

ПРЕДПОСЫЛКИ К РАЗВИТИЮ ПРОЦЕССОВ ВИТАУКТА У ЖЕНЩИН ИНВОЛЮТИВНОГО ПЕРИОДА В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОГО И ИНТЕНСИВНОГО МЫШЕЧНОГО ТРЕНИНГА

С.В. Погодина¹, А.А. Погодин¹, Г.Д. Алексанянц²

¹Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Республика Крым, Симферополь, Россия

²Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Краснодар, Россия

Для связи с авторами: sveta_pogodina@mail.ru

Аннотация

Целью работы явилось выявление предпосылок к развитию процессов витаукта у профессиональных спортсменок инволютивного периода в результате продолжительного и интенсивного физического тренинга. Исследование организовано в группах спортсменок 37-45 и 16-26 лет, нетренированных женщин 37-45 лет.

Методы исследования: антропометрический, спирометрический, динамометрический, иммунологический, биохимический, гематологический, реографический, газометрический, эргометрический и статистический. Установлено, что в результате продолжительного высокоинтенсивного физического тренинга у спортсменок инволютивного периода ряд функциональных параметров соответствует уровню 16-26-летних спортсменок. При этом все же отмечается тенденция к относительному снижению функциональных резервов. Поддержание высокого уровня функционального состояния осуществляется за счет компенсаторно-приспособительных механизмов, что особенно проявляется при высокоинтенсивных режимах работы. Показано, что аэробная производительность поддерживается за счет понижения интенсивности формирования метаболических факторов утомления (уровня лактата), а также путем оптимизации механики дыхания, снижения энергетической цены адаптации. Поддержание оптимального гормонального и вегетативного баланса происходит при участии механизмов саморегуляции, направленных на стабилизацию эстрогенного фона, активизацию автономных нервных механизмов (усиления парасимпатических влияний), мобилизацию циркуляторного звена сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: физиологические предпосылки, витаукт, профессиональные спортсменки, инволютивный период, продолжительный и интенсивный мышечный тренинг.

PREREQUISITES TO THE DEVELOPMENT OF VITAUCT PROCESSES OF WOMEN IN THE INVOLUTIONAL PERIOD IN CONSEQUENCE OF PROLONGED AND INTENSIVE MUSCLE TRAINING

S.V. Pogodina¹, A.A. Pogodin¹, G.D. Aleksaniants²

¹V.I. Vernadskii Crimea Federal University, Simferopol, Republic of Crimea, Russia

²Kuban State University of Physical Culture, Sport and Tourism, Krasnodar, Russia

Abstract

The purpose of the study was to identify prerequisites to the development of vitauct processes of professional female athletes in the involutional period in consequence of prolonged and intensive physical training. The study involved female athletes aged 37-45 and 16-26 years, untrained women 37-45 years.

Research methods: anthropometric, spirometric, dynamometric, immunological, biochemical, hematological, rheographic, gasometric, ergometric, and statistical methods. The study has revealed that some functional parameters of female athletes in the involutional period correspond to the level of female athletes aged 16-26 in consequence of long intensive physical training. At the same time, there is a tendency to relative reduction of functional reserves. Compensatory-adaptive mechanisms provide maintenance of a high level of functional state, which is especially evident during intensive training. Aerobic performance is maintained by reducing the intensity of the formation of metabolic fatigue factors (lactate level), as well as by optimizing the mechanics of breathing, reducing the energy cost of adaptation. Maintenance of optimal hormonal and vegetative balance occurs with participation of self-regulation mechanisms aimed at stabilizing the estrogen background, activation of autonomous nervous mechanisms (strengthening of parasympathetic effects), mobilization of circulatory link of the cardiovascular system.

Keywords: physiological prerequisites, vitauct, professional female athletes, involutional period, long and intensive muscle training.

ВВЕДЕНИЕ

При старении, наряду с угасанием активности функций жизнеобеспечения и обмена веществ, мобилизуются важные приспособительные механизмы – механизмы витайукта. Главными из них являются механизмы саморегуляции, поддерживающие компенсаторно-приспособительные возможности организма и задерживающие прогрессирующую возрастную деградацию [3]. Мощное воздействие на организм оказывает физическая нагрузка, благодаря которой формируются функциональные резервы. При этом общепринятой закономерностью является инволютивно-возрастное снижение резервов организма и, соответственно, величины физической нагрузки [1]. В то же время устойчивый интерес вызывают сегодня технологии интенсивного физического тренинга, продлевающие возрастные периоды с высоким уровнем физических и эстетических параметров телесности, что особенно актуально для женщин [2, 9]. Показано, что у женщин, чья деятельность связана с интенсивными физическими нагрузками (при условии их оптимального дозирования), имеют место феномены кумулятивных эффектов адаптации, позволяющие удерживать высокий, фактически равноценный молодому возрасту, уровень функционального состояния вплоть до завершения периода второй зрелости, о чем все чаще высказываются видные ученые в области спорта, возрастной физиологии, восстановительной и репродуктивной медицины [4, 5, 7, 9]. Более того, современные социально-экономические условия (повышение пенсионного возраста женщин до 60 лет) требуют изучения в организме женщин инволютивного периода физиологических механизмов, направленных на формирование компенсаторно-приспособительных резервов – важнейших в развитии процессов витайукта, что является важной фундаментальной и междисциплинарной задачей. В связи с этим целью работы явилось выявление физиологических предпосылок к развитию процессов витайукта у профессиональных спортсменок инволютивного периода.

МЕТОДЫ

И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Под наблюдением находились действующие профессиональные спортсменки инволютивного (37-45 лет, $n=18$) и репродуктивного (16-26 лет, $n=30$) периодов (МС, МСМК, представители длинных дистанций легкой атлетики, плавания, велоспорта), в контрольную группу вошли нетренированные женщины 37-45 лет, $n=18$, не имеющие отклонений в состоянии здоровья. Все женщины не использовали противозачаточные препараты и дали добровольное информированное согласие. Исследование физического развития и работоспособности проводили с помощью антропометрии (сантиметровая лента), динамометрии (динамометр ручной ДРП-120), спирометрии (спирометр сухой портативный ССП), велоэргометрии (велоэргометр Kettler, Германия) и других функциональных измерений. Определяли длину тела (ΔT), массу тела ($M T$), силу мышц кисти (СМК, %), длину окружности грудной клетки на вдохе и на выдохе ($\Delta O K G$, см), дыхательную экскурсию грудной клетки ($\Delta \Delta$, см), жизненную емкость легких (ЖЕЛ), жизненный индекс (ЖИ, $мл/кг=ЖЕЛ/M T$), силовой индекс (СИ, $\%=СМК/M T$), частоту сердечных сокращений (ЧСС $уд/мин$), артериальное давление систолическое ($\Delta \Delta_{сис т}$), индекс двойного произведения ($\Delta \Pi$, усл.ед.= $\Delta \Delta_{сис т} \times ЧСС$), индекс массы тела ($И M T$, $г/см^2=M T/\Delta T^2$). Физическую работоспособность и аэробные возможности определяли в тесте PWC170 (для нетренированных женщин в модификации PWCASF), в котором выполняли две нагрузки разной мощности ($W_1=65-75$ Вт, ЧСС 150-155 $уд/мин$ и $W_2=130-150$ Вт, ЧСС 165-170 $уд/мин$). Парциальное давление кислорода в выдыхаемом воздухе ($P_{E O_2}$, мм рт.ст.), приведенное к условиям STPD, определяли газометрическим методом. Анализ выдыхаемого воздуха проводили с помощью радиоизмерительного газоанализатора типа ПГА-КМ (для анализа кислорода), минутный объем дыхания ($V_{E'}$, $л \cdot мин^{-1}$), приведенный к условиям VTPS, регистрировали на спирометре пневмотахометрического типа (SPIROBANK G, Италия) на последней минуте нагрузок W_1

и W_2 в тесте PWC170. Потребление кислорода (VO_2 , мл•мин⁻¹) рассчитывали по формуле $VO_2 = V_E \times \Delta P_{E O_2} \times 1000 / 100$, где Δ – разница $P_{E O_2}$ при W_1 и W_2 . Гормональный профиль изучали методом твердофазного иммуноферментного анализа (иммуноферментный полуавтоматический планшетный фотометр Stat Fax 2100, термостат – шейкер на 2 планшета Stat Fax 2200, Awareness Technology, США) содержания гормонов – эстрадиола, фолликулостимулирующего (ФСГ) и лютеинизирующего гормона (ЛГ) (набор реагентов Estradiol ELISA Kit, The Calbiotech, Inc CBI, США, ДС-ИФА–гонадотропины–ФСГ, Гонадотропин ИФА–ЛГ, референсные значения эстрадиола 10-370 пг/мл). В серии исследований уровня лактата (La) использовали анализатор лактата LACTATEPLUS Sports (США), тест-полоски на лактат LactatePlus – TestStrips. Заборы капиллярной крови из пальца проводили с использованием одноразовых ланцетов Safety. Неспецифические реакции изучали путем определения соотношения лейкоцитов в лейкоцитарной формуле с использованием полуавтоматического биохимического анализатора. Вегетативную регуляцию и функции кардиогемодинамики исследовали реографическим методом на восьмиканальном тетраполярном реографе РЕОКОМ Стандарт (ХАИ-МЕДИКА, Украина). Анализ variability сердечного ритма (BCP) осуществляли путем записи ЭКГ с регистрацией 5-минутных фрагментов кардиоинтервалограммы (КИГ). При статистической обработке КИГ анализировали: ЧСС (уд/мин), стандартное отклонение средних значений NN интервалов (SDNN); число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов в массиве (pNN50, p), соотношение трех видов волн различной частотной характеристики (с высокочастотными колебаниями (HF) в границах от 0,15 до 0,4 Гц, низкочастотными колебаниями (LF) в границах от 0,04 до 0,15 Гц и колебаниями очень низкой частоты (VLF) в границах от 0 до 0,04 Гц.). В качестве гемодинамических показателей использовали: ударный объем крови (УОК, мл), минутный объем крови (МОК, л/мин), работоспособность левого желудоч-

ка (РАЖ, кгм). В качестве функциональной пробы предлагали велоэргометрический тест ступенчато-возрастающей нагрузки, в котором по параметрам мощности (W) и интенсивности (ЧСС) моделировались режимы работы – аэробный (W_1 – 50 Вт, ЧСС – 130-140 уд/мин), аэробно-анаэробный (W_2 – 100-120 Вт, ЧСС – 150-160 уд/мин), анаэробно-аэробный (W_3 – 150-220 Вт, ЧСС – 170-185 уд/мин). Исследования проведены в разные периоды менструального цикла (МЦ) – 1-3-й, 8-9-й, 13-16-й, 20-22-й, 26-27-й дни от начала МЦ. Цифровой материал обрабатывался на персональном компьютере с использованием пакета программ STATISTICA 10.0. Проверка соответствия статистических данных закону нормального распределения проводилась с помощью критерия Шапиро-Уилка. Далее проводилось вычисление среднего значения – \bar{x} , стандартной ошибки – Sx. Статистически значимые различия определялись с помощью t-критерия Стьюдента, значимыми различия считались при $p < 0,05$. В случае, когда статистические данные не подчинялись закону нормального распределения, анализ проводили по показателям медианы минимального и максимального значений – Me (min; max), интерквартильного размаха – IQR. Статистически значимые различия определяли используя критерий Т-Вилкоксона и U-критерий Манна-Уитни, значимыми различия считались при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В инволютивном периоде первостепенным является выявление предпосылок к сохранности параметров, напрямую взаимосвязанных с активностью физиологических функций, их качественной реализацией. В первую очередь это касается интегральных критериев, отражающих интенсивность биоэнергетических процессов, и в частности аэробных, так как чем выше активность в их использовании, тем организм жизнеспособнее. Такими критериями являются ИМТ, указывающий на интенсивность окислительных реакций в обмене веществ, а также СИ, отражающий метаболическую активность мышечной ткани,

ее митохондриального аппарата в поглощении кислорода. У спортсменок инволютивного периода было установлено значимое увеличение ИМТ до $348,22 \pm 3,89$ г/см относительно показателя 16-26 лет – $306,75 \pm 4,71$, $p < 0,01$. При этом у спортсменок 37-45 и 16-26 лет показатель СИ не имел достоверных различий (соответственно, $60,37 \pm 4,27$ против $53,15 \pm 3,42$, $p > 0,05$), то есть повышение ИМТ в возрасте 37-45 лет не сопровождалось увеличением активности мышечной ткани. Данный факт говорит о снижении интенсивности окислительных процессов и падении аэробных резервов у спортсменок 37-45 лет. Основными системами, определяющими аэробную производительность, являются дыхательная и сердечно-сосудистая системы (ССС), а показателями, соответственно, – ЖИ, ДП и VO_2 . У спортсменок 37-45 лет отмечали сравнительное снижение ЖИ до значений $48,38 \pm 4,69$ мл/кг, $p < 0,05$. В то время как индекс ДП, характеризующий систолическую работу сердца, не имел значимых групповых различий и варьировал в пределах $80,12 \pm 7,14$ и $84,23 \pm 4,56$ усл. ед., $p > 0,05$. То есть, у спортсменок 37-45 лет функциональные резервы легких, обеспечивающие адекватную кислородному запросу легочную вентиляцию, имели тенденцию к снижению, тогда как резервы миокарда соответствовали 16-26 годам. В свою очередь, в группах спортсменок было определено отсутствие достоверных возрастных различий в величинах

VO_2 на ступенях нагрузки в тесте PWC_{170} (таблица 1), и, очевидно, должны существовать механизмы, позволяющие спортсменкам 37-45 лет при сниженных резервах системы дыхания поддерживать равнозначный с 16-26 годами уровень потребления кислорода.

В связи с этим обращает на себя внимание установленный у спортсменок 37-45 лет факт сравнительно высокой дыхательной экскурсии грудной клетки (соответственно, $8,21 \pm 1,12$ против $5,10 \pm 0,59$ см, $p < 0,05$), что может обсуждаться в качестве компенсаторно-приспособительного механизма, позволяющего сохранять вентиляторную функцию и доставку кислорода в легкие на высоком уровне. Также достижение в инволютивном периоде равнозначной молодым спортсменкам величины VO_2 регистрировали при меньшей мощности нагрузки W_2 , чем в 16-26 лет (соответственно, $1089,9 \pm 21,66$ против $1349,2 \pm 23,57$ кг.м.мин⁻¹, $p < 0,05$), что говорит об экономизации энергозатрат и может способствовать удержанию высокой аэробной производительности. Аналогичные показатели аэробных возможностей женщин контрольной группы находятся на сравнительно низком функциональном уровне.

Инволютивно-возрастные процессы в женском организме характеризуются снижением гонадной гормональной активности. При изучении гормонального профиля спортсменок 37-45 лет установлено, что уровень ФСГ на 2-3-й день МЦ составляет $25,4 \pm 1,42$ мМЕ/

Таблица 1 – Показатели физической работоспособности и аэробных возможностей в исследуемых группах женщин

Table 1 – Indicators of physical workability and aerobic capacity of surveyed female groups

Группы женщин / Female groups	ЧСС, уд/мин / heart rate, pulse per minute	W_1 , кг . м . мин ⁻¹ / kg : m min	VO_2 , мл-мин ⁻¹ / ml min	ЧСС, уд/мин / heart rate, pulse per minute	W_2 , кг . м . мин ⁻¹ / kg : m min	VO_2 , мл-мин ⁻¹ / ml min
спортсменки 37-45 лет / female athletes aged 37-45	$152,09 \pm 2,68$	$845,22 \pm 11,04$	$2000,96 \pm 17,43$	$168,09 \pm 2,68$	$1089,9 \pm 21,66$	$3398,37 \pm 17,10$
спортсменки 16-26 лет / female athletes aged 16-26	$154,30 \pm 2,98$	$849,35 \pm 13,05$	$1942,12 \pm 17,24$	$164,30 \pm 2,98$	$1349,2 \pm 23,57$	$3240,08 \pm 14,79$
контрольная группа 37-45 лет / control group 37-45	$155,15 \pm 3,03$	$451,3 \pm 7,47$	$1096,2 \pm 21,45$	$166,15 \pm 3,03$	$689,9 \pm 28,72$	$1958,7 \pm 16,27$
p 1,2	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p > 0,05$
p 1,3	$p > 0,05$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,01$	$p < 0,001$
p 2,3	$p > 0,05$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$

мл, а содержание ЛГ в межменструальный период – $70,9 \pm 4,49$ мМЕ/мл, что превышает пороговые значения нормы для репродуктивного возраста. Также уровень эстрадиола в предполагаемый период овуляции по значениям Me (min; max) в группах женщин инволютивного периода в сравнении с 16-26 годами достоверно ниже (13-16-й день, соответственно, $p=0,022090$ и $p=0,01873$), что свидетельствует о снижении возможности наступления овуляции (таблица 2). Содержание эстрадиола в инволютивном периоде колеблется в широком диапазоне, что обусловлено дисбалансом нейро-гормональной регуляции. Значения 75/25%IQR у спортсменок 37-45 лет говорят о сравнительно меньших уровневых перепадах этого гормона (спортсменки 37-45 лет – 75/25%IQR=48, контроль – 75/25%IQR=138) и о большей эффективности компенсаторно-приспособительных механизмов стероидогенеза, выравнивающих эстрогенный фон.

Важнейшая роль в формировании условий, повышающих приспособительные возможности организма, принадлежит системе крови и ее неспецифической резистентности к сдвигам внутренней и внешней среды. Нами определено формирование неспецифических реакций у спортсменок 37-45 лет на уровне спокойной активации (лимфоциты в диапазоне $27,95 \pm 0,61 - 30,34 \pm 0,69\%$, $p > 0,05$), что стабилизировано в течение МЦ. В то время

как у спортсменок 16-26 лет отмечали колебания неспецифической активности от уровня реакции тренировки до уровня реакции повышенной активации (лимфоциты в диапазоне $26,82 \pm 1,36 - 34,94 \pm 0,26\%$, $p < 0,05$). Формирование уровня активности неспецифических механизмов адаптации происходило при различной динамике накопления метаболических факторов утомления в условиях работы разной интенсивности и предельной мощности. У спортсменок инволютивного периода выявлен факт отсутствия достоверного повышения La в значении Me (min; max) при переходе на высокоинтенсивный режим работы W_3 (37-45 лет – W_1 La=4 (2; 4) ммоль/л; W_2 La=6 (4; 6) ммоль/л, $p=0,003346$; W_3 La=8 (0,5; 10) ммоль/л, $p=0,054061$; 16-26 лет – W_1 La=4 (2; 4); W_2 La=6 (4; 6), $p=0,007686$; W_3 La=8 (6; 13,5) ммоль/л, $p=0,007686$).

Учитывая, что метаболические факторы утомления усиливают ответ со стороны ЦНС и повышают энергетическую «цену» адаптации, то у спортсменок 37-45 лет отмечается понижение ее цены. Это способствует экономизации и сохранению аэробных резервов при смешанных режимах работы за счет снижения интенсивности гликолитических реакций и повышает способность организма переносить высокоинтенсивные физические нагрузки [10]. Также достижение спортсменками 37-45 лет сравнительно узкого диапазона метаболической реакции свидетельствует

Таблица 2 – Содержание эстрадиола (пг/мл) в организме исследуемых групп женщин в разные периоды МЦ
Table 1 – body estradiol content (pg/ml) of surveyed female groups in different periods of menstruation cycle

Дни МЦ / Days of menstrual period	Min	25% IQR	Me	75% IQR	Max
спортсменки 37-45 лет / female athletes aged 37-45					
1-3	65,83	94,5	118	142	177,95
8-9	61,24	79	86	94	100
13-16	83	86	93	96	97,55
20-22	50	77	79	79	80
26-27	50	73	78	78	80
спортсменки 16-26 лет / female athletes aged 16-26					
1-3	59,95	80,2	92,8	113	123,3
8-9	30,1	59	82,7	150	198,5
13-16	50	80	103,8	139	183,3
20-22	36,99	70	94	113,9	165,1
26-27	31,27	50	74	91	98,3
контрольная группа женщин 37-45 лет / control female group aged 37-45					
1-3	43,32	48,5	51,9	159,9	267,5
8-9	20,87	42	50	180	200
13-16	42	52,4	53,1	123	206,8
20-22	39,45	41	47	164	267
26-27	42,8	59	60	167	291

об устойчивом алгоритме энергообмена, что является отражением эффекта кумуляции. В контрольной группе установлены сравнительно низкие уровни активности неспецифических реакций (преимущественно реакции ориентировки и тренировки) с элементами напряжения по показателю соотношения эозинофилов в пределах низкой границы нормы (1%). При этом определен сравнительно высокий уровень La в значениях Me (min; max) в условиях низкоинтенсивных режимов работы ($W_1 La=6$ (5; 6) ммоль/л; $W_2 La=9$ (6; 9,5) ммоль/л, $p=0,006375$; $W_3 La=8$ (2,5; 8) ммоль/л, $p=0,0042561$), что говорит о высокой энергетической цене и несовершенстве регуляторных механизмов адаптации.

Сохранению приспособительных резервов способствует сбалансированная вегетативная нервная регуляция, которая в женском организме находится во взаимосвязи с содержанием эстрогенов, оказывающих влияние на барорефлекторную чувствительность и эффективность миокардиальных механизмов [6, 8]. Инволютивные периоды женщины характеризуются снижением продукции эстрогенов, что влияет на высшую нервную деятельность и влечет за собой преобладание процессов возбуждения, нарушение вегетативной регуляции CCC [7]. Статистический анализ ВСР в исходном состоянии показал, что в течение МЦ величины SDANN, характеризующие уровень интегральной нейрогуморальной регуляторной активности у спортсменок 37-45 и 16-26 лет, находились в равнозначном диапазоне – $46,8 \pm 2,09$ - $70,2 \pm 3,00$ и $46,5 \pm 1,32$ - $69,6 \pm 2,24$, $p > 0,05$. В свою очередь, диапазон величин SDANN контрольной группы находился в сравнительно низких границах – $26,5 \pm 1,83$ - $60,1 \pm 2,43$, $p < 0,05$. Анализ соотношения симпато-парасимпатических влияний выявил наиболее выраженные групповые различия в величинах показателя $pNN50$, диапазон значений которого у спортсменок 37-45 лет находился в пределах от $8,5 \pm 4,66$ до $17,0 \pm 1,66$ %, в контроле – в пределах $15,0 \pm 1,20$ - $3,07 \pm 0,2$, $p < 0,05$ а у спортсменок 16-26 лет – в пределах от $17,4 \pm 2,76$ до $42,1 \pm 3,22$ %, $p < 0,01$. Выявленная тенденция говорит о падении парасимпатических влия-

ний в группах 37-45 лет. Показатели, характеризующие симпато-адреналовые влияния, имели сравнительно высокие значения в группах 37-45 лет. Диапазон значений ИН в группах 37-45 лет также находился в сравнительно высоких пределах, что особенно было выражено в контрольной группе (спортсменки 37-45 лет – $206,0 \pm 5,96$ и $408,8 \pm 3,9$ усл. ед., контроль – $227,0 \pm 8,59$ - $458,9 \pm 3,34$, усл. ед., $p < 0,05$, спортсменки 16-26 лет – $19,4 \pm 2,79$ и $53,3 \pm 24,71$ усл. ед., $p < 0,001$). В то же время спектральный анализ ВСР показал, что величины мощности колебаний в спектре LF- и HF-волн находятся в группах спортсменок в равнозначном диапазоне (LF-волны 37-45 лет – $1719,6 \pm 16,26$ - $480,0 \pm 3,52$ мс², 16-26 лет – $1666,8 \pm 18,20$ - $453,23 \pm 8,69$ мс², $p > 0,05$; HF-волны 37-45 лет – $2428,6 \pm 19,50$ - $477,5 \pm 7,65$ мс²; 16-26 лет – $2065,9 \pm 14,8$ - $591,37 \pm 16,95$ мс², $p > 0,05$). Тогда как мощность колебаний VLF-волн у спортсменок инволютивного периода была достоверно ниже (37-45 лет – $888,8 \pm 7,74$ - $376,3 \pm 6,80$ мс², 16-26 лет – $1581,8 \pm 17,66$ - $1055,94 \pm 19,56$ мс², $p < 0,01$), то есть определялось снижение централизации в управлении сердечным ритмом, что является благоприятным фактором вегетативной регуляции. В контрольной группе мощность колебаний в спектре LF-, HF-волн была достоверно ниже (LF-волны – $1402,9 \pm 11,36$ - $332,2 \pm 9,76$ мс², $p < 0,05$; HF-волны – $1691,1 \pm 12,64$ - $208,7 \pm 4,86$ мс², $p < 0,05$), а в спектре VLF-волн, напротив, достоверно выше (VLF-волны – $1065,65 \pm 11$ - $561,1 \pm 12,24$ мс², $p < 0,05$). Физическая нагрузка в высокоинтенсивном (анаэробно-аэробном) режиме W_3 являлась критерием, определяющим регуляторные резервы. В завершении работы в данном режиме в группах спортсменок в межменструальный период (8-27-й день от начала МЦ) установлено снижение значений мощности VLF-волн и достоверное повышение значений мощности HF-волн, что создает условия для повышения резервов механизма автономной регуляции. В контроле отмечено повышение мощности WLF- и LF-волн, что говорит о напряжении регуляторных механизмов.

Анализ кардиогемодинамики в условиях режима работы W_3 позволил дифференцировать

резервные возможности циркуляторного и кардиального звеньев ССС. Показатели МОК и УОК в течение МЦ в исходном состоянии у спортсменок инволютивного периода в сравнении с 16-26 годами были достоверно ниже (диапазон МОК в 37-45 лет – $4,3 \pm 0,03 - 6,2 \pm 0,83$ л/мин, 16-26 лет – $4,7 \pm 0,08 - 6,9 \pm 0,61$ л/мин, $p < 0,05$; диапазон УОК в 37-45 лет – $59,7 \pm 1,92 - 73,9 \pm 2,36$ мл; 16-26 лет – $61,9 \pm 1,45 - 82,6 \pm 1,78$ мл, $p < 0,05$), в то время как в завершении работы не имели достоверных различий (диапазон МОК в 37-45 лет – $14,6 \pm 0,66 - 16,9 \pm 0,56$ л/мин; 16-26 лет – $14,6 \pm 0,43 - 13,8 \pm 0,89$ л/мин, $p > 0,05$; диапазон УОК в 37-45 лет – $88,2 \pm 1,20 - 96,6 \pm 3,11$ мл; 16-26 лет – $81,4 \pm 1,59 - 96,8 \pm 3,92$ мл, $p > 0,05$). Также доля ЧСС в приросте МОК в течение МЦ в группах спортсменок была равнозначной (диапазон 37-45 лет – $123,32 \pm 6,14 - 130,71 \pm 2,43\%$; 16-26 лет – $118,78 \pm 4,24 - 141,35 \pm 6,75\%$, $p > 0,05$), тогда как доля УОК в приросте МОК у спортсменок 37-45 лет была достоверно выше и находилась в диапазоне $19,09 \pm 1,02 - 26,9 \pm 2,27\%$, а в 16-26 лет максимальный предел УОК достигал $17,05 \pm 2,68\%$, $p < 0,05$. Необходимо отметить, что у спортсменок 16-26 лет в течение МЦ определялись отрицательные инотропные эффекты в менструальном и предменструальном периодах (снижение УОК в пределах 8-22%), что, очевидно, обусловлено падением эстрогенного фона и не характерно для 37-45-летних спортсменок. В свою очередь, суммарная доля прироста РЛЖ и МОК в периодах МЦ у спортсменок инволютивного периода составила, соответственно, $344,6 \pm 7,26$ и $835,2 \pm 6,87\%$, а в 16-26 лет – $410,3 \pm 6,61$ и $532,9 \pm 9,02\%$, $p < 0,05$, $p < 0,01$. Выявленные факты говорят о том, что

достижение спортсменками 37-45 лет равнозначной с 16-26 годами величины МОК при выполнении работы в режиме W3 происходило при сравнительно меньшем напряжении кардиального компонента и большей мобилизации циркуляторного звена ССС. Сравнение аналогичных регуляторных и кардиогемодинамических показателей контрольной группы показало качественно низкий уровень вегетативной регуляции, что особенно проявлялось при выполнении нагрузочного теста и выражалось в неблагоприятном алгоритме регуляции – значительным повышением мощности LF- и VLF-волн, падением РЛЖ и УОК ниже исходного уровня при выполнении работы в низкоинтенсивных режимах.

ВЫВОДЫ

1. В результате продолжительного высокоинтенсивного физического тренинга у женщин инволютивного периода формируются физиологические предпосылки к развитию процессов витаукта, направленные на поддержание высокого уровня функций основных систем благодаря компенсаторно-приспособительным механизмам.
2. Аэробная производительность поддерживается за счет оптимизации механики дыхания, снижения интенсивности формирования метаболических факторов утомления и энергетической цены адаптации. Поддержание оптимального гормонального и вегетативного баланса происходит при участии механизмов саморегуляции, направленных на стабилизацию эстрогенного фона, активизацию автономных нервных механизмов, мобилизацию функций гемодинамики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронков, Ю.И. Медико-биологические и психолого-педагогические проблемы здоровья и долголетия в спорте / Ю.И. Воронков, А.Я. Тизул. – М.: Советский спорт, 2011. – 228 с.
2. Майер, Ф. Интенсивность и эффективность силовых тренировок у лиц пожилого возраста / Ф. Майер, Ф. Шархаг-Розенбергер, А. Карлсон, М. Кассел, С. Мюллер, Й. Шархаг // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2011. – № 11 (95). – С. 35-41.
3. Сейфулина, Г.В. Проявление витаукта среди женщин пожилого возраста как приспособительная реакция организма при старении / Г.В. Сейфулина // Перспективы науки. – 2015. – № 9 (72). – С. 105-108.
4. Стаценко, М.Е. Гендерные и возрастные особенности адаптации организма к завершению спортивной деятельности: монография / М.Е. Стаценко, И.В. Федотова. – Волгоград: Волгоградский государственный медицинский университет, 2011. – 176 с.
5. Якимович, В.С. Возраст спортсменов и олимпийский спорт: миф и реальность / В. С. Якимович // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – Т. 20. – С. 3011-3015.
6. Bernardo, A. Effects of hypertension and exercise on

- cardiac proteome remodeling / A. Bernardo, P. Octavio, L. Franco // *Bio Med Research International*. – 2014. – Vol. 2014. – P. 1-14.
- Chapman, A.B. Systemic and renal hemodynamic changes in the luteal phase of the menstrual cycle mimic early pregnancy / A.B. Chapman, S. Zamudio, W. Woodmansee et. al. // *Am. J. Physiol.* – 1997. – Vol. 273 (42). – P. 777-782.
 - Christensen, A. Hormonal regulation of female reproduction / A. Christensen, G.E. Bentley, R. Cabrera et. al. // *Hormone and Metabolic Research*. – 2012. – Vol. 44(8). – P. 587-91.
 - Cockcroft, E.J. High intensity interval exercise is an effective alternative to moderate intensity exercise for improving glucose tolerance and insulin sensitivity in adolescent boys / E. J. Cockcroft, C.A. Williams, O.W. Tomlinson [et al.] // *Journal of Science and Medicine in Sport*. – 2015. – Vol. 18. – № 6. – P. 720-724.
 - Eckberg, D.L. Sympathovagal balance: a critical appraisal / D.L. Eckberg // *Circulation*. – 1997. – № 96. – P. 3224-3232.

REFERENCES

- Voronkov, Iu. I., Tizul A.Ia. Medical, biological, psychological and pedagogical issues of health and longevity in sports. Moscow, Sovetskii sport Publ., 2011, 228 p.
- Maier F., Sharkhag-Rozenberger F., Karlson A., Kassel M., Miuller S., Sharhag J. Intensity and effectiveness of power training for elderly people. Therapeutic exercises and sport medicine [Lechebnaia fizkultura i sportivnaia meditsina]. 2011, no. 11(95), pp. 35-41.
- Seifulina G.V. Vitauct occurrence among elderly women as an adaptive body response to aging. *Perspektivy nauki* [Science perspectives]. 2015, no. 9(72), pp. 105-108.
- Statsenko M.E., Fedotova, I.V. Gendernye i vozrastnye osobennosti adaptatsii organizma k zaversheniyu sportivnoy deyatel'nosti: monografiya [Gender and age peculiarities of body's adaptation to the termination of sport career: monograph]. Volgograd, Volgograd State Medical University Publ., 2011, 176 p.
- Iakimovich V.S. Age of athletes and Olympic sports: myths and reality. *Nauchno-metodicheskii elektronnyi zhurnal «Kontsept»* ["Concept" e-journal on science and methodics]. 2014, vol. 20, pp. 3011-3015.
- Bernardo A., Octavio P., Franco L. Effects of hypertension and exercise on cardiac proteome remodeling. *Bio Med Research International*. 2014, vol. 2014, pp. 1-14.
- Chapman A.B., Zamudio S., Woodmansee W. et. al. Systemic and renal hemodynamic changes in the luteal phase of the menstrual cycle mimic early pregnancy. *Am. J. Physiol.* 1997, vol. 273 (42), pp. 777-782.
- Christensen A., Bentley G.E., Cabrera R. et. al. Hormonal regulation of female reproduction. *Hormone and Metabolic Research*. 2012, vol. 44(8), pp. 587-91.
- Cockcroft E.J. Williams C.A., Tomlinson O.W. [et al.] High intensity interval exercise is an effective alternative to moderate intensity exercise for improving glucose tolerance and insulin sensitivity in adolescent boys. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2015, vol. 18, no. 6 pp. 720-724.
- Eckberg, D.L. Sympathovagal balance: a critical appraisal. *Circulation*. 1997, no. 96. pp. 3224-3232.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Погодина Светлана Владимировна (Pogodina Svetlana Vladimirovna) – доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой спорта и физического воспитания, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», sveta_pogodina@mail.ru, ORCID: 000-0003-0558-006X.

Погодин Андрей Александрович (Pogodin Andrej Aleksandrovich), заслуженный работник физической культуры и спорта Республики Крым, преподаватель кафедры спорта и физического воспитания, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», andrei_mordvin@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1098-0773.

Алексанянц Гайк Дереникович (Aleksanyants Gaik Derenikovich) – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и спортивной медицины, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», alexanyanc@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3504-9483.

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Погодина, С.В. Предпосылки к развитию процессов витаукта у женщин инволютивного периода в результате продолжительного и интенсивного мышечного тренинга / С.В. Погодина, А.А. Погодин, Г.Д. Алексанянц // *Наука и спорт: современные тенденции*. – 2019. – Т. 7, № 3. – С. 108-115. DOI: 10.36028/2308-8826-2019-7-3-108-115

FOR CITATION

Pogodina S.V., Pogodin A.A., Aleksanyants G.D. Prerequisites to the development of vitauct processes of women in the involutinal period in consequence of prolonged and intensive muscle training. *Science and sport: current trends*, 2019, vol. 7, no. 3, pp. 108-115 (in Russ.). DOI: 10.36028/2308-8826-2019-7-3-108-115