

ДЕРЯГИНА Лариса Евгеньевна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры психологии Московского университета МВД России имени В.Я. Кикотя. Автор 156 научных публикаций, в т. ч. трех монографий

БЕСТАЕВА Анастасия Львовна, курсант факультета подготовки психологов Московского университета МВД России имени В.Я. Кикотя

ШИПИЛЕВА Наталья Вячеславовна, курсант факультета подготовки психологов Московского университета МВД России имени В.Я. Кикотя

ЛЕВЧЕНКО Нелли Яковлевна, курсант факультета подготовки психологов Московского университета МВД России имени В.Я. Кикотя

ГОЛДОБИН Егор Вячеславович, курсант факультета подготовки психологов Московского университета МВД России имени В.Я. Кикотя

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗЕРВЫ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ РИТМА СЕРДЦА У КУРСАНТОВ УНИВЕРСИТЕТА МВД ПЕРВОГО ГОДА ОБУЧЕНИЯ

Авторами проведено исследование реакций кардиореспираторной системы и вегетативной регуляции ритма сердца в ответ на дозированную физическую нагрузку у курсантов Московского университета МВД России имени В.Я. Кикотя первого года обучения. В основу ранжирования групп были положены признаки курения и интенсивности занятий спортом. У всех курсантов выявлен нормотонический тип реакции на физическую нагрузку, при этом в состоянии покоя у курящих курсантов зарегистрировано более напряженное функционирование исследуемых систем. У курсантов, систематически занимающихся спортом, выявлен более высокий уровень функциональных резервов кардиореспираторной системы. Интегральный показатель – уровень функционального состояния – во всех группах находился на нижней границе нормы, соответствуя предельно допустимому уровню. В совокупности с его снижением после физической нагрузки данный факт можно расценивать как состояние утомления. Детальный анализ расчетных показателей статистического анализа вариабельности ритма сердца (ВРС) показал умеренное преобладание активности симпатического отдела автономной нервной системы у курящих курсантов. Анализ вегетативной регуляции ритма сердца после нагрузки показал особенности, проявившиеся в снижении активности симпатической системы после физической нагрузки, особенно у курящих курсантов. Оценка вклада частотных диапазонов HF, LF и VLF в исследуемых группах продемонстрировала различия в механизмах регуляции ритма сердца в покое: в группе спортсменов достоверно доминировал высокочастотный HF-диапазон, который соотносится с вкладом парасимпатического отдела АНС. Интегральная оценка параметров спектрального анализа показала доминирование надсегментарных регуляторных влияний (медленных волн 2-го порядка) во всех группах после нагрузки наряду с достоверным повышением индекса централизации и индекса активности подкорковых нервных центров, что расценивается как компенсаторный механизм

поддержания оптимального уровня функционирования сердца при напряжении процессов адаптации к учебной и служебной деятельности.

Ключевые слова: *сердечно-сосудистая система, жизненная емкость легких, физическая нагрузка, вариабельность ритма сердца, регуляторные влияния, курение, занятия спортом.*

Высокий уровень физической подготовки является значимым компонентом профессионально важных качеств сотрудников правоохранительных органов. Это обусловлено необходимостью быть в постоянной готовности, действовать в различных экстремальных ситуациях по противостоянию правонарушителям [1–4]. Система физической подготовки в образовательных учреждениях МВД России четко регламентирована. Однако успешность и результативность занятий физической культурой определяются не только сформированностью структуры этой подготовки, но и имеющимися функциональными резервами организма курсантов [5].

Уровень функциональных резервов в значительной степени зависит от характера компенсаторно-приспособительных реакций [6], которые определяются соответствующим паттерном регуляторных влияний [7]. Ведущими системами обеспечения двигательной активности являются сердечно-сосудистая и дыхательная, обеспечивающие гомеостаз дыхательных газов и должный уровень метаболизма [8]. В состоянии покоя функционирование кардиореспираторной системы регулируется рефлексивно, при физической нагрузке происходит ее модулирование, как правило, путем активации симпатического отдела автономной нервной системы [9]. Известно, что у тренированных людей в покое организм работает экономно, что позволяет выдерживать высокие физические нагрузки в экстремальных условиях деятельности. Снижению адаптационных резервов организма способствуют многие факторы: стресс, снижение двигательной активности, вредные привычки, в частности курение [10]. В доступной литературе накоплено достаточно сведений о ходе адаптационно-приспособительных реакций в процессе учебной и трудовой дея-

тельности различных групп исследуемых [11]. Однако разнонаправленность полученных результатов требует дальнейшего изучения этого вопроса.

Целью нашего исследования стало выявление зависимости функциональных резервов кардиореспираторной системы организма и особенностей вегетативной регуляции ритма сердца у курсантов от интенсивности занятий спортом и курения.

Материалы и методы. В исследовании принимали участие 56 практически здоровых курсантов первого курса факультета подготовки психологов – 49 девушек и 7 юношей. Средний возраст составил $17,5 \pm 0,5$ лет. Были выделены три группы: I – курсанты, не курящие и не занимающиеся спортом (33 чел.: 31 девушка и 2 юноши), II – курсанты, регулярно занимающиеся спортом (11 чел.: 9 девушек и 2 юноши), III – курящие курсанты (12 чел.: 9 девушек и 3 юноши). Исследование проводили в конце первого года обучения в утренние часы, через 3 часа после приема пищи. Протокол исследования включал два этапа: первый – регистрация параметров кардиореспираторной системы и вариабельности ритма сердца в состоянии покоя, затем обследуемые выполняли стандартную физическую нагрузку (ФН) – пробу Мартине-Кушелевского (20 глубоких приседаний за 30 с). Вторым этапом заключался в регистрации вышеназванных параметров непосредственно после пробы.

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы оценивали по параметрам артериального давления (АД) и частоте сердечных сокращений (ЧСС), которые измеряли с помощью автоматического тонометра «Омрон M₂Classic» (Китай), рассчитывали пульсовое давление (ПД), жизненную емкость легких (ЖЕЛ) измеряли сухим спирометром ССП

(Россия). Вегетативную регуляцию оценивали по параметрам ВРС по методике Р.М. Баевского [2] посредством устройства психофизиологического тестирования «Психофизиолог – УПФТ-1/30» (Медиком МТД, г. Таганрог, Россия). Регистрировали электрокардиограмму (ЭКГ) во втором стандартном отведении в положении сидя в режиме ВКМ-128 (128 кардиоинтервалов). Оценивали показатели статистического анализа: стандартное отклонение интервала RR (SDNN, мс), моду – Мо (с), амплитуду моды – Амо (%), вариационный размах (ВР), индекс напряжения регуляторных систем (ИН). При спектральном анализе определяли значения мощностей высокочастотных (HighFrequency – HF, дыхательные волны) 0,4–0,15 Гц (2,5–6,5 с), низкочастотных (LowFrequency – LF, медленные волны 1-го порядка) 0,15–0,04 Гц (6,5–25 с) и очень низкочастотных (VeryLowFrequency – VLF, медленные волны 2-го порядка) 0,04–0,003 Гц (25–333 с) диапазонов согласно Евро-Американским рекомендациям [12]. Общая мощность спектра – TP (TotalPower) – опреде-

лялась как сумма мощностей в диапазонах HF, LF и VLF. По данным спектрального анализа сердечного ритма вычисляли индекс вагосимпатического взаимодействия LF/HF, индекс централизации IC, индекс активности подкорковых центров IAPC [13].

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы SPSS Statistics V21×86. Нормальность распределения проверяли по тесту Шапиро-Уилка для малых выборок. Поскольку распределение практически всех показателей было далеко от нормального, для сравнения групп использовались методы непараметрической статистики (тест Краскела-Уоллеса для рангов совместно с методом множественных сравнений рангов и медианный тест, ранговый критерий для повторных измерений Вилкоксона). Для описаний показателей в группах в качестве характеристик положения и рассеяния использовались медиана и квартили.

Результаты и обсуждение. Первым этапом анализа было сопоставление параметров функционирования кардиореспираторной системы в покое и после физической нагрузки (табл. 1).

Таблица 1

ПАРАМЕТРЫ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ КУРСАНТОВ УНИВЕРСИТЕТА МВД ПЕРВОГО ГОДА ОБУЧЕНИЯ

В покое					
Группа	ЧСС	АДсисг	АДдиаст	ПД	ЖЕЛ
I	76,6 (70,0; 84,0)	108,0 (104,0; 114,0)	68,0 (62,0; 73,0)	41,5 (37,0; 45,0)	3,65 (3,0; 4,0)
II	72,0 (66,0; 79,0)	115,0 (106,0; 124,0)	66,0 (62,0; 73,0)	45,0 (39,0; 45,0)	4,2 (4,1; 4,6)
III	77,7*б (73,0; 84,0)	113,0 (105,0; 118,0)	69,0 (63,0; 73,0)	44,0 (37,0; 53,0)	3,8*б (3,0; 4,5)
После нагрузки					
Группа	ЧСС	АДсисг	АДдиаст	ПД	ЖЕЛ
I	84,0*в (75,0; 96,0)	121,0 (115,5; 139,5)	69,5 (67,0; 76,0)	53,0 (41,0; 63,0)	3,5 (3,2; 4,0)
II	90,0**а, в (78,0; 93,0)	124,0 (115,0; 130,0)	69,0 (56,0; 72,0)	58,0 (53,0; 64,0)	4,4*а, в (3,5; 4,7)
III	82,0 (77,0; 90,0)	126,0 (122,0; 140,0)	70,0 (59,0; 79,0)	59,0 (53,0; 71,0)	3,5 (3,0; 3,9)

Примечание: различия достоверны при * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, в сравнении с: а – I группой, б – II группой, в – III группой.

Вследствие отсутствия статистически значимых различий между юношами и девушками анализ по группам проводился в целом, без учета гендерной разницы. Достоверные различия ($p \leq 0,01$) наблюдались по ЧСС и ЖЕЛ в покое между группами II и III. Параметры артериального давления в сравниваемых группах в состоянии покоя не имели достоверных различий.

После стандартной пробы Мартине-Кушелевского в I и II группах достоверно ($p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$) повысились уровни ЧСС и АД (систолического и незначительно диастолического). Такой тип реакции на физическую нагрузку можно расценивать как нормотонический. Параметры ЖЕЛ имели тенденцию к снижению в I и II группах. Детальный анализ показал следующую картину: максимальный прирост ЧСС ($p \leq 0,01$) наблюдался во II группе, минимальный – в III группе. Изменения ЖЕЛ носили разнонаправленный характер: в I и II группах наблюдалось повышение данного параметра, в III – снижение. Эти изменения носили характер тенденции.

Второй этап анализа включал изучение регуляторных механизмов сердечного ритма

(табл. 2). Интегральный показатель – уровень функционального состояния (УФС), отражающий соотношение средней длительности кардиоинтервалов (RRNN) и их среднеквадратичного отклонения (SDNN), – во всех группах находился на нижней границе нормы, соответствуя предельно допустимому уровню. В совокупности с его снижением после физической нагрузки данный факт можно расценивать как состояние утомления.

Детальный анализ расчетных показателей статистического анализа ВРС не выявил отклонений от общепринятой нормы. Ранжирование по группам показало умеренное преобладание активности симпатического отдела автономной нервной системы (АНС) в III группе по сравнению с I и II группами (параметры Мо, АМО, SDNN, ИН, ВР). Аналогичные результаты получены в исследовании О.В. Власовой [14]. После пробы Мартине-Кушелевского наблюдалось снижение активности симпатического отдела АНС, более выраженное в III группе.

Анализ данных спектрального анализа не выявил достоверных различий в общей мощно-

Таблица 2

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РИТМА СЕРДЦА КУРСАНТОВ УНИВЕРСИТЕТА МВД ПЕРВОГО ГОДА ОБУЧЕНИЯ

В покое						
Группа	Мода	Амо	SDNN	ИН	ВР	УФС
I	775,00 (675,00; 875,00)	26,40 (23,77; 31,49)	84,00 (72,00; 116,00)	39,80 (23,34; 53,18)	471,00 (364,00; 594,00)	2,00 (0,00; 2,00)
II	875,00 (825,00; 1025,00)	24,59 (20,63; 26,77)	83,5 (74,00; 102,00)	28,12 (23,24; 44,10)	448,50 (401,00; 543,00)	1,5 (0,00; 2,00)
III	925,00**а, в (825,00; 925,00)	32,28 (20,47; 34,92)	75,00 (54,00; 100,00)	46,15 (23,34; 88,03)	352,00 (244,00; 480,00)	2,00 (2,00; 4,00)
После нагрузки						
Группа	Мода	Амо	SDNN	ИН	ВР	УФС
I	700,00 (575,00; 825,00)	22,67 (16,53; 29,13)	103,50 (72,00; 145,00)	31,47 (16,49; 56,32)	480,00 (352,00; 705,00)	0,0 (0,00; 2,00)
II	650,00 (575,00; 725,00)	25,28 (16,66; 31,20)	114,50 (73,00; 159,00)	33,41 (18,58; 48,95)	472,00 (444,00; 556,00)	0,0 (0,00; 1,00)
III	675,00 (575,00; 925,00)	26,77 (15,74; 33,33)	99,00 (68,00; 145,00)	38,61 (13,26; 78,59)	520,00**а, в (292,00; 602,00)	1,0 (0,00; 2,00)

Примечание: различия достоверны при * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$ в сравнении с: а – I группой, б – II группой, в – III группой.

сти спектра (TP) между группами в состоянии покоя. После нагрузки наблюдалось достоверное ($p \leq 0,01$) увеличение данного параметра во всех группах, наиболее выраженное во II группе (рис. 1).

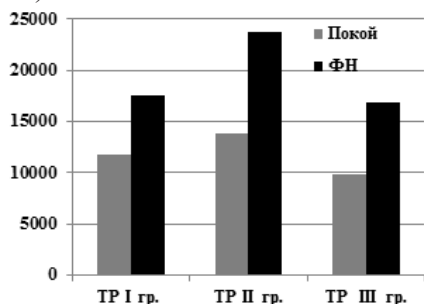


Рис. 1. Суммарная мощность спектра в состоянии покоя и после ФН

Оценка вклада частотных диапазонов HF, LF и VLF в исследуемых группах продемонстрировала различия в механизмах регуляции ритма сердца в покое (рис. 2). В I группе наблюдалось незначительное преобладание активности в LF-диапазоне. В III группе отмечался равный вклад всех частотных диапазонов.

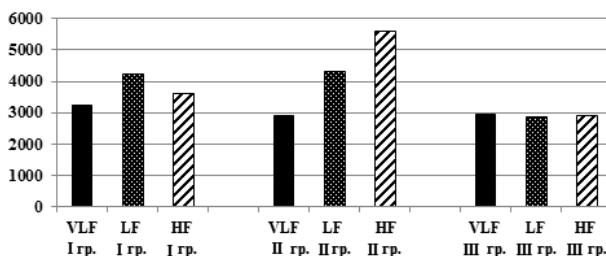


Рис. 2. Вклад частотных диапазонов в суммарную мощность спектра в состоянии покоя

Принципиально отличалась II группа, в которой достоверно ($p \leq 0,01$) доминировал высокочастотный HF – диапазон, который соотносится с вкладом парасимпатического отдела АНС.

Индекс вагосимпатического взаимодействия LF/HF (рис. 3) отражает в нашем исследовании более сбалансированный тонус симпатического и парасимпатического отделов АНС во II группе, что подтверждают статистические параметры регуляции ритма сердца.

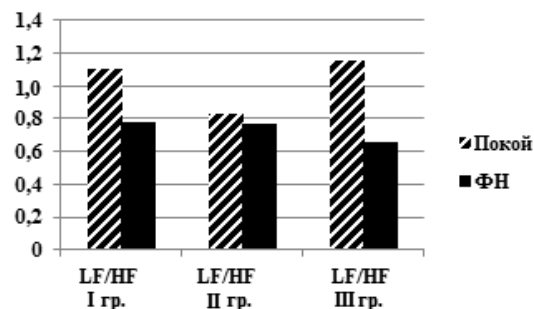


Рис. 3. Индекс вагосимпатического взаимодействия в покое и после ФН

После физической нагрузки направленность изменений вклада частотных диапазонов во всех группах была однотипной: наблюдалось достоверное ($p \leq 0,01$) доминирование сверхмедленного VLF-диапазона (рис. 4).

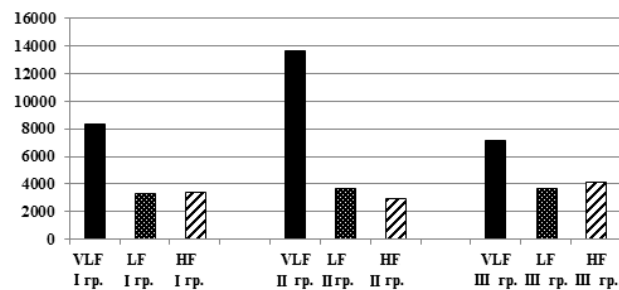


Рис. 4. Вклад частотных диапазонов в суммарную мощность спектра после ФН

Максимальное увеличение мощности VLF-диапазона зарегистрировано во II группе. Наши данные согласуются с данными, полученными в исследовании Н.Б. Амирова, Е.В. Чухнина [15].

Кроме того, наблюдалось достоверное ($p \leq 0,01$) повышение IC и IAPC во всех группах (рис. 5), что указывает на включение надсегментарных механизмов в регуляцию ритма сердца при физической нагрузке. При

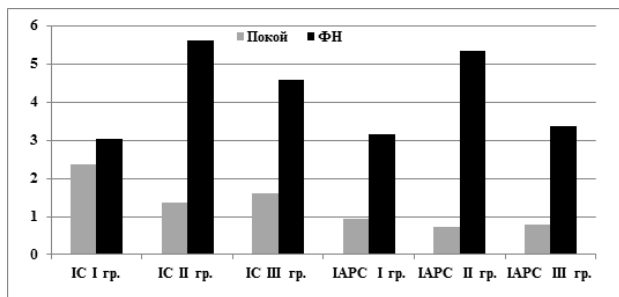


Рис. 5. Индексы централизации (IC) и активности подкорковых центров (IARC) в покое и после ФН

изменениях активности организма с целью сохранения гомеостаза активируются высшие уровни управления. В нашем исследовании данный факт (усиление вклада медленных волн второго порядка (VLF), достоверное повышение IC и IARC) можно расценивать как компенсаторный механизм, обеспечивающий функционирование кардиореспираторной системы. Своевременное включение различных субординационно функционирующих контуров управления РС играет компенсирующую роль в поддержании механизмов регуляции сердца на оптимальном уровне рабочего напряжения [16].

Список литературы

1. Князева Е.В. Физическая подготовка сотрудников ОВД, выполняющих работу камерального профиля: дис. ... канд. пед. наук. СПб., 2003. 138 с.
2. Родыгина Ю.К., Дерягина Л.Е., Соловьёв А.Г. Психофизиологические маркеры профессиональной успешности сотрудников подразделений органов внутренних дел // Экология человека. 2005. № 10. С. 33–38.
3. Родыгина Ю.К., Сидоров П.И., Соловьёв А.Г., Дерягина Л.Е. Психодинамические параметры сотрудников ОВД в условиях профессиональной деятельности // Нейронауки. 2006. № 2(4). С. 8–12.
4. Усачёва И.В. Изучение образа будущей профессиональной деятельности курсантов вузов МВД России // Вестн. Моск. ун-та МВД России. 2011. № 2. С. 44–46.
5. Рувинова Л.Г., Цыганок Т.В., Дерягина Л.Е., Добровицкий А.Е. Некоторые особенности вегетативного гомеостаза у курсантов мореходного училища // Экология человека. 2000. № 1. С. 20–22.
6. Дерягина Л.Е. Особенности адаптации индийских студентов к условиям Европейского Севера: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Архангельск. 1995. 19 с.
7. Дерягина Л.Е., Сидоров П.И., Рувинова Л.Г., Соловьёв А.Г., Зашихина В.В. Сравнительная оценка активности регуляторных систем у коренных жителей севера и мигрантов при контакте с антисептиками древесины // Вестн. Рос. ун-та дружбы народов. Сер.: Медицина. 2001. № 2. С. 23–27.
8. Корепанов А.Л. Кислородное обеспечение мышечной деятельности у подростков с разными темпами физического развития // Архив клинической и экспериментальной медицины. 2009. Т. 18, № 1. С. 11–15.

Заключение. Проведенный анализ реагирования на физическую нагрузку в ранжированных группах по признакам занятий спортом и курения выявил неблагоприятные тенденции в группе курящих курсантов. В состоянии покоя их организм функционирует с большим напряжением, на что указывают параметры ЧСС статистического анализа сердечного ритма и волновой структуры. В группе курсантов, систематически занимающихся спортом, наблюдается более экономное функционирование кардиореспираторной системы в покое, сопровождающееся лучшим обеспечением кислород-транспортной функции (ЖЕЛ). Физическая нагрузка (проба Мартине-Кушелевского) выявила различия в уровне функциональных резервов испытуемых. Курсанты, занимающиеся спортом, обладали большими резервами, на что указывают максимальный прирост ЧСС и тенденция повышения ЖЕЛ.

В то же время снижение активности симпатического отдела АНС (по параметрам статистического анализа) во всех группах после физической нагрузки указывает на развитие утомления в организме курсантов, что, вероятно, связано с адаптацией к учебной и служебной деятельности на первом курсе.

9. Минко О.В., Алексанянц Г.Д. Особенности вегетативного обеспечения у юных спортсменов, специализирующихся в дзюдо и самбо // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2014. № 4(33). С. 82–86.

10. Касаткин В.Н., Париутин И.А., Симонятова Т.П. Принципы создания программы профилактики курения в школе // Школа здоровья. 2000. Т. 7, № 4. С. 37–43.

11. Дерягина Л.Е., Цыганок Т.В., Рувинова Л.Г., Гудков А.Б. Психофизиологические свойства личности и особенности регуляции сердечного ритма под влиянием трудовой деятельности // Мед. техника. 2001. № 3. С. 40–44.

12. Вариабельность сердечного ритма. Стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования // Вестн. аритмологии. 1999. № 11. С. 53–78.

13. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., Гаврилушкин А.П., Довгалецкий П.Я., Кукушкин Ю.А., Миронова Т.Ф., Прилуцкий Д.А., Семёнов А.В., Фёдоров В.Ф., Флейшман А.Н., Медведев М.М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: метод. рекомендации // Вестн. аритмологии. 2001. № 24. С. 65–86.

14. Власова О.В., Попова Г.А., Циркин В.И. Изменение вариабельности сердечного ритма и артериального давления у студентов при курении // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Биология, клиническая медицина. 2008. Т. 6, № 1. С. 38–44.

15. Амиров Н.Б., Чухнин Е.В. Вегетативная регуляция ритма сердца у здоровых лиц в покое и при физических нагрузках // Фундам. исслед. 2009. № 5. С. 7–13.

16. Рыжов А.Я., Комин С.В., Белякова Е.А. Физиологическая характеристика ритмической активности нервно-мышечной и сердечно-сосудистой систем человека // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. XIX Съезд физиологического общества им. И.П. Павлова. СПб., 2004. Т. 90, № 8. С. 377.

References

1. Knyazeva E.V. *Fizicheskaya podgotovka sotrudnikov OVD, vypolnyayushchikh rabotu kameral'nogo profilya: dis. ... kand. ped. nauk* [Physical Training of the Staff of Internal Affairs Bodies Performing Office Work: Cand. Ped. Sci. Diss.]. St. Petersburg, 2003. 138 p.

2. Rodygina Yu.K., Deryagina L.E., Solov'ev A.G. Psikhofiziologicheskie markery professional'noy uspechnosti sotrudnikov podrazdeleniy organov vnutrennikh del [Psychophysiological Markers of Professional Successfulness of Employees of Home Affairs Bodies' Units]. *Ekologiya cheloveka*, 2005, no. 10, pp. 33–38.

3. Rodygina Yu.K., Sidorov P.I., Solov'ev A.G., Deryagina L.E. Psikhodinamicheskie parametry sotrudnikov OVD v usloviyakh professional'noy deyatel'nosti [Psychodynamic Parameters of Employees of Agencies of Ministry of Interior Depend on Conditions of Their Professional Activity]. *Neyronauki*, 2006, no. 2(4), pp. 8–12.

4. Usacheva I.V. Izuchenie obraza budushchey professional'noy deyatel'nosti kursantov vuzov MVD Rossii [Studying the Future Work Image of Police University Cadets in Russia]. *Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii*, 2011, no. 2, pp. 44–46.

5. Ruvinova L.G., Tsyganok T.V., Deryagina L.E., Dobrovitskiy A.E. Nekotorye osobennosti vegetativnogo gomeostaza u kursantov morekhodnogo uchilishcha [Some Features of Autonomic Homeostasis in Naval College Cadets]. *Ekologiya cheloveka*, 2000, no. 1, pp. 20–22.

6. Deryagina L.E. *Osobennosti adaptatsii indiyских studentov k usloviyam Evropeyskogo Severa: avtoref. dis. ... kand. med. nauk* [Adaptation of Indian Students to the Conditions of the European North: Cand. Ped. Sci. Diss. Abs.]. Arkhangelsk, 1995. 19 p.

7. Deryagina L.E., Sidorov P.I., Ruvinova L.G., Solov'ev A.G., Zashikhina V.V. Sravnitel'naya otsenka aktivnosti regul'yatornykh sistem u korennykh zhitel'ey severa i migrantov pri kontakte s antiseptikami drevesiny [Comparative Evaluation of Regulatory Systems' Activity in Indigenous Inhabitants of the North and Migrants After the Contact with Wood Antiseptics]. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Ser.: Meditsina*, 2001, no. 2, pp. 23–27.

8. Korepanov A.L. Kislorodnoe obespechenie myshechnoy deyatel'nosti u podrostkov s raznymi tempami fizicheskogo razvitiya [Oxygen Supply for Muscular Activity of Adolescents with Different Rates of Physical Development]. *Arkhiv klinicheskoy i eksperimental'noy meditsiny*, 2009, vol. 18, no. 1, pp. 11–15.

9. Minko O.V., Aleksanyants G.D. Osobennosti vegetativnogo obespecheniya u yunyhkh sportsmenov, spetsializiruyushchikhsya v dzyudo i sambo [Peculiarities of Autonomic Provision in Young Sportsmen Specializing in Judo and Unarmed Combat]. *Pedagogiko-psikhologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoy kul'tury i sporta*, 2014, no. 4(33), pp. 82–86.

10. Kasatkin V.N., Parshutin I.A., Simonyatova T.P. Printsipy sozdaniya programmy profilaktiki kureniya v shkole [The Principles of Creating Smoking Prevention Programs for Schoolchildren]. *Shkola zdorov'ya*, 2000, vol. 7, no. 4, pp. 37–43.

11. Deryagina L.E., Tsyganok T.V., Ruvina L.G., Gudkov A.B. Psychophysiological Traits of Personality and Specific Features of Cardiac Rhythm Regulation During Occupational Activity. *Biomedical Engineering*, 2001, vol. 35, no. 3, pp. 166–170.

12. Variabel'nost' serdechnogo ritma. Standarty izmereniya, fiziologicheskoy interpretatsii i klinicheskogo ispol'zovaniya [Heart Rate Variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use]. *Vestnik aritmologii*, 1999, no. 11, pp. 53–78.

13. Baevskiy R.M., Ivanov G.G., Chireykin L.V., Gavrilushkin A.P., Dovgalevskiy P.Ya., Kukushkin Yu.A., Mironova T.F., Prilutskiy D.A., Semenov A.V., Fedorov V.F., Fleyshman A.N., Medvedev M.M. Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichnykh elektrokardiograficheskikh sistem: metod. rekomendatsii [Analysis of Heart Rate Variability Using Various Electrocardiographic Systems: Guidelines]. *Vestnik aritmologii*, 2001, no. 24, pp. 65–86.

14. Vlasova O.V., Popova G.A., Tsirkin V.I. Izmenenie variabel'nosti serdechnogo ritma i arterial'nogo davleniya u studentov pri kureanii [Changes in Heart Rate Variability and Arterial Pressure of University Students at Smoking]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Biologiya, klinicheskaya meditsina*, 2008, vol. 6, no. 1, pp. 38–44.

15. Amirov N.B., Chukhnin E.V. Vegetativnaya regulyatsiya ritma serdtsa u zdorovykh lits v pokoe i pri fizicheskikh nagruzkakh [Autonomic Regulation of Heart Rate in Healthy Subjects at Rest and During Exercise]. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2009, no. 5, pp. 7–13.

16. Ryzhov A.Ya., Komin S.V., Belyakova E.A. Fiziologicheskaya kharakteristika ritmicheskoy aktivnosti nervno-myshechnoy i serdechno-sosudistoy sistem cheloveka [Physiological Characteristics of the Rhythmic Activity of the Neuromuscular and Cardiovascular Systems in Humans]. *Rossiyskiy fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova. XIX S"ezd fiziologicheskogo obshchestva im. I.P. Pavlova*. St. Petersburg, 2004, vol. 90, no. 8, pp. 377.

doi 10.17238/issn2308-3174.2015.4.23

Deryagina Larisa Evgenyevna

Kikot Moscow University of the Ministry of the Interior of Russia (Moscow, Russia)

Bestaeva Anastasiya Lvovna

Kikot Moscow University of the Ministry of the Interior of Russia (Moscow, Russia)

Shipileva Natalya Vyacheslavovna

Kikot Moscow University of the Ministry of the Interior of Russia (Moscow, Russia)

Levchenko Nelly Yakovlevna

Kikot Moscow University of the Ministry of the Interior of Russia (Moscow, Russia)

Goldobin Egor Vyacheslavovich

Kikot Moscow University of the Ministry of the Interior of Russia (Moscow, Russia)

FUNCTIONAL RESERVES OF THE CARDIORESPIRATORY SYSTEM AND PECULIARITIES OF AUTONOMIC HEART RATE REGULATION IN FIRST-YEAR CADETS AT THE UNIVERSITY OF THE MINISTRY OF THE INTERIOR

The authors studied the response of the cardiorespiratory system and autonomic heart rate regulation to graduated physical exercise in first-year cadets (Kikot Moscow University of the Ministry of the Interior of Russia). Dividing the subjects into groups we considered such factors as smoking and doing sports. All the cadets had normosthenic response to physical load, while the systems under study worked more intensively in smoking cadets at rest. Cadets taking regular exercise proved to have a higher level of functional reserves of the cardiorespiratory system. The integral indicator – the functional status – was at the lower limit of normal in all the groups, corresponding to the maximum permissible level. Considering its reduction after exercise, this fact can be interpreted as a state of fatigue. A detailed statistical analysis of the estimated heart rate variability (HRV) parameters showed a moderate prevalence of activity of the sympathetic division of the autonomic nervous system (ANS) in smoking cadets. The analysis of the autonomic heart rate regulation indicated lower activity of the sympathetic system after physical exercise, especially in smoking cadets. Having evaluated the contribution of HF, LF and VLF ranges in the groups under study, we revealed some differences in the mechanisms of heart rate regulation at rest: in the group of sportsmen, high-frequency range dominated, which correlates with the contribution of the parasympathetic division of ANS. The spectral analysis showed the dominance of suprasedgmental regulatory influences (second-order slow waves) in all the groups after physical exercise, along with a significant increase in the centralization index and activity index in subcortical neural centres, which can be considered as a compensatory mechanism of maintaining the optimum level of cardiac performance during the stressful process of adaptation to work and studying.

Keywords: cardiovascular system, lung capacity, physical activity, heart rate variability, regulatory influences, smoking, exercise.

Контактная информация:

Дерягина Лариса Евгеньевна
адрес: 129329, Москва, ул. Кольская, д. 2;
e-mail: lderyagina@mail.ru

Бестаева Анастасия Львовна
адрес: 129329, Москва, ул. Кольская, д. 2;
e-mail: bestaeva_n@mail.ru

Шипилева Наталья Вячеславовна
адрес: 129329, Москва, ул. Кольская, д. 2;
e-mail: shipilevanatali@mail.ru

Левченко Нелли Яковлевна
адрес: 129329, Москва, ул. Кольская, д. 2;
e-mail: nel_lev@mail.ru

Голдобин Егор Вячеславович
адрес: 129329, Москва, ул. Кольская, д. 2;
e-mail: morlokus@mail.ru