

УДК 612.824

ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕМОДИНАМИКИ СОВРЕМЕННЫХ ОБУЧАЮЩИХСЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ И ЮГА РОССИИ

Ибрагимова Э. Э.¹, Калюжный Е. А.²

¹*ГБОУ ВО РК «Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова»,
Симферополь, Республика Крым, Россия*

²*ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет», Нижний Новгород,
Россия
E-mail: evelina_biol@mail.ru*

Проведен сравнительный анализ характеристик сердечно-сосудистой и вегетативной нервной систем на основе гемодинамических показателей, интегрального показателя вариационной пульсометрии, индекса Баевского у обучающихся высших учебных заведений младших курсов Нижнего Новгорода и Симферополя в контексте динамичных требований современного учебного процесса.

Средние значения индекса Баевского составили $65,3 \pm 2,91$ у юношей и $64,7 \pm 3,14$ у девушек средней полосы, а у сверстников центрального Крыма – $75,6 \pm 4,21$ и $91,1 \pm 5,16$, соответственно. Внутригрупповой анализ показал преобладание когорты ваготоников над симпатотониками на 8,9 %, что подтверждает доминирование парасимпатических влияний у сверстников юношеского возраста. Внутригрупповая гендерная дифференциация тонуса вегетативной нервной системы, проверенная параллельным вычислением интегральных показателей индекса Кердо и пульсового давления, показала значимые различия с преобладанием симпатикотонии у девушек.

Ключевые слова: физиологические показатели, стресс индекс, нагрузки учебного процесса, сердечно-сосудистая и вегетативная нервная системы, механизмы регуляции, кардиоинтервалография.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных проблем физиологии человека, гигиены, педиатрии является исследование закономерностей адаптации в реальных условиях среды обитания, воспитания и обучения, составляющих основу психофизического здоровья современных учащихся. Морфологическая и функциональная готовность организма учащегося противостоять различным стрессорам с успешным выполнением социально значимой деятельности, является результатом совместной деятельности родителей, педагогов, физиологов и медицинского сообщества. Адаптивность или согласованность морфофункционального развития организма и среды его обитания проявляется в том, что происходящие по мере роста и развития изменения в организме согласованы между собой и соответствуют факторам среды обитания. Индикаторами качества морфофункционального состояния и адаптационных возможностей учащихся выступают показатели физиологического, психологического, социального развития при отсутствии избыточного симпатического напряжения вегетативной нервной системы [1–3].

Способность к адаптации – важное свойство организма, обеспечивающее возможность его существования и осуществления всех физиологических функций в процессе приспособления к изменяющимся условиям и характеру деятельности [4, 5], поэтому от адаптационных возможностей и резервов организма будет зависеть его ответная неспецифическая стресс-реакция [1, 6, 7]. По мнению Г. Селье, стресс-реакция, сформировавшаяся в процессе эволюционного развития, представляет собой необходимое звено адаптации организма в целом и вегетативной нервной системы в частности к действию экзогенных факторов, она обеспечивает увеличение функциональных резервов организма и его успешную адаптацию к стрессовому фактору с последующей ликвидацией самого стресса [3, 6, 8]. При дистрессе, который развивается если успешная адаптация не достигнута, истощаются защитные реакции организма, отмечается срыв механизмов адаптации, приводящий к развитию различных заболеваний [9, 10]. Ю. Г. Кузмичев, Н. Г. Чекалова (2010) отмечают, что стрессу противостоят функциональные резервы человека, представляющие собой комплекс физиологических функций, определяющих уровень активности функциональных систем организма, особенности его жизнедеятельности и уровня работоспособности [10, 11].

Физиометрические исследования физиологических функций включают в себя определение функциональных показателей и резервов организма индивида [4, 7, 12]. В контексте медико-педагогического контроля (Приказ № 621 Минздрава РФ от 30. 12. 2003 г.) проводятся исследования показателей функционального состояния учащихся, как обязательного компонента комплексной оценки их здоровья [13, 14].

Показатели кардиореспираторной системы, являясь оперативными факторами физиологического и функционального состояния человека, традиционно используются в практике возрастной физиологии в качестве объективных показателей адаптационных возможностей исследуемых индивидов. При наблюдении и изучении физиометрического статуса учащихся, наряду с абсолютными значениями кардиореспираторной системы, привлекаются и интегральные её показатели, такие как пульсовое давление, вегетативный индекс Кердо [3, 15].

В организме человека все процессы координируются и регулируются центральной нервной системой, в этой связи для объективной оценки функционального состояния организма и его адаптационных возможностей исследователи используют широкий арсенал методов определения качества регуляции. К числу информативных неинвазивных инструментальных методов относят диагностику состояния вегетативной нервной системы – вариационную пульсометрию – кардиоинтервалографию (КИГ). С точки зрения математического моделирования и репрезентативности, этот метод, основанный на вычислении расчетного коэффициента – индекса напряжения (ИН), считается наиболее точным [6, 9, 11].

Р. М. Баевский, А. П. Берсенева (2008, 2012) определяют адаптационные возможности как запас функциональных резервов, которые постоянно расходуются на поддержание равновесия между организмом и средой [4, 9, 12].

Наибольшая мобилизация адаптационных возможностей современных учащихся высшей школы, традиционно приходится на первые годы обучения. Наблюдение, изучение и представление объективной картины реализации механизмов адаптации на органном и системном уровнях современных учащихся, представляется минимально достаточным и необходимым звеном медико-педагогического контроля [16]. В этой связи цель исследования заключалась в анализе различий в показателях физиологического статуса и уровня напряжения регуляторных систем у студентов первых курсов высшей школы Крымского полуострова и средней полосы Российской Федерации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Оценка физиологических показателей и обработка персональных данных студентов вуза проводились с соблюдением требований законодательства [13]. У обучающихся в возрасте 18–21 год (♂ – 118, ♀ – 136) исследовали следующие физиологические показатели: антропометрические (длина (ДТ, см), масса тела (МТ, кг), на основании которых рассчитывали индекс массы тела или индекса Кетле2 ($ИК2 = МТ/ДТ^2$); гемодинамические: систолическое (САД, мм рт. ст.), диастолическое (ДАД, мм рт. ст.) артериальное давление, частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) с вычислением интегральных показателей таких как индекс Кердо (ИКр), ($ИКр = 1 - ДАД/ЧСС$), пульсовое давление (ПД), ($ПД = САД - ДАД$) [11, 16]. Измерение физиологических показателей обучающихся осуществляли в утреннее время в состоянии покоя, до начала активной деятельности.

Напряжение вегетативного тонуса и регуляторных систем обучающихся осуществляли на основе инструментальных, неинвазивных методов вариационной пульсометрии, кардиоинтервалографии с вычислением индекса напряжения (ИН) или индекса Баевского с применением аналогоцифрового преобразователя с программным обеспечением «Кардиоэксперт-1» (производство город Саров, Россия). Для выявления общих механизмов и различий адаптации регуляторных механизмов вегетативной нервной системы был проведен сравнительный анализ физиологических показателей обучающихся вуза Нижнего Новгорода и Симферополя.

Нормативная база интегральных показателей гемодинамики и кардиоинтервалографии показывает, что при значениях индекса Кердо $ИКр < 0$ имеет место ваготонический тип регуляции функций вегетативной нервной системой (ВНС), при $ИКр > 0$ – симпатикотонический тип и при $ИКр = 0$ – эйтония соответственно.

В норме величина ПД составляет 40 мм. рт. ст., при значениях отличных от нормы, констатируется напряжение функционального состояния ВНС; при показателях ИН в диапазоне от 50 до 150 у.е. – эйтония, по мере уменьшения показателя – умеренная и далее выраженная ваготония, при увеличении показателя – умеренная и выраженная симпатикотония, характеризующие вегетативный тонус (ВТ) обучающегося [4].

Формирование комбинационной таблицы проводилось с привлечением таблиц и операторов программного продукта «Excel 2003», статистическую обработку данных проводили с помощью лицензионного программного обеспечения IBM SPSS Statistics 19.0. Проверку нормальности распределений осуществляли с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Силу связей оценивали с помощью коэффициента корреляции Спирмена, характер связей ИН с физиологическими показателями – при помощи множественной линейной регрессии. Результаты представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее, m – стандартная ошибка средней и в виде абсолютных значений в арифметической и логарифмической шкалах; сравнения средних и ошибок средних между выборками проводились с привлечением t-критерия Стьюдента; процентные доли представлены с указанием стандартного отклонения процентной доли ($P \pm \sigma_p\%$, где P – процентная доля, $\sigma_p\%$ – стандартное отклонение процентной доли). За критический уровень значимости принимали $p \leq 0,05$ [17, 18].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных данных выявил, что общегрупповые физиологические показатели испытуемых находятся в пределах функциональных, гигиенических, возрастно-половых норм, что вполне ожидаемо, так как в исследовании принимали участие здоровые обучающиеся. Значительный интерес представляет гипотеза о внутригрупповых различиях по исследованным показателям у обучающихся Крыма и средней полосы России.

Антропометрические показатели (длина и масса тела) являются физиологическими индикаторами общей адаптированности организма обучающегося, его роста, развития и созревания органов и систем. В медико-биологических исследованиях традиционно используется интегральный массаростовой показатель ИК2, который составляет в норме от 14 до 24 у.е., при значениях меньше минимальных определяются начальные этапы кахексии, при больших – ожирение [3, 15]. В проведенном исследовании были установлены статистически значимые гендерные отличия (при $p < 0,05$) по показателям ИК2. В частности, среднегрупповые показатели у юношей составили – $21,6 \pm 0,26$, у девушек – $ИК2 = 20,7 \pm 0,2$ показывая оптимумы возрастно-половых, популяционных значений [16].

Данное возрастно-половое соотношение ИК2, можно объяснить как физиологическими закономерностями завершения ростовых процессов в юношеском возрасте, обновленным постпубертальным приоритетом по длине и массе тела у юношей, так и особенностью юношей, уделяющих больше времени занятиям спортом, чем девушки, что отмечается в результатах подобного рода исследований [5, 7, 15, 19].

Физиометрические, гемодинамические, функциональные показатели современных учащихся дают более углубленную и дискретную картину, физиологической адаптации на любом этапе онтогенеза [11, 15].

Анализ показателей гемодинамики у юношей и девушек позволил установить общие средние значения в пределах функциональных норм, однако показатели систолического и диастолического артериального давления статистически значимо (при $p < 0,05$), больше у юношей, в процентном соотношении на 5,5 % и 3,7 % соответственно, а частота сердечных сокращений значимо преобладает у девушек (на 2,8 %).

Важная, физиологическая роль вегетативной нервной системы (ВНС) заключается в поддержании гомеостаза и адаптации к изменяющимся условиям. Отклонения, возникающие в регулирующих отделах ВНС, предшествуют гемодинамическим, метаболическим, энергетическим нарушениям и, таким образом, могут быть наиболее ранними прогностическими признаками дистресса [10, 12]. Интегральные показатели вегетативной обеспеченности и гемодинамики, определенные по результатам расчета индекса Кердо, позволили установить у юношей преобладающий тонус ВНС по типу ваготонии, а так же более стабильные значения пульсового давления в сравнении с девушками. Возможно, статистически значимые гендерные отличия исследованных показателей гемодинамики и ВНС, могут быть, проявлением зависящей от пола функциональной напряженности эффекторных и управляющих систем организма, возникающих в ответ на действие факторов экзосреды, а также являющихся следствием сложных физиологических процессов – гетерохронности роста и созревания, которые продолжаются и в юношеский период (табл. 1).

Таблица 1.

Градация функциональных показателей сердечно-сосудистой и вегетативной нервной систем по половому признаку ($M \pm m$)

Показатель	Н. Новгород (НН)			Симферополь (С)			(НН)/(С)	
	♂	♀	p=	♂	♀	p=	(♂) p=	(♀) p=
САД	118,5 ±2,45	112,4 ±2,53	0,00	122,9 ±2,79	126,5 ±1,64	0,26	0,36	0,01
ДАД	77,5 ±2,06	74,7 ±2,12	0,01	74,8 ±1,57	72,6 ±0,92	0,24	0,49	0,61
ЧСС	77,4 ±3,28	79,6 ±3,38	0,21	75,5 ±1,89	82,8 ±1,11	0,01	0,76	0,40
ИКр	-0,02 ±0,01	0,04 ±0,02	0,01	-0,10 ±0,02	0,11 ±0,02	0,01	0,01	0,02
ПД	40,9 ±2,13	37,6 ±2,19	0,01	48,1 ±2,15	53,9 ±1,26	0,05	0,01	0,01

Полученные данные согласуются с представленными в литературе, согласно которым интенсивность переживания повседневных социальных симплексов больше выражена у женщин, что приводит к усилению напряжения регуляторных систем ВНС, способствующих проявлению эрготропии у лиц женского пола [4, 11, 16]. Анализ интегрального показателя, характеризующего напряжение вегетативной

нервной системы – индекса Баевского (ИН) сверстников, проживающих в средних и южных широтах Российской Федерации, показал, что на популяционном уровне он соответствует закону нормального распределения. Общегрупповая характеристика определяет середину распределения и большую часть индивидов, находящихся в состоянии эйтонии, а крайние величины – ваготонии и симпатикотонии. Выявлено, что половина респондентов (42–60 %) имеющих ИН в диапазоне 50–100 у.е., являются нормотониками, 29–40 % – ваготониками (ИН < 50 у.е.) и значительно меньшее количество обследуемых (11–17 %, ИН > 100 у.е.) – симпатотониками. Показаны распределения выборок в сторону некоторого преобладания парасимпатического тонуса и ваготонические влияния в юношеский период, однако у сверстников, проживающих в южных широтах, это влияние выражено на 11% больше у юношей и на 66,8 % у девушек соответственно. Полученные данные свидетельствуют о смещении интенсивности распределений ваготонических влияний у обучающихся в зависимости от места проживания, что подтверждается и большим числом респондентов с нормотонией или эйтонией в широтах средней полосы России (табл. 2).

Таблица 2.

Распределение сравнительных показателей индекса Баевского (И_Ну.е.) у обследованных обучающихся

И _Н	Пол	Р±σ _p , %	М	±m	Р ± σ _p , %	М	±m	Статистика	
		Н. Новгород (НН)			Симферополь (С)			Ts=	P<
< 50	♂	28,1±2,8	34,9	1,79	32,1±4,2	33,1	0,41	0,58	0,563
	♀	41,5±3,1	36,4	1,49	46,3±4,4	34,8	0,22	0,44	0,612
Статистика		Ts= 0,64; p< 0,520			Ts= 3,91; p<0,001				
50-100	♂	61,1±3,1	68,1	1,54	58,5±4,5	96,9	0,15	6,71	0,001
	♀	40,6±3,1	71,5	2,04	35,1±4,3	98,8	0,07	9,96	0,001
Статистика		Ts= 1,31; p<0,181			Ts= 8,27; p<0,001				
100 <	♂	10,8±1,9	129,9	7,18	9,4±2,6	135,8	4,84	0,38	0,503
	♀	17,9±2,4	116,7	3,83	18,6±3,5	143,7	3,25	7,32	0,001
Статистика		Ts =1,77; p<0,089			Ts= 1,33; p< 0,21				
Все	♂	52,4±3,1	65,3	2,91	31,1±4,2	75,6	4,21	5,41	0,016
	♀	47,6±3,1	64,7	3,14	68,9±4,2	91,1	5,16	8,22	0,001
Статистика		Ts = 0,14; p<0,889			Ts = 1,88; p<0,062				

Дисперсии групп вегетативного тонуса (ВТ) значимо обособлены друг от друга и могут рассматриваться как самостоятельные выборки при анализе внутригрупповых физиологических особенностей. Согласно коэффициенту детерминации модели, в 47 % случаев исходный вегетативный тонус предполагает динамику стресс индекса Баевского, остаточный процент изменчивости относится соответственно к другим закономерным и случайным экзо- и эндофакторам среды.

Средние показатели ИН характеризующие ВТ сверстников Нижнего Новгорода (НН) и Симферополя (С) в группах ваготоников и эйтоников не имели

статистически значимой разницы в силу чего могут рассматриваться как однородная группа с некоторыми разнонаправленными тенденционными различиями. Вместе с тем в группе симпатоников интегральный показатель ИН оказался более выраженным (на 35,3 %) у обучающихся средней полосы России (табл. 3).

Таблица 3.
Динамика исходного вегетативного тонуса и показателей индекса Баевского (ИН, у.е.) у обучающихся Нижнего Новгорода (Н) и Симферополя (С)

ВТ	(НН)	(С)	P<
	(ИН, у.е.) М ± m		
Парасимпатонус	27,5±0,53	31,8±9,17	0,665
Эйтония	60,3±1,27	69,3±5,50	0,037
Симпатонус	114,8±3,15	155,3±4,08	0,001

Для определения и оценки приоритетов влияния исходных физиологических показателей как ведущих факторов, на вегетативный тонус обучающихся, проанализировали модели на основании построения линейных уравнений множественной регрессии для учащихся Средней полосы России и Крыма. В итоге получены статистически значимые модели ($p < 0,01$) вида:

$$(НН) \text{ ИН} = 81,57 + 0,32 \cdot \text{ЧСС} - 0,06 \cdot \text{САД} + 0,91 \cdot \text{ДАД} + 0,53 \cdot \text{ДТ} - 0,57 \cdot \text{МТ}$$

$$(С) \text{ ИН} = 36,44 + 0,51 \cdot \text{ЧСС} - 0,11 \cdot \text{САД} + 0,29 \cdot \text{ДАД} + 0,12 \cdot \text{ДТ} + 0,33 \cdot \text{МТ},$$

где ЧСС – частота сердечных сокращений, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, ДТ – длина тела, МТ – масса тела.

Полученные модели согласуется с выводами ряда исследователей, в частности, по данным работ Милушкиной О. Ю., Скоблиной Н. М. с соавторами [8, 10, 19], выраженное влияние на увеличение значений индекса Баевского, симпатизацию ВНС обуславливает повышение диастолического давления при снижении систолического; снижении массы тела, при увеличении длины тела; увеличении частоты сердечных сокращений. У учащихся Средней полосы и Юга России регрессионные модели схожи по логической структуре обусловленности показателей, однако у южан влияния динамик со стороны частоты сердечных сокращений и систолического артериального давления почти в два раза сильнее, а со стороны диастолического давления и длины тела слабее, что обуславливает изменения анализируемого интегрального показателя напряжения ВНС. Особенностью требующей дальнейшего изучения, является обусловленность связи массы тела и её интегрирования в регрессионную модель. Если у учащихся средней полосы ИН растет у индивидов при увеличении роста и уменьшении массы тела, т.е у грациализированных респондентов, то у южан его возрастание отмечается при меньших значениях увеличения длины и средних темпах увеличения массы тела, т.е у гиперстеников. Полученные модели дают возможность объективного прогноза

вектора направленности вегетативного тонуса и функциональной обеспеченности организма обучающегося юношеского возраста в оперативном формате на основе значений доступных, стандартных, физиологических показателей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ физиологических показателей современных обучающихся высшей школы позволил установить преобладание в общем массиве нормальных значений, с некоторыми объяснимыми динамичными смещениями распределений средних значений.

Динамика основополагающего показателя роста и созревания индекса Кетле находится в пределах физиологической нормы – $21,6 \pm 0,26$ у юношей и $20,7 \pm 0,21$ у девушек и имеет статистически значимые гендерные различия.

Систолическое и диастолическое артериальное давление значимо выше у юношей относительно девушек на 5,5 % и 3,7 % соответственно, однако у девушек на 2,8 % преобладает частота сердечных сокращений.

У юношей величины интегральных показателей (индекс Кердо и пульсовое давление) свидетельствуют о том, что доминирующим типом регуляции вегетативных функций является ваготонический.

Исходный вегетативный тонус у большей части обследованных обучающихся соответствует эйтонии (42–60 %), крайние позиции – симпатонусу (11–17 %) и парасимпатонусу (29–40 %), причем у юношей эти влияния больше выражены.

У обучающихся Южной широты России, в сравнении со сверстниками, проживающими в средней полосе, наблюдается значимое преобладание (на 11 %) ваготоников.

Построение регрессионных моделей обусловленности влияния средовых и эндогенных факторов на динамику и изменчивость индекса Баевского, целесообразно для получения информации объективных взаимосвязей в контексте научных исследований, а также при реализации медико-педагогического контроля в современном образовательном пространстве, в том числе и высшей школы.

Список литературы

1. Аболенская А. В. Адаптационные возможности организма и состояния здоровья детей / А. В. Аболенская. – М.: Международный фонд охраны здоровья матери и ребенка, 1996. – 131 с.
2. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем / П. К. Анохин. – М.: Медицина, 1975. – 447 с.
3. Безруких М. М. Возрастная физиология / М. М. Безруких, В. Д. Сонькин, Д. А. Фарбер. – М.: Академия, 2009. – 416 с.
4. Баевский Р. М. Введение в донозологическую диагностику / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М.: Слово, 2008. – 220 с.
5. Калюжный Е. А. Морфофункциональное состояние и адаптационные возможности учащихся образовательных учреждений в современных условиях: монография. / Калюжный Е. А. – Арзамас: АФННГУ – 2020. – 328 с.
6. Берсенева А. П. Донозологическая диагностика в оценке уровня здоровья школьников. / Берсенева А. П. [и др.]. // Функциональная диагностика. – 2006. – № 33. – С. 5–15.
7. Ибрагимова Э. Э. Мониторинг уровня стресса обучающихся как подход профилактики нарушения регуляторных механизмов / Э. Э. Ибрагимова // Ученые записки Крымского

- федерального университета им. В. И. Вернадского. Социология. Педагогика. Психология. – 2019. – Т. 5 (71), № 2. – С. 83–90.
8. Петраш М. Д. Особенности вегетативной регуляции при воздействии повседневных стрессоров: возрастно-половой аспект / М. Д. Петраш, В. А. Гребенников // World of Science. Pedagogy and psychology. – 2018. – Т. 6, № 6. – URL: <https://mir-nauki.com/PDF/64PSMN618.pdf>.
 9. Берсенева А. П. Индивидуальный донозологический контроль на основе анализа variability сердечного ритма с использованием прибора «Heart Wizard» / А. П. Берсенева, В. А. Пугачев, А. Р. Баевский [и др.] // Вестник Удмуртского университета. – 2012. – Вып. 1. – С. 45–50.
 10. Кузмичев Ю. Г. Статистический подход к оценке симпатического-ваготонического баланса у детей и подростков по данным вариационной пульсометрии (КИГ) / Ю. Г. Кузмичев и др. // Актуальные вопросы педиатрии, перинатологии и репродуктологии: межвузовский сб. научн. работ / под ред. А. В. Прахова и С. Б. Артифексова. – Вып. 4. – Н. Новгород, 2010. – С. 115–117.
 11. Чекалова Н. Г. Функциональные резервы организма детей и подростков. Методы исследования и оценки: учебное пособие / Н. Г. Чекалова и др. – Н. Новгород: НижГМА, 2010. – 164 с.
 12. Bojorges-Valdes E. R. et al. Scalling patterns of heart rate variability data / E. R. Bojorges-Valdes et al. // *Physiol Meas.* – 2007. – 28 (6). – P. 721–730.
 13. Приказ МЗ РФ № 621 от 30.12.2003 «О комплексной оценке состояния здоровья детей». – Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.worklib.ru/>.
 14. Paul K. WHO. Young and physically active: a blueprint for making physical activity appealing to youth / Paul K., Anne M., Charlie F. – WHO Regional Office for Europe. Copenhagen, 2012. – 44 p.
 15. Богомолова Е. С. Гигиеническое обоснование мониторинга роста и развития школьников в системе «здоровье – среда обитания»: автореф. дис. ... докт. мед. наук / Е. С. Богомолова. – Н. Новгород, 2010. – 44 с.
 16. Кучма В. Р. Гигиена детей и подростков / В. Р. Кучма. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 480 с.
 17. Лакин Г. Ф. Биометрия: учебное пособие / Г. Ф. Лакин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
 18. Баврина А. П. Современные правила использования методов описательной статистики в медико-биологических исследованиях / А. П. Баврина // Медицинский альманах. – 2020. – № 2 (63). – С. 95–104.
 19. Милушкина О. Ю. Гигиеническая характеристика образа жизни современной студенческой молодежи / О. Ю. Милушкина, Н. А. Скоблина, С. В. Маркелова и др. // Здоровье молодежи: новые вызовы и перспективы. – Москва, 2019. – С. 32–44.

FEATURES OF REGULATORY MECHANISMS AND INDICATORS OF HEMODYNAMICS OF MODERN STUDENTS OF THE HIGH SCHOOL OF THE CENTRAL STRIP AND SOUTH OF RUSSIA

Ibragimova E. E.¹, Kalyuzhny E. A.²

¹*Crimean Engineering and Pedagogical University named after Fevzi Yakubov, Simferopol, Republic of Crimea, Russia*

²*Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia*
E-mail: evelina_biol@mail.ru

The comparative analysis of characteristics of cardiovascular and autonomic nervous systems to the underlying of hemodynamic parameters, the integral indicator of variational pulsometry, the Baevsky index at first or second-year students of higher educational institutions in Nizhny Novgorod and Simferopol was carried out.

The analysis of the physiological parameters of the surveyed students of higher education allowed us to establish the domination in the general array of normal values, with some dynamic change in the distribution of average values. The average values of the Baevsky index were $65,3 \pm 2,91$ for boys and $64,7 \pm 3,14$ for girls in the middle part of Russia, and $75,6 \pm 4,21$ and $91,1 \pm 5,16$ for the same age of the central Crimea.

The intra-group analysis showed the predominance of vagotonics over sympathotonics by 8.9 %, which confirms the dominance of parasympathetic influences in adolescent contemporaries.

Significant gender differences in determining the mass-height index with the predominance of the indicator in young men, in the range of modern anthropometric, age and gender norms were determined. The dynamics of the fundamental indicator of grow and maturation-the Quetelet index-is within the physiological norm – $21,6 \pm 0,26$ in boys and $20,7 \pm 0,21$ in girls and has statistically significant gender differences.

Systolic and diastolic blood pressure is significantly higher in boys compared to girls by 5,5 % and 3,7 %, respectively, but the heart rate prevails in girls by 2,8 %.

The initial vegetative tone in most of the examined students corresponds to eitonia (42–60 %), the extreme positions – to sympathonus (11–17 %) and parasympathonus (29–40 %), and in young men these effects are more pronounced.

Intra-group gender differentiation of the tone of the autonomic nervous system, verified by parallel calculation of the integral indicators of the Kerdo index and pulse pressure, showed significant differences with the predominance of sympathicotonia among girls. At young men, the values of integral indicators (Kerdo index and pulse pressure) indicate that the dominant type of regulation of vegetative functions is vagotonic.

Students of the Southern Latitude of Russia, in comparison with their contemporaries who living in the middle zone, have a significant predominance (by 11 %) of vagotonics. The shown adaptive potential of the regulatory systems of the body of modern higher school students, which is in a state of eitonia, is more optimal in girls, in contrast to young men, who show the tension of the regulatory systems in the context of an intensive educational process.

The construction of regression models of the conditionality of the influence of environmental and endogenous factors on the dynamics and variability of the Baevsky index is advisable to obtain information about objective relationships in the context of scientific research, as well as in the implementation of medical and pedagogical control in the modern educational space, including higher education.

Keywords: physiological indicators, stress index, workload of the educational process, cardiovascular and vegetative nervous systems, regulation mechanisms, cardiointervalography.

References

1. Abolenskaya A. V., *Adaptational capabilities of the body and the state of children's health*, 131 p. (International Fund for the Protection of Mother and Child Health, Moscow, 1996).
2. Anokhin P. K., *Essays on the physiology of functional systems*, 447 p. (Medicine, Moscow, 1975).
3. Bezrukikh M. M., Sonkin V. D., Farber D. A., *Age physiology*, 416 p. (Academy, Moscow, 2009).

4. Baevsky R. M., Berseneva A. P., *Introduction to prenosological diagnostics*, 220 p. (Word, Moscow, 2008).
5. Kalyuzhny E. A., *Morphofunctional state and adaptive capabilities of students of educational institutions in modern conditions: monograph*, 328 p. (AFNNSU, Arzamas, 2020).
6. Berseneva A. P. et al., Prenosological diagnostics in assessing the level of health of schoolchildren, *Functional diagnostics*, **33**, 5 (2006).
7. Ibragimova E. E., Monitoring the level of stress of students as an approach to preventing violations of regulatory mechanisms, *Scientific notes of the V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Sociology. Pedagogy. Psychology.*, **5 (71)**, 2, 83 (2019).
8. Petrash M. D., Grebennikov V. A., Features of vegetative regulation under the influence of everyday stressors: age-sexual aspect, *World of Science. Pedagogy and psychology*, **6**, 6 (2019).
9. Berseneva A. P., Pugachev V. A., Baevsky A. R., Individual prenosological control based on the analysis of heart rate variability using the device "Heart Wizard", *Bulletin of the Udmurt University*, **1**, 45 (2012).
10. Kuzmichev Yu. G. et al., Statistical approach to the assessment of sympathetic-vagotonic balance in children and adolescents according to the data of variational pulsometry, *Actual issues of pediatrics, perinatology and reproductology*, ed. by A. V. Prakhov (N. Novgorod, 2010), p. 115.
11. Chekalova N. G. et al., *Functional reserves of the body of children and adolescents. Methods of research and evaluation: textbook*, 164 p. (NizhGMA, N. Novgorod, 2010).
12. Bojorges-Valdes E. R. et al., Scalling patterns of heart rate variability data, *Physiol Meas*, **28 (6)**, 721 (2007).
13. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation № 621 of 30.12.2003 "On a comprehensive assessment of the state of children's health", Electronic resource, Access mode: <http://www.worklib.ru/>.
14. Paul K., Anne M., Charlie F., WHO. *Young and physically active: a blueprint for making physical activity appealing to youth*, 44 p. (WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2012).
15. Bogomolova E. S., *Hygienic justification of monitoring the growth and development of schoolchildren in the system "Health – Environment"*, dissertation abstract of doctor Medical Sciences, 44 p. (N. Novgorod, 2010).
16. Kuchma V. R., *Hygiene of children and adolescents*, 480 p. (GEOTAR-Media, Moscow, 2010).
17. Lakin G. F., *Biometrics: textbook*, 352 p. (Higher School, Moscow, 1990).
18. Bavrina A. P., Modern rules for the use of descriptive statistics methods in medical and biological research, *Medical Almanac*, **2 (63)**, 95 (2020).
19. Milushkina O. Yu., Skoblina N. A., Markelova S. V. et al., Hygienic characteristics of the lifestyle of modern student youth, *Health of youth: new challenges and prospects*, 32 (2019).