

В.Н. ФЕДОРОВ**РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ
КАРДИОРИТМА У ЛИЦ МУЖСКОГО ПОЛА В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**

(Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева)

В течение учебного года исследовалась вегетативная регуляция сердечного ритма у студентов 17-20 лет. Установлено два типа реагирования регуляторных систем сердечного ритма на активную ортостатическую пробу: симпатический и парасимпатический. Выявлена зависимость вегетативной регуляции сердечной деятельности в юношеском возрасте от исходного функционального состояния. Для групп со сниженными функциональными резервами характерно понижение общей мощности спектра сердечного ритма под влиянием неблагоприятных экологических условий Северного Казахстана.

Изучение изменения функционирования регуляторных систем организма при адаптации к природным факторам является актуальной задачей экологической физиологии /1/. В соответствии с современными представлениями, индивидуальное развитие человека протекает и претерпевает изменения при тесном взаимодействии организма и среды, под влиянием двух главных взаимодействующих факторов – наследственной программы и окружающей среды /2/.

В течение ряда лет по уровню заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований Северо-Казахстанская область (СКО) опережает регионы Казахстана, официально объявленные зонами экологического бедствия – Семипалатинское Прииртышье, Приаралье, а также крупные индустриальные территории Республики /3/. В области растет уровень аллергических заболеваний, туберкулеза, врожденных аномалий, пороков развития, заболеваний крови, желудочно-кишечного тракта, рефракции зрения /4/. По мнению некоторых ученых повышенная степень риска для здоровья населения СКО обусловлена не только социальными и биологическими факторами, но также загрязнением и разрушением компонентов региональной растительной геосистемы за счет отрицательных факторов антропогенной деятельности и естественных процессов, среди которых особое место занимает радиация /5/.

Существует и другая точка зрения, согласно которой это – результат загрязнения почв и ландшафтов СКО тяжелыми металлами, имеющими разные источники: средства химизации сельского хозяйства, промышленные выбросы, продукты сгорания топлива и другие. Так, химизация сельского хозяйства включает применение пестицидов. Причем установлено, что треть из них вызывает мутации и действует на организм человека сильнее, чем радиация /6,7/.

Экстремальные условия Северного Казахстана определяют основные закономерности адаптации человека в данном регионе. Обширность территории, открытость пространств с севера и юго-запада, значительное удаление от океанов и высокий радиационный режим формируют своеобразный климат Северного Казахстана. По сравнению с районами тех же широт Русской равнины для климата Северного Казахстана характерна более суровая и продолжительная зима, короткое и жаркое лето, преобладание количества ясных дней, большая сухость, сильные ветры, резкие суточные перепады температуры и атмосферного давления /3/. Однако, необходимо отметить, что процессы, лежащие в основе адаптации, могут быть и причиной развития самых разнообразных заболеваний человека. Это было впервые замечено Г. Селье, продемонстрировавшим важную роль стресс-реакции в

обеспечении срочной адаптации к действию различных по силе раздражителей, а также в патогенезе общего адаптационного синдрома /8/.

По данным Департамента природных ресурсов и регулирования природопользования СКО в настоящее время не установлено ни одной ярко выраженной причины для объяснения аномально высокого уровня возникновения онкопатологий, которые имеют устойчивую тенденцию роста /9/. От новообразований в 2007 году умерло 1015 больных, из них от злокачественных новообразований – 994 человека. Причем самый высокий уровень онкозаболеваний зарегистрирован в г. Петропавловске. В структуре смертности населения СКО онкологические заболевания занимают второе место после сердечно-сосудистых /6/. Анализ данных Департамента здравоохранения СКО за 2007 год показал рост смертности от болезней системы кровообращения у трудоспособного населения с 25 до 59 лет. В связи с этим, актуальность изучения данного вопроса не вызывает сомнений, так как может помочь в выяснении причин как формирования и развития сердечно-сосудистой патологии, так и в разработке методов ее коррекции и профилактики.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании принимали участие 151 юноша, студенты Северо-Казахстанского государственного университета (СКГУ) в возрасте 17-20 лет. Для изучения возрастных особенностей функционирования сердечно-сосудистой системы студентов использовали аппаратно-программный комплекс (АПК) «Валента+» (г. Санкт-Петербург). Исследование вариабельности сердечного ритма (BCP) проводили в лаборатории медико-биологических исследований по методике Баевского Р.М. /10/. В качестве тестирующей нагрузки использовали активную ортостатическую пробу (АОП). В каждом эпизоде у обследуемых производили запись 150-210 кардиоциклов (R-R интервалов). Определялись параметры, характеризующие BCP: М – среднее значение измеренных кардиоинтервалов R-R; мода (Mo), амплитуда моды (AMo), частота сердечных сокращений (ЧСС), вариационный размах (ΔX) – разность максимального и минимального измеренных значений R-R; индекс напряжения регуляторных систем (ИН), который является достаточно чувствительным индикатором общей активности симпатической системы организма. Применялись стандарты на измерения, физиологическую интерпретацию и клиническое использование вариабельности сердечного ритма, предложенные Европейской и Северо-Американской Ассоциациями кардиостимуляции и электрофизиологии в 1996 г. [11]: среднеквадратичное отклонение длительности всех синусовых кардиоинтервалов (SDNN), квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар RR-интервалов (RMSSD); процент от общего количества последовательных пар RR-интервалов, различающихся более чем на 50 мс (pNN50); вегетативный баланс (VB), отражающий баланс симпатического и парасимпатического отделов ВНС; PW (Power spectrum) – общая мощность спектра ритма сердца, отражающая общую активность регуляторных систем.

Анализ волновой структуры ритма сердца проводился с использованием алгоритма дискретного преобразования Фурье (ДПФ) в трех частотных диапазонах: высокочастотном, HF (мс^2), низкочастотном, LF-колебания (мс^2) и сверхмедленном, VLF-колебания (мс^2). Анализировалось распределение мощности спектра в нормированных единицах (в %) от их суммарной мощности VLF %, LF % и HF %, индекс централизации (ИЦ): $\text{ИЦ} = (\text{VLF} + \text{LF}) / \text{HF}$ и триангулярный индекс, показывающий характер влияния центрального контура регуляции сердечного ритма на автономный. Достоверность оценивалась по критерию t-Стьюдента /12/.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В исследуемый период учебного года (табл. 1) в состоянии покоя вегетативный тонус обследованных студентов формировался в основном вагусными (HF) и симпатическими (LF)

влияниями. Достоверное доминирование ($p < 0,05$) мощности HF над мощностью спектра в диапазонах LF и VLF, выявленное у юношей 18-20 лет, указывает на преобладание парасимпатического отдела ВНС. По общепризнанному мнению некоторых авторов [13], в состоянии относительного физического и психического покоя у человека обычно преобладают высокочастотные колебания сердечного ритма, сопряженные с дыхательной периодикой и определяемые активностью центра блуждающего нерва.

Кроме того, абсолютные значения высокочастотных колебаний сердечного ритма подтверждаются вкладом, который вносят HF в процентном отношении в общую мощность спектра. Так показатель HF% увеличивался с $48,3 \pm 4,21\%$ у 18-летних юношей до $57,26 \pm 4,1\%$ у 20-летних. Отсюда, высокочастотные колебания рассматриваются как проявление активности автономного контура регуляции сердечного ритма и связываются с общим тонусом парасимпатического отдела ВНС [14, 15]. По данным результатов исследования у 17-летних юношей в состоянии покоя выявлено достоверное доминирование ($p < 0,01$) мощности спектра в диапазоне LF, которое указывает на преобладание симпатической системы в вегетативном тонусе обследуемых. Это позволяет охарактеризовать исходное состояние механизмов саморегуляции как напряженный характер функционирования систем, обеспечивающих вегетативный гомеостаз. Мощность спектра в диапазоне LF снижается с $1533 \pm 200 \text{ мс}^2$ у 17-летних юношей до $198 \pm 36 \text{ мс}^2$ у 20-летних. Кроме того, при сравнении величины LF% выявлено, что самая наибольшая LF% в группе 17-летних юношей равна $59,70 \pm 6,30\%$ в отличие от юношей 18-20 лет (табл.1).

По мнению многих авторов, мощность LF% характеризует активность симпатического отдела ВНС и её увеличение в группе юношей 17 лет вероятно свидетельствует о росте функционального напряжения [16,17].

Следующий участок спектра колебаний сердечного ритма с частотой от 0,04 до 0,015 Гц относится к сверхмедленным и обозначается как VLF-колебания. Предполагается их связь с терморегуляцией, которая реализуется через изменение периферического кровотока, или с вазомоторной активностью более высокого, нежели LF-волны, порядка. Тем не менее, физиологическая природа сверхмедленных волн пока остается не ясной. Согласно предположению ряда авторов VLF-волны отражают церебральные эрготропные влияния на нижележащие уровни мозга и тесно связаны с тревогой и другими формами психоэмоционального напряжения [18].

Анализ мощности спектра сердечного ритма VLF показал, что самая низкая абсолютная мощность VLF-колебаний у юношей 20 лет составляет $323 \pm 43 \text{ мс}^2$, а высокая у 19-летних юношей равная $845,50 \pm 88 \text{ мс}^2$. В то же время вклад мощности VLF в общую мощность спектра (VLF%) составил $26,50 \pm 3,8\%$ и $25,66 \pm 4,2\%$ соответственно.

Согласно нашим данным, отражающим уровень централизации в регуляции сердечно-сосудистой деятельности, проведена классификация обследованных по значениям вегетативного баланса ($VB = LF/HF$) и общей мощности спектра (PW) во время активной ортостатической пробы. Были выделены три уровня вегетативного баланса: $VB \leq 0,95$ – преобладание парасимпатической нервной системы (ПНС), $0,95 < VB < 1,05$ – баланс парасимпатической и симпатической нервной системы (амфотония), $VB \geq 1,05$ – преобладание симпатической нервной системы (СНС). Наибольшее значение вегетативного баланса в состоянии покоя $2,30 \pm 0,07$ выявлено у 17-летних юношей, что соответствует преобладанию влияния симпатического отдела ВНС. У юношей 18-20 лет показатель LF/HF указывает на преобладающее влияние мощности спектра дыхательных волн (табл.1), отражающих уровень активности парасимпатического отдела ВНС.

Снижение показателя вегетативного баланса LF/HF сопровождается повышением активности парасимпатического отдела ВНС, что, согласно нашему предположению, может свидетельствовать в пользу преобладающего влияния ВНС в регуляции ритма сердца у обследуемых студентов. По литературным данным в ряде исследований установлено

снижение вариабельности сердечного ритма ВСР с возрастом. Возможно, это обусловлено общим снижением функциональных резервов организма человека. Для проверки данного предположения нами были проанализированы показатели общей мощности спектра (PW) сердечного ритма обследуемых студентов.

Таблица 1. Временные и спектральные показатели сердечного ритма юношей 17-20 лет в покое ($M \pm m$)

Показатели	Возраст, лет			
	17	18	19	20
M, с	$0,88 \pm 0,03$	$1,08 \pm 0,05\#$	$0,95 \pm 0,04$	$0,90 \pm 0,04$
ΔX , с	$0,28 \pm 0,02$	$0,47 \pm 0,03^{*}\#$	$0,66 \pm 0,03\#$	$0,23 \pm 0,02$
ИИ, у.е.	62 ± 11	39 ± 8	$28 \pm 5\#$	$193,5 \pm 18^{*}\#$
VLF, mc^2	362 ± 90	$616,3 \pm 79$	$845,5 \pm 88$	323 ± 43
LF, mc^2	1533 ± 200	$1067,5 \pm 109$	855 ± 154	$198 \pm 36\#$
HF, mc^2	653 ± 73	$1573 \pm 306\#$	$1595 \pm 287\#$	698 ± 91
LF/HF	$2,3 \pm 0,07$	$0,68 \pm 0,07^{*}\#$	$0,53 \pm 0,03\#$	$0,28 \pm 0,01^{*}$
ИЦ, у.е.	$2,86 \pm 0,32$	$1,07 \pm 0,12\#$	$1,07 \pm 0,16\#$	$0,76 \pm 0,07\#$
RMSSD, мс	$40,0 \pm 8$	$84,7 \pm 10$	$75,5 \pm 9$	55 ± 6
pNN50 %	13 ± 4	$48,5 \pm 11^{*}$	56 ± 13	40 ± 7
VLF%	$14,37 \pm 3,3$	$19,0 \pm 2,8$	$25,66 \pm 4,2$	$26,5 \pm 3,8$
LF%	$59,7 \pm 6,3$	$32,7 \pm 2,4$	$25,94 \pm 2,05$	$16,25 \pm 1,8$
HF%	$25,93 \pm 2,5$	$48,3 \pm 4,2$	$48,4 \pm 3,0$	$57,25 \pm 4,1$
PW, mc^2	2518 ± 220	3257 ± 310	3295 ± 354	$1219 \pm 98^{*}\#$

Примечание: достоверность относительно предыдущего возраста: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$; достоверность относительно 17-летних: # - $p < 0,05$; ## - $p < 0,01$; ### - $p < 0,001$.

По значениям PW были выделены три уровня: $PW < 2300$ – низкая мощность спектра, $2300 \leq PW < 4200$ – средние показатели, $PW \geq 4200$ – высокая мощность спектра. Такая классификация позволила установить, что в ходе выполнения активной ортостатической пробы для групп со сниженными функциональными резервами характерно понижение общей мощности спектра до низких значений (табл. 2). Таким образом, низкие значения PW могут служить индикатором снижения функциональных резервов организма.

Известно, что отношение мощности спектра сердечного ритма в диапазонах LF и VLF к мощности HF, называемое индексом централизации, показывает влияние центрального и автономного контура регуляции ритма сердца. В настоящей работе у 17 летних юношей значение индекса централизации (ИЦ) составило $2,86 \pm 0,32$ у.е., что показывает проявление активности центрального контура в регуляции сердечным ритмом. У юношей 18 и 19 лет отношение мощности диапазонов LF и VLF к HF отражает сбалансированное соотношение между центральным и автономным контурами регуляции сердечного ритма (табл.1). Полученные результаты могут рассматриваться как усиление влияния корково-гипоталамических структур над автономным контуром регуляции, включающим в себя ядра продолговатого мозга и сердце.

При анализе спектральных характеристик ритма сердца, после проведения активной ортостатической пробы (АОП) во втором эпизоде наблюдали снижение мощности высокочастотных колебаний (HF) у 17 летних юношей до $295 \pm 50 mc^2$ ($p < 0,05$). У 18 летних юношей мощность спектра в диапазоне HF повысилась до $2915 \pm 224 mc^2$ ($p < 0,01$), в сравнении с первым эпизодом, в тоже время изменения мощности спектра HF у юношей 19-20 лет были незначительны (табл. 2). Как видно переход на новый уровень функционирования обеспечивался увеличением активности как симпатической, так и

парасимпатической систем.

Как известно, показатель мощности дыхательных волн (HF) отражает состояние парасимпатического отдела ВНС /16/. Сравнительный анализ показателей HF% у юношей 17-20 лет подтвердил снижение HF% у юношей 19 лет после АОП ($p<0,05$). Самый высокий показатель HF% выявлен нами у 20-летних юношей. В группе юношей 18 лет этот показатель остался на том же уровне, что и в первом эпизоде (табл. 1 и 2). Выявленное в ходе работы увеличение активности парасимпатических влияний на сердечный ритм (CP) свидетельствует о развитии выраженного утомления у 20-летних юношей. Не очень ясным представляется механизм возрастания мощности низкочастотных колебаний (LF)-составляющей спектра или «вазомоторных волн», который наблюдался в наших исследованиях после активной ортостатической пробы.

Таблица 2 Временные и спектральные показатели сердечного ритма юношей 17-20 лет во время активной ортостатической пробы ($M\pm m$)

Показатели	Возраст, лет			
	17	18	19	20
M., с	$0,90 \pm 0,03$	$1,07 \pm 0,09\#$	$0,95 \pm 0,05$	$0,90 \pm 0,03$
ΔX , с	$0,22 \pm 0,02$	$0,79 \pm 0,03^*$	$0,69 \pm 0,03\#$	$0,23 \pm 0,02^*$
ИН, у.е.	103 ± 15	$16 \pm 3^*$	33 ± 7	$136 \pm 14^*$
VLF, mc^2	217 ± 35	983 ± 70	834 ± 63	154 ± 24
LF, mc^2	398 ± 30	$2002 \pm 180\#\#$	$2560 \pm 230\#\#$	313 ± 24
HF, mc^2	295 ± 50	$2915 \pm 224\#$	$1882 \pm 134\#$	729 ± 85
LF/HF	$1,35 \pm 0,14$	$0,68 \pm 0,03^*$	$1,36 \pm 0,08$	$0,43 \pm 0,02^*$
ИЦ, у.е.	$2,08 \pm 0,15$	$1,02 \pm 0,06$	$1,8 \pm 0,10$	$0,64 \pm 0,03$
RMSSD, мс	$28,0 \pm 4$	$125 \pm 12^{**}$	$90,5 \pm 7$	$53,5 \pm 6$
pNN50 %	9 ± 5	60 ± 14	$46,5 \pm 11$	40 ± 10
VLF%	$23,85 \pm 1,5$	$16,64 \pm 0,9$	$15,81 \pm 0,7$	$12,77 \pm 0,3$
LF%	$43,74 \pm 1,0$	$33,94 \pm 0,7$	$48,52 \pm 0,6$	$26,17 \pm 0,3$
HF%	$32,42 \pm 0,4$	$49,42 \pm 1,7$	$35,67 \pm 1,3$	$61,06 \pm 1,9$
PW, mc^2	910 ± 88	$5900 \pm 410\#\#$	$5276 \pm 380\#\#$	1196 ± 145

Примечание: достоверность относительно предыдущего возраста: * - $p<0,05$; ** - $p<0,01$; *** - $p<0,001$; достоверность относительно 17-летних: # - $p<0,05$; ## - $p<0,01$; ### - $p<0,001$.

Наиболее распространенной является точка зрения о том, что LF-волны отражают изменение тонуса симпатической нервной системы /19/. Другие исследователи не исключают участие парасимпатических компонентов в генерации этих волн /20/, третьи предполагают комплексную природу LF /13/. Тем более известно, что конкретные мозговые структуры, генерирующие LF-колебания, пока не определены /21/. Хотя некоторые кардиологи делают важные практические выводы, что LF- волны отражают активность исключительно симпатического отдела /22/.

В наших исследованиях реакция на активную ортостатическую пробу (АОП) в разных возрастных группах 17-20 лет у юношей имела свои особенности. Так после перехода из положения «лежа» в вертикальное положение тела (АОП) у обследуемых юношей наблюдали прирост абсолютной мощности вазомоторных волн (LF) с $1067 \pm 109 mc^2$ до $2002 \pm 180 mc^2$ ($P<0,05$) у 18-летних юношей и с $855 \pm 52 mc^2$ до $2560 \pm 230 mc^2$ ($p<0,001$) у 19-летних, что указывает на преобладание симпатических влияний. Относительная доля LF в общем спектре сердечного ритма (CP) измеренная в нормированных единицах (в %) наиболее значимо увеличилась после АОП у 19-летних юношей, что указывает на преобладание симпатических влияний ВНС. У 18-летних юношей показатель LF% после

АОП остался на том же уровне (табл. 2). В то же время после АОП у 20-летних юношей абсолютная мощность спектра в диапазоне LF увеличилась со $198 \pm 36 \text{ мс}^2$ до $313 \pm 24 \text{ мс}^2$, тогда как показатель LF% возрос с $16,25 \pm 1,8\%$ до $26,17 \pm 0,3\%$ (табл. 2). Но особый интерес вызывает снижение мощности LF после АОП у 17-летних юношей с $1533 \pm 200 \text{ мс}^2$ до $398 \pm 30 \text{ мс}^2$ ($p < 0,001$). Относительная доля LF% в общем спектре СР хотя и снизилась, но осталась на довольно высоком уровне $43,47 \pm 1,0\%$. По-видимому, увеличение индекса напряжения (ИН) до $103 \pm 15 \text{ у.е.}$ у 17-летних способствовало снижению мощности LF-колебаний, в то же время снижение ИН у 20-летних выявило повышение мощности спектра в диапазоне LF (табл. 2). Поскольку вазомоторный центр интегрирует как симпатические, так и парасимпатические влияния в результате колебаний сосудистого тонуса, можно полагать, что разнонаправленная вариабельность этой спектральной составляющей отражает напряженный характер функционирования систем, обеспечивающих вегетативный гомеостаз у юношей 17, 19 и 20 лет. Результаты исследования подтверждают литературные данные, что мужской организм более чувствителен к влиянию внешней среды и отличается инертностью адаптивных установок, что может способствовать большей выраженности индивидуального годового цикла у лиц мужского пола /23/.

Анализ суммарной мощности, измеренной в абсолютных единицах (мс^2) и в нормированных единицах (в %), дал прямо противоположную картину при переходе обследуемых из горизонтального положения тела в вертикальное (АОП). Так, увеличение абсолютной мощности спектра LF-колебаний у юношей 18-20 лет показало увеличение относительной доли LF% в общей мощности спектра у 19 и 20 летних юношей, а у 18 летних LF% осталось на уровне покоя. В тоже время у 17-летних юношей со снижением абсолютной мощности LF снижалось и LF% (табл. 1 и 2). При 5-минутном отведении кардиоинтервалов большая часть общей мощности спектра приходится на HF и LF-диапазоны, и поэтому нормированная оценка, таким образом, отражает соотношение активности нервных центров, генерирующих LF и HF- колебания. Отсюда кажущееся увеличение мощности LF-волн во время АОП показывает всего лишь ослабление активности центра блуждающего нерва. Как видно из таблицы 2 у юношей 17 и 19 лет при проведении активной ортостатической пробы превалируют LF-волны, а у 18 и 20-летних юношей – HF- колебания.

Существует мнение, что мощность спектра сердечного ритма (СР) диапазоне сверхнизких частот (VLF) – характеризует влияние высших подкорковых вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр и может использоваться, как надежный маркер связи сегментарных уровней регуляции кровообращения с надсегментарными, в том числе с гипоталамическим и корковым уровнем /20/. Полученные нами результаты свидетельствуют о наличии закономерных колебаний величины показателя мощности спектра в сверхнизкочастотном диапазоне (VLF) при активной ортостатической пробе (АОП) у студентов 17-20 лет. Однако обращает на себя внимание тенденция к снижению мощности спектра СР в диапазонах LF и HF и особенно VLF-колебаний при высоких значениях ИН у юношей 17 и 20 лет (табл. 2).

По мнению Баевского Р.М. /10/ только в условиях стресса или выраженной функциональной нагрузки управление сердечным ритмом переходит к вышележащим нервным центрам. Однако падение при стрессе абсолютной мощности всех составляющих спектра (ВСР), отмечаемое многими исследователями /15, 20/, может свидетельствовать об обратном. Анализ показателей индекса централизации (ИЦ) сердечного ритма при активной ортостатической пробе (АОП) выявил усиление активности центрального контура СР у юношей 17, 19 и 20 лет. О высоком уровне функционирования центрального контура свидетельствует и наблюдаемое доминирование в спектре автокорреляционной функции сверхмедленных (VLF) и низкочастотных (LF) колебаний. Наблюдаемые нами в группах испытуемых юношей 17-20 лет разнонаправленные изменения статистических показателей

ритма сердца соответствуют имеющимся в литературе данным, согласно которым при интенсивной умственной работе, эмоциях и стрессах у разных лиц возможна как повышенная вариабельность, так и сглаженность изменений показателей сердечного ритма /24/.

Исследование вегетативной регуляции сердечного ритма студентов, проведенное в течение учебного года выявило ряд изменений, отражающих особенности адаптивных перестроек организма юношей. Негативное воздействие климатических и экологических факторов на организм студентов в период обучения связано с перестройкой регуляторных механизмов СР, выражающееся сдвигами в соотношении симпато-парасимпатических влияний и центрального контура управления сердечным ритмом. На основании полученных данных обоснована роль снижения функционального состояния организма студентов в период обучения, что дает возможность рекомендовать определение этих показателей в качестве диагностических параметров для выявления групп повышенного риска сердечно-сосудистых заболеваний. Большая напряженность адаптационных механизмов у значительного числа обследованных, отражающая различный уровень приспособления их к обучению в университете, несомненно, во многом определяется влиянием на организм климатоэкологических условий региона Северного Казахстана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кубасов Р.В., Демин Д.Б., Ткачев А.В. Адаптивные реакции эндокринной системы у детей в условиях контрастной фотопериодики // Физиология человека. – 2006. – Т.32. - №4. – С.89.
2. Казин Э.М., Блинова Н.Г., Душенина Т.В. и др. Комплексное лонгитудинальное исследование особенностей физического и психофизиологического развития учащихся на этапах детского, подросткового и юношеского периодов онтогенеза // Физиология человека. – 2003. – Т.29. - №1. – С.70-76.
3. Белецкая Н.П. Северо-Казахстанская область. – Петропавловск, 2001. - С. 69-72.
4. Ахметов Д.К. Экологические проблемы и факторы развития Северо-Казахстанской области // Экология и устойчивое развитие. – Петропавловск, 1998. – т. 1. – С. 13.
5. Водопьянова С.Г. Влияние трещиноватости на радиационное загрязнение территории Северо-Казахстанской области // Экология и устойчивое развитие. – Петропавловск, 1998. – т. 1. – С. 169-172.
6. Ибраев С.Е. Здоровье населения – как показатель среды обитания // Экология и устойчивое развитие. – Петропавловск, 1998. – т. 1. – С. 162-164.
7. Грибовский А.А. Особенности геохимического режима агроландшафтов Северо-Казахстанской области // Экология и устойчивое развитие. – Петропавловск, 1998. – т. 1. – С. 172-174.
8. Аниховская Н.А., Опарина О.Н., Яковлева М.М. и др. Кишечный эндотоксин как универсальный фактор адаптации и патогенеза общего адаптационного синдрома // Физиология человека. – 2006. – Т.32. - №2. – С. 87-91.
9. Экологический информационный бюллетень // О состоянии окружающей среды Северо-Казахстанской области. – Петропавловск, 2005. – С. 22-27.
10. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ сердечного ритма при стрессе - М.: Наука, 1984. - 220 с.
11. Task force of the European Society of Cardiology and the Northern American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of Measurements, physiological interpretation and clinical use // Circulation. – 1996. – Vol. 93. P. 1043.
12. Лакин Г.Ф. Биометрия. - М.: Высшая школа. 1990. - 351с.
13. Куприянова О.О., Нидеккер И.Г., Белова Н.Р., Кожевникова О.В. Возможности холтеровского мониторирования ЭКГ при исследовании ритма сердечной деятельности в

педиатрии // Физиология человека. 1999. - Т.25. - №1.- С.78.

14. Нидеккер Н.Г., Федоров Б.М. Проблема математического анализа сердечного ритма // Физиологии человека - 1993. - т. 19. - №3. - С.80.

15. Щербатых Ю.В. Саморегуляция вегетативного гомеостаза при эмоциональном стрессе // Физиология человека. 2000. - Т.26. - №5. - С.151-152.

16. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптивных возможностей и риск развития заболеваний. - М.: Медицина, 1997. - С. 236.

17. Остроумова О.Д., Мамаев В.И., Нестерова М.В. с соавт. Спектральный анализ колебаний частоты сердечных сокращений у больных эссенциальной артериальной гипертензией // Российский кардиологический журнал. 2000. - №6. - С.60.

18. Хаспекова Н.Б., Дюкова Г.М., Тумалаева З.Н., Алиева Х.К. Вегетативная регуляция у больных паническими атаками по данным лонгитудинального исследования вариабельности ритма сердца // Журн. неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова. 1999. - №7. - С.41.

19. Montano A., Ruscone T.G., Porta A. et al. Power spectrum analysis of heart rate variability to assess the changes in sympathovagal balance during graded orthostatic tilt // Circulation. - 1994. - V.90.- P.1826.

20. Malliani F., Pagani M., Lombardi F., Carutti S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain // Circulation. - 1991. - V.84. - P.1482.

21. Ноздрачев А.Д., Щербатых Ю.В. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы // Физиология человека. 2001. Т. 27. №6. С.95-101.

22. Дзизинский Р.А., Смирнова Ю.Ю., Белялов Ф.Н. Оценка активности вегетативной нервной системы при приступе ишемии миокарда с помощью исследования вариабельности ритма // Кардиология. 1999.-т.39. №1.-С.34.

23. Барбараш Н.А., Чичиленко М.В., Прокашко Н.Ю. и др. Изменения психологических и физиологических параметров у девушек в течение индивидуального годовичного цикла // Физиология человека. – 2004. – Т.30. - №3. – С.48-53.

24. Федоров Б.М. Головной мозг и сердце. К проблеме волнового поля человека // Физиология человека. 2001.-т.27.№4.- С.42-49.

17-20 жас аралыгындагы студенттердің жүрек ырғағының вегетативті реттелуі оқу жылы мерзімінде зерттелді. Белсенді ортостатикалық жүктемеге жүрек ырғағын реттеу жүйелерінің 2 түрлі жауап беру типі анықталды: симпатикалық және парасимпатикалық. Солтүстік Қазақстан өңірінің экологиялық қолайсыздық жағдайларының әсерінен төмен қызметтік топтарға жүрек ырғағының жалпы күш спектрінің төмен болуы анықталды.

Throughout the academic year, the heart rate vegetative regulation of 17-20-year old students was investigated. Two types of reaction of the heart rate regulation systems to active orthostatic test were established, namely, sympathetic and parasympathic. It was found that vegetative cardiac activity regulation at young age is dependent of the initial functional state. Lowering of the overall capacity of the heart rate spectrum under the effect of unfavorable ecological conditions in the North of Kazakhstan is characteristic of the groups with reduced functional reserves.