составляет у лиц КГ – 2.3, УАГ – 2.0, ВАГ – 1.8, то есть, чем ниже уровень ЧСС, АДс, АДд и веса, тем уровень функционирования и адаптация ССС лучше, но в предложенной шкале оценки уровня функционирования не предусмотрено снижение уровня показателей. Следовательно, можно сделать вывод, что даже при сниженном уровне показателей гемодинамики в состоянии покоя, уровень функционирования системы удовлетворительный, что и было подтверждено при анализе ОЭП в миокарде в состоянии покоя, но при ФН степень напряжения функционального состояния ССС достоверно повышается, что было подтверждено при математическом анализе сердечного ритма. Также у лиц со сниженным АД наблюдается уменьшение функционального резерва ССС, что также подтверждено путем анализа показателей гемодинамики при ФН.

Из вышесказанного следует, что оценка адаптационного потенциала должна осуществляться по комплексу функциональных показателей и их изменений при дозированных нагрузках. С целью характеристики уровня функционирования ССС и адаптационных процессов, а также для прогнозирования возможных изменений регуляции и профилактики развития патологических состояний разработан алгоритм выявления склонности к дезадаптационным расстройствам. По совокупности показателей проведено ранжирование дезадаптационных расстройств на 3 уровня: нормальный диапазон, умеренная степень дезадаптации и выраженная степень дезадаптации. Каждая группа требует использования различных средств коррекции и профилактики дезадаптационных расстройств. Для определения, в какую группу относятся обследованные, предлагается проведение исследования комплекса доступных показателей, которые коррелируют с более глубокими явлениями, которые требуют специального оборудования и длительного времени. Диагностический комплекс включает следующие показатели: рост, вес, ЧСС, АДс, АДд, которые регистрируются в состоянии покоя и после физической нагрузки. При этом используются дополнительные интегральные показатели, которые в комплексе дают убедительное представление о состоянии адаптационных возможностей (рассчитываются АДср, ИР, АП). Предлагается следующая интерпретация результатов: показатели АП от 2.1 до 2.59 характеризуют процессы адаптации как удовлетворительные; от 1.51 до 2 и от 2.6 до 3.09 – как напряжение механизмов адаптации; от 3.1 до 3.49 – как неудовлетворительная адаптация; от 3.5 и выше – как срыв адаптации (табл. 1).

Таблица 1

Table. 1

Характеристика адаптационного потенциала в состоянии покоя
Characteristic of adaptation potential in state of rest

Показатель	Удовлетворительная адаптация	Напряжение механизмов адаптации	Неудовлетворительная адаптация	Срыв адаптации
Адаптационный потенциал (у.е.)	2.1–2.59	1.51–2; 2.6–3.09	3.1–3.49	>3.50

С последующей характеристикой адаптационных процессов при ФН, где прирост АДср после ФН до 5%, прирост ЧСС до 80% и прирост ИР до 220% характеризуется удовлетворительной адаптацией ССС к ФН; прирост АДср после ФН от 6 до 30%, прирост ЧСС от 80% до 120% и прирост ИР от 221% до 300% характеризуется умеренной степенью дезадаптации; прирост АДср после ФН от 31% и более, прирост ЧСС от 121% и более и прирост ИР от 301% и более характеризуется выраженной степенью дезадаптации (табл.2).

Таблица 2
Table. 2

Характеристика адаптационных показателей при физической нагрузке
Characteristic of indexes of adaptation after physical activity

Показатель	Удовлетворительная адаптация	Умеренная степень дезадаптации	Выраженная степень дезадаптации
Артериальное давление среднее (%)	<5	6–30	>31
Частота сердечных сокращений (%)	<80	80–120	>121
Индекс Робинсона (%)	<220	221–300	>301

А также предложены прогностические варианты адаптационных возможностей в зависимости от степени дезадаптации, где удовлетворительная адаптация свидетельствует о достаточном уровне функциональных возможностей; умеренная степень дезадаптации свидетельствует о наличии донозологического состояния с расходом дополнительных резервов для поддержания гомеостаза; выраженная степень дезадаптации свидетельствует о наличии преморбидного состояния со снижением функциональных возможностей, но имеет компенсаторный характер (табл. 3).

Таблица 3
Table. 3

Прогностические варианты адаптационных возможностей
Prognostic variants of adaptation possibilities

Уровень адаптации	Уровень здоровья
Удовлетворительная адаптация	Достаточный уровень функциональных возможностей
Умеренная степень дезадаптации	Донозологическое состояние с расходом дополнительных резервов для поддержания гомеостаза
Выраженная степень дезадаптации	Преморбидное состояние со снижением функциональных возможностей, но имеет компенсаторный характер. Необходимо дальнейшее обследование с целью выяснения неспецифических и специфических изменений в деятельности внутренних органов.

Выводы

1. На основании полученных данных выделено две степени артериальной гипотензии (умеренная и выраженная), которые сопровождаются закономерными и достоверно различными показателями ССС и адаптационных возможностей: группа с умеренной гипотензией, где уровень АД на 15% меньше, чем у лиц КГ, и выраженной гипотензии, где уровень АД на 20% менее чем у лиц КГ. Также установлено, что в состоянии покоя у представителей обеих групп с артериальной гипотензией ограничение адаптационных возможностей носит скрытый характер.

2. На основании полученных данных предложена система прогнозирования дезадаптационных расстройств, оценки функциональной стабильности и адаптации функций у лиц молодого возраста с гипотонией в зависимости от степени артериальной гипотензии, где установлено, что отклонение АДср на 6–30%, ЧСС на 80–120%, ИР на 221–300% при физической нагрузке свидетельствует об умеренной степени дезадаптации и расценивается как донозологическое состояние с расходом дополнительных резервов для поддержания гомеостаза; отклонение АДср более 30%, ЧСС более 120%, ИР более 300% при физической нагрузке свидетельствует о выраженной степени дезадаптации и расценивается как преморбидное состояние, снижение функциональных возможностей, но в стадии компенсации.

Список литературы
References

Атаян А.С. 2011. Идиопатическая артериальная гипотензия: неврологические нарушения, церебральная и центральная гемодинамика. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*, 5 (2): 4–8.
Atajan A.S. 2011. Idiopaticeskaja arterial'naja gipotenzija: nevrologicheskie narushenija, cerebral'naja i central'naja gemodinamika. *Annaly klinicheskoi i jeksperimental'noj nevrologii* [Idiopathic hypotension: neurological disorders, cerebral and central hemodynamics. *Annals of Clinical and Experimental Neurology*]. 5 (2): 4–8. (in Russian)
Баевский Р.М. 1997. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.,



Медицина, 265.

Baevskiy R.M. 1997. Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnostey organizma i risk razvitiya zabolevaniy [Estimation of adaptation capabilities of the organism, and the risk of disease]. Moscow, Meditsina, 265. (in Russian)

Konareva I.N. 2012. Kardiointervalograficheskie korrelyaty psihologicheskogo adaptatsionnogo potentsiala. Uchenye zapisi Tavricheskogo natsional'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Seriya «Biologiya, khimiya», 23 (1): 98–107.

Konareva I.N. 2012. Kardiointervalograficheskie korrelyaty psihologicheskogo adaptatsionnogo potentsiala. Uchenye zapisi Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. [Cardiointervalographycal and psychological correlates of adaptive capacity]. Seriya «Biologiya, khimiya», 23 (1): 98–107. (in Russian)

Krylov A.A. 2012. Arterial'nye gipotenzii – aktual'naya mezhdisciplinarnaya problema. Novye Sankt-Peterburgskie vrachebnye vedomosti, 1: 31–33.

Krylov A.A. 2012. Arterial'nye gipotenzii – aktual'naya mezhdisciplinarnaya problema. [Arterial hypotension – an actual interdisciplinary problem] Novye Sankt-Peterburgskie vrachebnye vedomosti, 1: 31–33. (in Russian)

Kurbonova R. 2010. Klinicheskie proyavleniya razlichnykh vidov gipotonicheskikh sostojanij (sovremennye aspekty). Vrach-aspirant, 42 (5): 13–19.

Kurbonova R. 2010. Klinicheskie proyavleniya razlichnykh vidov gipotonicheskikh sostojanij (sovremennye aspekty) [Clinical manifestations of various kinds of hypotonic states (modern aspects)]. Vrach-aspirant, 42 (5): 13–19. (in Russian)

Mikhailov V.M. 2000. Variabel'nost' ritma serdca. Opyt prakticheskogo primeneniya. Ivanovo, 200.

Mihajlov V.M. 2000. Variabel'nost' ritma serdca. Opyt prakticheskogo primeneniya [Heart rate variability. Practical experience]. Ivanovo, 200. (in Russian)

Morman, D. 2000. Fiziologiya serdechno-sosudistoy sistemy. SPb., Piter, 256.

Morman, D. 2000. Fiziologiya serdechno-sosudistoy sistemy [Physiology of the cardiovascular system] Saint Petersburg, Piter, 256. (in Russian)

Япечко Т.В., Стрельникова С. В., Пантелеева Н. И., Роцевская И. М. 2010. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы юных спортсменов при ортостатическом воздействии. Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 6: 41–44.

Jacechko T.V., Strel'nikova S. V., Panteleeva N. I., Roshhevskaja I. M. 2010. Ocenka funkcional'nogo sostojanija serdechno-sosudistoj sistemy junyh sportsmenov pri ortostaticeskom vozdejstvii. Fizicheskaja kul'tura: vospitanie, obrazovanie, trenirovka [Assessment of a functional condition of cardiovascular system of young athletes at ortostatic influence. Physical culture: education, education, training], 6: 41–44. (in Russian)

Судаков К.В. 1999. Информационный феномен жизнедеятельности. М., РМА ПО, 380.

Cudakov K.V. 1999. Informatsionnyy fenomen zhiznedeyatel'nosti [Info phenomenon of life]. Moscow, RMA PO, 380. (in Russian)