

Коррекция адаптивных реакций сердечно-сосудистой системы с помощью экидистероидсодержащего средства Адастен во время интенсивной физической работы на Севере

© 2021. В. В. Володин¹, д. б. н., профессор, зав. лабораторией,
В. И. Ветошева^{1,2}, к. б. н., доцент, с. н. с.,
С. О. Володина¹, к. б. н., с. н. с.,

¹Институт биологии ФИЦ «Коми НЦ УрО РАН»,

167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28,

²Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина,

167000, Россия, г. Сыктывкар, Октябрьский проспект, д. 55,

e-mail: svetlana20664@yandex.ru

На Севере и Арктике широко внедряется вахтово-экспедиционный режим работы, который в сочетании с неблагоприятными экологическими факторами осложняет адаптацию человека в высоких широтах и, в конечном счёте, приводит к снижению работоспособности и развитию стресс-индуцированных заболеваний. Среди имеющихся способов повышения функциональных резервов организма и оптимизации физической работоспособности весьма перспективным является фитотерапевтическая коррекция с помощью адаптогенов. В работе исследовано влияние биологически активной добавки (БАД) Адастен, содержащей сумму фитостероидов 20-гидроксиэкидизона и инокостерона из листьев растения серпухи венценосной (*Serratula coronata* L.), на сердечно-сосудистую систему у мужчин двух возрастных групп (до 30 лет и старше), получавших на велоэргометре возрастающую по интенсивности физическую нагрузку (100, 175, 200 Вт). Показано, что курсовой приём Адастена на фоне физической нагрузки приводит к повышению концентрации кортизола в периферической крови у большинства испытуемых (в среднем 637 нмоль/л), причём у лиц с более высокой физической подготовкой подъём уровня кортизола был выше, однако не выходил за пределы нормы. Установлено, что курсовой приём Адастена приводит к уменьшению прироста частоты пульса, сокращению времени его восстановления, снижению хронотропного резерва, росту пульсового давления, сердечного выброса и минутного объёма крови после нагрузки. Наблюдаемые адаптационные сдвиги, которые оказались более выражены в группе мужчин до 30 лет, свидетельствуют об эффективной мобилизации энергетических ресурсов в организме и более экономной работе сердца под действием БАД Адастен, которая может быть рекомендована в качестве адаптогенного средства для лиц, выполняющих интенсивную физическую работу в условиях Севера.

Ключевые слова: Адастен, адаптогены, сердечно-сосудистая система, физическая нагрузка, Север.

Correction of adaptive reactions of the cardiovascular system using the ecdysteroid-containing remedy Adasten during intensive physical work in the North

© 2021. V. V. Volodin¹ ORCID: 0000-0002-4329-821X²

V. I. Vetosheva^{1,2} ORCID: 0000-0001-8266-8108³, S. O. Volodina¹ ORCID: 0000-0001-7033-4370⁴

¹Institute of Biology of the Federal Research Center

“Komi Scientific Center of the Ural Branch of the RAS”,
28, Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, Russia, 167982,

²Pitirim Sorokin Syktyvkar State University,

55, Oktyabrsky Prospekt, Syktyvkar, Russia, 167000,

e-mail: svetlana20664@yandex.ru

Field rotational work is widely implemented now in northern and arctic regions, which, combined with adverse environmental factors, complicates human adaptation in high latitudes and, ultimately, leads to a decrease in performance and the emergence of stress-induced diseases. Using adaptogens to increase the body's functional reserves and optimize physical performance is promising direction of modern ecological physiology and restorative medicine. The effect of nutritional supplement Adasten containing purified phytoecdysteroids 20-hydroxyecdysone and inokosterone extracted from leaves of *Serratula coronata* L., on the cardiovascular system of two groups of men (under thirty and older) received

an increasing load (100, 175, 200 W) by means of bicycle ergometer was investigated. Adasten intake on the background of physical activity leads to increased concentrations of cortisol in peripheral blood of most of men surveyed (average of 637 nmol/L). The rise in cortisol concentration was higher in physically more trained individuals but it's level did not exceed the normal range. It was found that Adasten intake for 3 weeks (the daily dose was 20 mg of phytoecdysteroids) leads to reducing the increment in heart rate, reduction of time of its recovery, reduced chronotropic reserve, increase pulse pressure, cardiac output and minute blood volume after physical load. The observed adaptive shifts, which were more pronounced in the group of men under 30 years old, indicate an effective mobilization of energy resources in the body and more economical heart work under the influence of nutritional supplement Adasten, which can be recommended as an adaptogenic agent for people who perform intensive physical work in the North.

Keywords: Adasten, adaptogens, physical performance, cardiorespiratory system, intensive physical load, North.

С принятием новой Стратегии развития Арктики до 2035 г. проблемы экологической физиологии человека на Севере приобретают особую актуальность. В настоящее время в российской Арктике постоянно, длительно или временно проживает более двух миллионов людей. А в связи с необходимостью разработки расположенных здесь богатейших месторождений газа, нефти и других полезных ископаемых в ближайшие годы в арктический макрорегион приток рабочей силы значительно возрастет. По имеющемуся прогнозу основные социальные показатели здесь превысят среднероссийские, а темпы роста промышленного производства и производительности труда должны оказаться выше в 1,5 раза.

На Севере и в Арктике в нефтегазодобывающей промышленности, строительстве, геологоразведке и на транспорте всё шире внедряется вахтово-экспедиционный режим работы, который в сочетании с неблагоприятными экологическими факторами предъявляет повышенные требования к организму, вызывает перестройку целого ряда обменных процессов, осложняет адаптацию человека в высоких широтах и приводит к возникновению «синдрома полярного напряжения» [1, 2]. Одним из проявлений синдрома является снижение работоспособности человека, которое на Севере с возрастом идёт быстрее, чем у лиц, проживающих в более комфортных климатических условиях [3, 4].

Важным фактором роста производительности труда и повышения профессионального долголетия людей, чья трудовая деятельность связана с выполнением значительных физических нагрузок в условиях Севера, является повышение и эффективное использование функциональных резервов организма. Среди имеющихся способов оптимизации физической работоспособности, таких как профотбор, улучшение условий и характера труда работающих, рациональное питание, весьма перспективным является фитотерапевтическая коррекция с помощью адаптогенов,

которые способны повышать физиологическую эффективность организма, приводя его в состояние неспецифически повышенной сопротивляемости, что весьма актуально при действии неблагоприятных условий Севера [5, 6]. Адаптогены повышают работоспособность организма, мобилизуют энергетические процессы, усиливают синтез нуклеиновых кислот и белков в клетках, активизируют ферментные системы, в результате чего процессы восстановления в организме происходят быстрее [7]. Основным механизмом стимулирующего действия адаптогенов является оптимизация энергетического обеспечения процесса внутриклеточного образования аминокислот и их транспорта извне, что создаёт благоприятные условия для энергетических и пластических процессов [6].

Среди адаптогенов весьма перспективными являются фитоэктоиды (ФЭС). Они усиливают синтез белка, повышают работоспособность и сопротивляемость организма к различным повреждающим факторам, что доказано в опытах на различных биологических моделях [8–13]. Важно, что под влиянием ФЭС работоспособность животных не сопровождается нарушением терморегуляции и не имеет пирогенного осложнения, что указывает на экономизацию энергопотребления при выполнении физической работы [14]. Поэтому было логично предположить перспективу использования разработанных в Институте биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН биологически активных добавок к пище, содержащих ФЭС, в качестве адаптогенных средств для лиц, чья трудовая деятельность связана с выполнением интенсивной физической работы в условиях Севера и Арктики.

Цель работы – оценить реакцию сердечно-сосудистой системы (ССС) при выполнении возрастающей физической нагрузки до и после курсового приёма эктоидсодержащей биологически активной добавки Адастен в двух возрастных группах мужчин в условиях Севера.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в г. Сыктывкаре, который расположен на европейском северо-востоке России (61°40' с. ш., 50°51' в. д.) и по суровости природно-климатических и социальных факторов относится к территории дискомфортной зоны проживания.

Для моделирования трудовой деятельности, связанной с выполнением физической работы, использовали стандартный велоэргометрический тест, который осуществляли с помощью диагностической системы «Валента». Использовали возрастающую физическую нагрузку: 100, 175 и 200 Вт до и после фармакологической поддержки. Суммарная работа составляла 8550 Вт. Выбор данного вида деятельности обусловлен тем, что во время проведения исследования испытуемым предъявляются различные нагрузки, в ходе которых расходуется много энергии и работа выполняется с весьма высокой интенсивностью, поэтому может служить адекватной моделью тяжёлой физической работы.

Исследование проводили на группе (20 человек) спортсменов высшей квалификации в возрасте $27 \pm 1,6$ года (17–38), занимающихся спортом в течение $19 \pm 1,4$ года (10–29). Все испытуемые были заранее проинформированы об условиях исследования и дали добровольное письменное согласие на участие в нём.

Так как физическая работоспособность в значительной степени зависит от функционального состояния системы кровообращения [2], которая обеспечивает адаптацию человека к тяжёлому физическому труду, лимитируя приспособительные реакции организма, в настоящем исследовании оценивали параметры ССС. Анализировали следующие показатели: физическое состояние (по данным пробы PVC_{170}), частота пульса (ЧСС), систолическое (СД) и диастолическое (ДД) давление, хронотропный резерв, пульсовое давление (ПД), ударный объём сердца (УО), который рассчитывали по формуле Старра, минутный объём крови (МОК), вегетативный индекс Кердо (ВИК). Содержание кортизола (нмоль/л) в сыворотке крови определяли методом твёрдофазного иммуноферментного анализа с использованием набора реагентов «СтероидИФА-кортизол».

С целью фитотерапевтической поддержки обследуемых лиц использовали биологически активную добавку Адастен (RU. 77.99.88.003.Е.000439.02.17. от 01.02.2017), содержащую 20-гидроксиэкдизон и ино-

костерон, выделяемые из растения серпухи венценосной (*Serratula coronata* L.) [15]. Суточная доза препарата составляла 20 мг в расчёте на сумму ФЭС. Препарат принимали *per os* в течение трёх недель дважды в день по 10 мг утром и днём. Изучаемые параметры сравнивали до и после курсового приёма препарата. Анализировали данные в зависимости от квалификации и профессионального стажа, а также возраста: до 30 лет, когда организм достигает полной зрелости, и старше 30 лет, когда наблюдаются изменения в различных звеньях энергетических процессов и сдвиги в нейрогуморальной регуляции, которые на Севере под влиянием неблагоприятных условий проявляются раньше [16]. Полученные данные обработаны с применением *T*-критерия Вилкоксона и *U*-критерия Манна-Уитни. Связь между показателями оценивали методом ранговой корреляции Спирмена.

Результаты и обсуждение

Условия Севера приводят к многогранным перестройкам организма человека, при этом ведущую роль занимают изменения в ССС, резервные возможности которой определяют переносимость организмом неблагоприятных факторов среды [2, 17]. Деятельность сердца является характеристикой адаптивных возможностей организма в ответ на всякое изменение условий, требующих повышения его работоспособности. В результате возникает серия стереотипных приспособительных реакций, направленных на обеспечение его адаптации.

Известно также, что длительно действующие интенсивные физические нагрузки приводят к активизации коры надпочечников, стимулирующей выделение в периферическую кровь гормона стресса кортизола, обладающего защитным и метаболическим действием. Он, вслед за адреналином, приводит к мобилизации всех внутренних энергетических резервов организма человека. За счёт пополнения энергетического резерва и усиления процессов ресинтеза АТФ, кортизол активизирует деятельность кардиогемодинамики, улучшая доставку кислорода и энергетических субстратов к работающим мышцам, а также удаление из них продуктов распада, создавая оптимальные условия для эффективного выполнения интенсивной мышечной деятельности в неблагоприятных условиях [6].

В представленном исследовании показано, что при выполнении испытуемыми физических нагрузок до фитотерапевтической

коррекции уровень кортизола в среднем по группе составил 578 нмоль/л, при этом у 21% обследованных лиц он оказался выше нормы. После курсового приёма Адастена концентрация кортизола в периферической крови у большинства испытуемых (72%) возросла, составив 637 нмоль/л, и у 39% испытуемых превысила норму. Причём у более квалифицированных и имеющих больший стаж активной деятельности лиц рост кортизола был выражен сильнее и концентрация его увеличивалась на 20% ($p < 0,05$), что позволяло им быстрее мобилизовать свои энергетические возможности при выполнении интенсивной мышечной нагрузки [18]. Эти перестройки могут быть обусловлены как влиянием выполняемой физической нагрузки в неблагоприятных условиях Севера, так и активизирующим действием ФЭС на симпато-адреналовую и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую системы. В результате происходят суммарные адаптивные изменения, позволяющие мобилизовать внутренние энергетические резервы организма человека [19–21].

До приёма Адастена в обеих возрастных группах преобладали лица с уравновешенными симпатическими и парасимпатическими влияниями. После курсового приёма Адастена произошёл сдвиг в сторону возбудимости симпатического отдела вегетативной нервной системы (табл.), что нашло своё отражение в исходном уровне пульса.

Частота сердечного сокращения (ЧСС) в положении сидя до приёма препарата и выполнения физической нагрузки в группе лиц до 30 лет характеризовалась умеренной тахикардией (87 уд./мин), а в группе старше 30 лет – нормокардией (80 уд./мин). Корреляция между ЧСС и ВИК у лиц до 30 лет составила $\rho = 0,7781$ ($p < 0,01$), старше 30 лет – $\rho = 0,8682$ ($p < 0,01$).

После приёма препарата ЧСС увеличивалась: у лиц моложе 30 лет – на 12%, а старше 30 лет на 19%, показатели пульса в обеих группах достигли 98 уд./мин, но при этом связь с ВИК нарушалась, так как существенный вклад в рост ЧСС, по-видимому, стала вносить активизация гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы.

Возрастающая физическая нагрузка привела к линейному росту ЧСС в обеих возрастных группах испытуемых как до, так и после фитофармакологической поддержки. Данные представлены в таблице.

При предъявлении нагрузки 100 Вт у лиц моложе 30 лет наблюдалась тенденция

к снижению ЧСС на 5% после приёма Адастена ($p > 0,05$), соответственно корреляционная связь между ВИК и ЧСС составила $\rho = 0,7073$ ($p < 0,05$), усиливаясь после коррекции: $\rho = 0,9119$ ($p < 0,01$). На фоне приёма препарата нагрузка в 100 Вт у лиц старше 30 лет не приводила к изменению частоты пульса. Корреляционная связь между ВИК и ЧСС до приёма препарата составила $\rho = 0,9500$ ($p < 0,001$), которая снижалась после коррекции: $\rho = 0,7101$ ($p < 0,05$). После приёма Адастена при предъявлении нагрузки в 175 и 200 Вт группе лиц до 30 лет ЧСС снижалась на 13 и 10% соответственно ($p < 0,05$), что позволяет сделать предположение о более экономной работе ССС в условиях выполнения интенсивной физической нагрузки (табл.). Данное предположение подтверждается тем, что хронотропный резерв также снижался у подавляющего большинства испытуемых ($p < 0,05$). Корреляционная связь между ВИК и ЧСС при нагрузке в 175 Вт зарегистрирована только после курсового приёма препарата ($\rho = 0,8835$, $p < 0,001$); при нагрузке в 200 Вт корреляционная связь зарегистрирована до приёма Адастена ($\rho = 0,6646$, $p < 0,05$), усиливающаяся после поддержки ($\rho = 0,8660$, $p < 0,01$). У лиц старше 30 лет при обеих нагрузках наблюдалось незначительное урежение пульса на фоне снижения ВИК, которое составило всего 3% ($p > 0,05$), но было характерно для подавляющего большинства лиц. Корреляционные связи между ВИК и ЧСС зарегистрированы на нагрузку в 175 Вт как до ($\rho = 0,8201$, $p < 0,01$), так и после коррекции ($\rho = 0,6950$, $p < 0,05$). При нагрузке в 200 Вт корреляционная связь сохранялась только после приёма Адастена и составила $\rho = 0,8682$ ($p < 0,01$).

Прирост ЧСС при возрастающей нагрузке (100, 175 и 200 Вт) снизился после курсового приёма Адастена в обеих группах ($p < 0,01$), что позволяет предполагать, что работоспособность ССС у исследуемых мужчин стала более эффективной (табл.). При предъявлении нагрузки в 100 Вт лицам до 30 лет снижение прироста пульса составило 49%, в старшей группе испытуемых – 40%. При нагрузке в 175 Вт прирост пульса снизился на 45 и 33% соответственно. При нагрузке в 200 Вт прирост пульса после коррекции снизился на 28 и 32% соответственно. Снижение ЧСС и показатели прироста пульса позволяют предположить, что при предъявлении возрастающей нагрузки группе лиц моложе 30 лет эффект действия препарата выражен

Таблица / Table

Изменение параметров ССС при возрастающей нагрузке до (А) и после (В) фитотерапевтической поддержки средством «Адастен» / Cardiovascular system parameter change at increasing load before (A) and after (B) phytopharmacological support with the preparation "Adasten"

Параметры ССС Cardiovascular system parameters	Возрастные группы Age groups		Нагрузка, Вт / Physical load, W			
			до нагрузки	100	175	200
Вегетативный индекс Кердо Vegetative Kerdo index	до 30 лет before 30 years	A	-13,6***	31,0	62,9	73,9***
		B	-17,2***	25,9*	48,3	63,6
	после 30 лет after 30 years old	A	17,4***	38,9*	52,7	60,8
		B	15,7***	36,2	50,4	57,1***
ЧСС (уд./мин) Number of heartbeats (beat/ min)	до 30 лет before 30 years	A	87	122	159*	173**
		B	98	116	138*	156**
	после 30 лет after 30 years old	A	80	122	150	165
		B	98	124	146	160
Прирост ЧСС Heartbeats gross rate	до 30 лет before 30 years	A	–	35**	72**	85**
		B	–	18**	40**	61**
	после 30 лет after 30 years old	A	–	42**	70***	84**
		B	–	25**	47***	57**
Артериальное давление, СД–ДД Blood pressure, SP–DP	до 30 лет before 30 years	A	122–90**	145*–83*	175*–58	192*–45**
		B	121–71**	159*–71*	189*–66	209*–66**
	после 30 лет after 30 years old	A	126–91	149*–88*	192–77*	208–59
		B	126–83	167*–75*	189–68*	214–62
Изменение артериального давления, СД–ДД Change in blood pressure, SP–DP	до 30 лет before 30 years	A	–	24**–(-7)	54*–(-32)	64*–(-45)
		B	–	39**–0	68*–(-5)	88*–(-5)
	после 30 лет after 30 years old	A	–	23**–(-3)	66–(-14)	82–(-32)
		B	–	41**–(-8)	63–(-15)	86–(-21)
Пульсовое давление Pulse pressure	до 30 лет before 30 years	A	32**	62**	117	147
		B	50**	87**	123	143
	после 30 лет after 30 years old	A	35	61**	116	149
		B	43	93**	121	152
Ударный объём сердца Stroke volume of the heart	до 30 лет before 30 years	A	48,9***	68,4**	110,9	133,7
		B	65,5***	88,6**	109,8	118,8
	после 30 лет after 30 years old	A	43,2*	58,3**	92,2 **	119,5
		B	51,8*	81,8**	99,7**	118,5
Минутный объём крови Minute volume of blood	до 30 лет before 30 years	A	4296**	8418*	17720	23224*
		B	6212**	10376*	15387	18589*
	после 30 лет after 30 years old	A	3480**	7158*	13898	19810
		B	5097**	10126*	14560	18955

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Note: * – $p < 0.05$; ** – $p < 0.01$; *** – $p < 0.001$.

сильнее. Сходные данные были получены в исследованиях на биологических моделях. У неполовозрелых животных эффективная доза аналогичного препарата Серпистен, оказалась меньше, чем у взрослых животных; выносливость к динамической нагрузке у неполовозрелых особей возрастала в большей степени, чем у взрослых [14].

Восстановление пульса после нагрузки практически у всех мужчин до фитотерапевтической поддержки происходило через

6–8 мин., после – время восстановления пульса сокращалось до 3–6 мин., что согласуется с ранее опубликованными данными, согласно которым под действием адаптогенов процессы восстановления в организме происходят быстрее [6].

Исходные величины СД и ДД до нагрузки практически не отличались в обеих сравниваемых возрастных группах (табл.). У более молодых лиц после приёма Адастена исходные значения СД сохранялись, а ДД снижалось на

21% ($p < 0,01$). Аналогичные результаты, но выраженные в меньшей степени, получены в старшей возрастной группе (табл.).

При предъявлении нагрузки в 100 Вт фитотермофизиологическая поддержка приводила к росту СД на 9% у лиц до 30 лет и на 11% у лиц старшей возрастной группы при одновременном снижении ДД на 15% в обеих возрастных группах. Нагрузка в 175 Вт после коррекции приводила к дальнейшему росту СД (на 7,5%; $p < 0,05$) и ДД (на 12%; $p > 0,05$), несмотря на снижение ВИК в группе лиц до 30 лет. В старшей возрастной группе СД практически не изменялось ($p > 0,05$), а ДД снижалось на 12% ($p < 0,05$) при незначительном росте ВИК. Приём Адастена при нагрузке в 200 Вт приводил к достоверному росту СД на 8,2% и ДД на 32% в группе лиц до 30 лет, несмотря на снижение ВИК, в то время как в старшей возрастной группе ДД не изменялось ($p > 0,05$).

Прирост СД на нагрузку в 100 Вт после курсового приёма препарата достоверно увеличивался в обеих сравниваемых группах на 39% и 44%. Дальнейшее увеличение нагрузки приводило к достоверному росту СД (на 21% и 17%) только в группе лиц моложе 30 лет ($p < 0,05$). В группе старше 30 лет сохранялась лишь аналогичная тенденция ($p > 0,05$). ДД в группе лиц до 30 лет после фитотермофизиологической поддержки практически не менялось, хотя до приёма Адастена снижалось пропорционально увеличению нагрузки. В старшей возрастной группе ДД снижалось пропорционально мощности нагрузки как до, так и после приёма Адастена (табл.). У лиц моложе 30 лет связи между СД и ЧСС обнаружены при фитотермофизиологической поддержке до нагрузки ($r = 0,6565$; $p < 0,05$), после предъявления нагрузки в 100 ($r = 0,8308$; $p < 0,01$) и 175 Вт ($r = 0,6319$; $p < 0,05$); до приёма препарата СД и ЧСС не коррелировали. У лиц старше 30 лет связи между СД и ЧСС не выявлены.

Приём препарата до нагрузки приводил к значимому увеличению ПД в группе более молодых испытуемых. У лиц старшей возрастной группы тенденция роста сохранялась. При нагрузке в 100 Вт в обеих возрастных группах ПД увеличивалось после приёма Адастена. Дальнейший рост нагрузки на фоне приёма препарата в обеих группах не приводил к значимому изменению ПД (табл.), что возможно связано с ограничением резервных возможностей испытуемых [22].

Полученные результаты можно объяснить тем, что при выполнении мышечной деятельности требуется большее количество

энергии по сравнению с покоем, в результате чего энергообеспечение сердечной мышцы повышается в основном за счёт аэробного ресинтеза АТФ. При этом значимый рост ПД после фитотермофизиологической поддержки более выражен у лиц до 30 лет. А с возрастом, предположительно, происходит перестройка процессов, обеспечивающих энергоснабжение организма. Поэтому физическая работоспособность оказалась выше у испытуемых лиц до 30-летнего возраста по сравнению со старшей возрастной группой.

Наряду с ЧСС и АД для интегральной оценки функционального состояния и приспособительных реакций кровообращения учитывали такие параметры гемодинамики, как УО и МОК, представленные в таблице.

В группе лиц до 30 лет как до, так и при нагрузке 100 Вт сердечный выброс (УО) увеличивался на 25% после приёма Адастена ($p < 0,05$). Аналогичная закономерность, но выраженная в меньшей степени (16,6%), характерна для лиц старше 30 лет. При нагрузке в 175 и 200 Вт, в группе более молодых лиц после приёма Адастена УО практически не изменялся ($p > 0,05$) и даже наблюдалась тенденция к незначительному снижению (11,2%) сердечного выброса на нагрузку 200 Вт ($p > 0,05$). У лиц старше 30 лет рост УО на нагрузку в 175 Вт выражен в меньшей степени (7,6%). При нагрузке 200 Вт как до, так и после фитотермофизиологической коррекции объём сердечного выброса не менялся (табл.). Возможно, дальнейший рост УО при максимальной нагрузке ограничивается резервными возможностями организма.

Регуляция МОК определяется сократительной способностью сердца и тонусом сосудов, т. е. периферическим сопротивлением. Повышение энергетических затрат, увеличение потребления кислорода вызывает пропорциональное нарастание МОК, который возрастал до и после предъявления нагрузки 100 Вт на фоне фитотермофизиологической поддержки в обеих возрастных группах. Нагрузка 175 и 200 Вт после фитотермофизиологической поддержки в старшей возрастной группе не приводила к росту МОК. У лиц до 30 лет нагрузка в 200 Вт приводила к снижению МОК после приёма Адастена.

До нагрузки в обеих возрастных группах мужчин исходные значения величины МОК возрастают в большей степени, чем УО, как до, так и после фитотермофизиологической поддержки. Наблюдаемое усиление гемодинамики обусловлено возрастанием ЧСС при активизации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой

и симпато-адреналовой систем. При нагрузке в 100 Вт рост УО превышает рост МОК, т. е. усиление гемодинамики осуществляется за счёт увеличения выброса объёма крови при систоле на фоне снижения ЧСС после фитотерапевтической поддержки. При нагрузке в 175 Вт УО сохраняется, а МОК имеет тенденцию к снижению, которая становится достоверной при росте нагрузки до 200 Вт. При этом УО имеет только тенденцию к снижению. То есть усиление гемодинамики осуществляется в основном за счёт увеличения объёма крови при систоле, что энергетически более выгодно для организма.

У лиц старше 30 лет при нагрузке в 100 Вт наблюдался рост УО и МОК после фитотерапевтической поддержки; возрастание нагрузки до 175 Вт приводило к дальнейшему росту УО ($p < 0,05$), в то время как МОК изменялся незначительно ($p > 0,05$). При максимальной нагрузке в 200 Вт значения УО и МОК не изменялись после приёма Адастена (табл.), что, по-видимому, связано с ограничением резервных возможностей организма. Значительное увеличение ЧСС не выгодно для коронарного кровоснабжения, так как, с одной стороны, укорачивается период диастолического кровотока, а, с другой стороны, изгнание МОК при определённом аортальном давлении метаболически обходится тем дороже, чем выше ЧСС. Это можно связать и с тем, что число периодов изометрического напряжения в минуту, не проявляющихся в виде внешней работы, но требующих значительного потребления кислорода, возрастает при увеличении ЧСС, поэтому увеличивается потребление кислорода миокардом в минуту [22].

Заключение

Работа на Севере сопряжена с действием целого ряда неблагоприятных климатических и социальных факторов, которые предъявляют повышенные требования к организму человека. Поэтому разработка способов коррекции и реабилитации функционального состояния организма, основанных на активизации адаптационных резервов с помощью адаптогенов, является одной из важнейших задач не только фундаментальной физиологии и медицины, но и имеет важное прикладное значение, связанное с оптимизацией трудовой деятельности человека.

В проведённых исследованиях было показано, что приём адаптогена Адастен, содержащего ФЭС, приводит к уменьшению прироста пульса, снижению хронотропного резерва, урежению ЧСС в ответ на нагрузку и сокращению

времени восстановления пульса, что позволяет говорить о том, что функционирование ССС у исследуемых лиц стало более оптимальным. Происходит возрастание прироста давления, ПД, стабилизация ДД, увеличение сердечного выброса и МОК. Причём усиление гемодинамики осуществляется за счёт увеличения выброса объёма крови при систоле на фоне снижения ЧСС после фитотерапевтической поддержки, что энергетически более выгодно для организма.

Сравнительный анализ показателей гемодинамики позволяет предположить, что при предъявлении возрастающей нагрузки группе лиц моложе 30 лет эффект действия препарата выражен сильнее, особенно у более квалифицированных лиц.

Корреляционные связи между изучаемыми параметрами после фитотерапевтической поддержки указывают на синхронизацию в деятельности параметров ССС. По-видимому, под влиянием фитотерапевтической коррекции происходят перестройки в деятельности организма, выражающиеся в мобилизации внутренних энергетических резервов, в результате физиологическая стоимость работы снижается.

Приём Адастена, особенно у более тренированных лиц, приводит к выраженному росту концентрации кортизола в крови, увеличению ЧСС и нарушению связи между ВИК и ЧСС, что свидетельствует об активизации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, что, в свою очередь, даёт возможность организму быстрее и эффективнее мобилизовать энергетические ресурсы для выполнения трудовой деятельности человека на Севере.

Таким образом, экистероидсодержащее средство Адастен активизирует адаптационные резервы, оптимизирует и регулирует природно-детерминированные защитные механизмы организма человека, выполняющего интенсивный физический труд в неблагоприятных условиях Севера, не вызывая отрицательного последствия.

Исследования выполнены по теме НИР Института биологии ФИЦ Коми научного центра УрО РАН № гос. регистрации АААА-А17-117121270025-1.

References

1. Panin A.E., Sokolov V.P. Psychosomatic relationships under chronic emotional stress. Novosibirsk: Nauka, 1981. 177 p. (in Russian).

2. Agadzhanyan N.A., Xrushhev V.L. Dynamics of some physiological parameters of an organism in the shift-expedition method of labor in the Arctic // *Byulleten SO AMN SSSR*. 1984. No. 2. P. 79–83 (in Russian).
3. Kaznacheev V.P. Modern aspects of adaptation. Novosibirsk: Nauka, 1980. 192 p. (in Russian).
4. Tkachev A.V., Bojko E.R., Gubkina Z.D., Ramenskaya E.B., Suxanov C.G. Endocrine system and metabolism in humans in the North. Syktyvkar: Komi nauchnyy centr UrO RAN, 1992. 156 p. (in Russian).
5. Yaremenko K.V. Optimal state of the organism and adaptogens. Sankt-Peterburg: ELBI-SPb, 2007. 131 p. (in Russian).
6. Panossian A., Wikman G., Wagner H. Plant adaptogens III. Earlier and more recent aspects and concepts on their mode of action // *Phytomed*. 1999. V. 6. No. 4. P. 287–300. doi: 10.1016/S0944-7113(99)80023-3
7. Brekhman I.I. The root of the Eleuthero a new stimulating and tonic remedies. Leningrad, 1960. 98 p. (in Russian).
8. Phytoecdysteroids / Ed. V.V. Volodina. Sankt-Peterburg: Nauka, 2003. 293 p. (in Russian).
9. Lafont R., Dinan L. Practical uses for ecdysteroids in mammals including humans: an update // *J. Insect Sci*. 2003. V. 3. No. 7. P. 1–30. doi: 10.1093/jis/3.1.7
10. Gorelick-Feldman J., MacLean D., Ilic N., Poulev A., Lila M.A., Raskin I. Phytoecdysteroids increase protein synthesis in skeletal muscle cells // *J. Agric. Food Chem*. 2008. V. 56. P. 3532–3537. doi: 10.1021/jf073059z
11. Tóth N., Szabó A., Kacsala P., Héger J., Zádor E. 20-Hydroxy-ecdysone increases fiber size in a muscle-specific fashion in rat // *Phytomedicine*. 2008. V. 15. No. 9. P. 691–698. doi: 10.1016/j.phymed.2008.04.015
12. Lafont R. Recent progress in ecdysteroid pharmacology // *Theoretical and Applied Ecology*. 2012. No. 1. P. 6–12. doi: 10.25750/1995-4301-2012-1-006-012
13. Syrov V.N., Shaxmurova G.A., Khushbaktova Z.A., Egamova F., Osipova S.O. Comparative study of regulating influence of ecdysterone and retabolil on protein-synthesizing processes in higher animals // *Theoretical and Applied Ecology*. 2012. No. 1. P. 13–17 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2012-1-013-017
14. Pchelenko L.D. Adaptogenic effect of ecdysteroids of *Serratula coronata* // *Radioecological and biological consequences of low-intensity impacts: Trudy Komi nauchnogo centra UrO RAN*. No. 172. Syktyvkar, 2003. 324 p. (in Russian).
15. Volodin V.V., Volodina S.O. The phytoecdysteroids and adaptogens. New ecdysteroid-containing substance Serpisten // *Farmaceuticheskiy byulleten. Nauchno-prakticheskiy zhurnal*. 2015. No. 3–4. P. 69–83 (in Russian).
16. Chebotarev D.F. Geriatric aspects of cardiovascular diseases // *Diseases of the heart and blood vessels / Ed. E.I. Chazov*. Moskva: Medicina, 1982. V. 4. P. 395–416 (in Russian).
17. Agadzhanyan N.A., Zhvavyj N.F., Ananev V.N. Human adaptation to the conditions of the Far North. Ecological and physiological mechanisms. Moskva: KRUK, 1998. 178 p. (in Russian).
18. Vetosheva V.I., Volodina S.O., Volodin V.V. Phagocytic activity of leukocytes and blood cortisol ratings in athletes prior to and after phytopharmacological correction // *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury*. 2019. No. 11. P. 26–28 (in Russian).
19. Dilman V.M. Bol big biological clock (Introduction to integral medicine). Moskva: Znanie, 1981. 208 p. (in Russian).
20. Andreeva L.I., Boykova A.A., Bykova A.A., Volodin V.V. Effect of the new ecdysteroid-containing preparation Serpisten on behavioral activity and the formation of cellular adaptation in rats under heat stress // *Theoretical and Applied Ecology*. 2012. No. 1. P. 36–43 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2012-1-036-043
21. Dardymov I.V. Effect of ginseng and eleutherococcus preparations on metabolism during physical load // *Protein synthesis and cell resistance*. Leningrad: Nauka, 1971. P. 76–81 (in Russian).
22. Vanyushin Yu.S., Xayrulin R.R., Raximov M.I. Threshold of adequate hemodynamic response in athletes with increasing physical activity // *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury*. 2016. No. 9. P. 53–55 (in Russian).