

3. Трошина, Е.А. Профилактика заболеваний, связанных с дефицитом йода, в группах высокого риска их развития / Е.А. Трошина, Ф.М. Абдулхабирова, Е.Н. Скрынник // Cons. Med. Женское здоровье.– 2010.– Т. 12.– № 6.– С. 17–20.

4. Николаев, О.В. Итоги изучения эндемического зоба и борьбы с ним в Кабардино-Балкарской АССР / О.В. Николаев, А.М. Ремиз.– Нальчик, 1968.– 175 с.

5. Трошина, Е.А. К вопросу о недостатке и избытке йода в организме человека / Е.А. Трошина // Клин. и экспер. тиреоидол.– 2010.– Т. 6.– № 4.– С. 9–16.

6. Трошина, Е.А. Йододефицитные заболевания в Российской Федерации: время принятия решений / Е.А. Трошина, Н.М. Платонова, Ф.М. Абдулхабирова, Г.А. Герасимов // Под ред. И.И. Дедова, Г.А. Мельниченко.– М.: ОАО «Конти Принт», 2012.– 232 с.

7. Шилин, Д.Е. Практические аспекты йодной профилактики в работе врача-педиатра / Д.Е. Шилин // Трудный пациент.– 2006.– Т.4.– № 9.– С. 12–17.

8. Шилин, Д.Е. Роль йодной профилактики в комплексной реабилитации часто болеющих детей /

Д.Е. Шилин // Врач.– 2007.– № 10.– С. 8–13.

9. Delange, F. Iodine deficiency as a cause of brain damage / F. Delange // Postgrad. Med. J.– 2001.– Vol. 77.– P. 217–220.

10. Doufas, A.G. The hypothalamic-pituitary-thyroid axis and the female reproductive system / A.G. Doufas, G. Mastorakos // Ann. New York Acad. Sci.– 2000.– Vol. 90.– P. 65–76.

11. Koibuchi, N. The role of thyroid hormone on cerebellar development / N. Koibuchi // Cerebel.– 2008.– Vol. 7.– № 4.– P. 530–533.

12. Riano Galan, I. Psycho-intellectual development of 3 year-old children with early gestational iodine deficiency / I. Riano Galan, P. Sanchez Martinez, M.P. Mosteiro Diaz, M.F. Rivas Crespo // J. Pediat. Endocrinol. Metab.– 2005.– Vol.18.– P. 1265–1272.

13. Tunbridge, W. Epidemiology and prognostic significance of thyroid autoantibodies // Schatz H., Doniach D., (Eds) Autoimmunity in thyroid disorders.– Stuttgart; - New York, Thieme, 1994.– P. 241–244.

УДК 612.172.2

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА НЕЛИНЕЙНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ГРВ-БИОЭЛЕКТРОГРАММ У ЛИЦ, ПРОЖИВАЮЩИХ В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ

Н.К. БОТОВА*, В.А. БЕЛЯЕВА*, Л.Г. ХЕТАГУРОВА**, Т.Н. ГОНОБОБЛЕВА**

* ФГБУН «Институт биомедицинских исследований Владикавказского научного центра РАН и Правительства РСО-Алания», ул. Пушкинская, 40, г. Владикавказ, РСО-Алания, 362019, e-mail: botonata@yandex.ru

** ГБОУ ВПО «Северо-Осетинская Государственная медицинская академия Минздрава РФ», ул. Пушкинская, 40, г. Владикавказ, РСО-Алания, 362019

Аннотация: в статье представлены результаты исследования сезонных колебаний показателей нелинейной динамики вариабельности сердечного ритма и газоразрядной визуализации и их внутри- и межсистемных взаимосвязей, обеспечивающих формирование адекватной реакции регуляторных систем организма на воздействия внешней среды. Изучение параметров вариабельности сердечного ритма и биоэлектрографии проведено у 61 относительно здорового студента неоднократно в разные сезоны года. Авторами выявлено увеличение площади свечения ГРВ-грамм и снижение коэффициента формы и фрактальности весной, сравнительно с другими сезонами года. Отмечено возрастание энтропии и снижение показателя самоподобия в весенний и зимний сезоны, что может быть связано с возрастанием информационной нагрузки на организм в виде резких колебаний погодных условий. Между исследуемыми показателями авторами выявлен определенный комплекс корреляционных взаимосвязей, сила и количество которых меняется от лета к зиме, когда наблюдается наибольшее количество значимых связей, что обусловлено реализацией адаптационных механизмов. Относительное постоянство связей ГРВ-параметров с энтропией вариабельности сердечного ритма во все сезоны года является свидетельством синергизма протекающих в организме здорового человека энергоинформационных процессов, обеспечивающих всесезонную гармонизацию его жизнедеятельности.

Ключевые слова: сезоны года, вариабельность сердечного ритма, газоразрядная визуализация, корреляционные взаимосвязи.

SEASONAL DYNAMICS OF NONLINEAR HEART RATE VARIABILITY AND GDV BIOELEKTROGRAMM OF THE NORTH OSSETIA FOOTHILL AREA RESIDENTS

N.K. BOTOEVA, V.A.BELYAYEVA, L.G. KHETAGUROVA, T.N. GONOBBOLEVA

*Institute of Biomedical Researches of VSC RAS and RNO-Alania
North Ossetian State Medical Academy*

Abstract: the article presents the results of the study of seasonal fluctuations in the nonlinear dynamics of heart rate variability and gas discharge visualization and their intra-and inter-system relationships that provide formation of an adequate response to the regulatory systems of the body to the environmental influences. The study included relatively healthy 61 student volunteers of 19-23 were examined repeatedly in different seasons. The authors reveal the increase in the area of GDV glow and the reduce form coefficient and fractality in the spring season, compared to the other seasons. The investigation showed the increase entropy and self-similarity decline in the winter and spring period. That can be attributed to the growth of information load on the body in the form of sharp weather fluctuations. Between the studied parameters the authors revealed the complex of correlations, the strength and the number of which varies from summer to winter, when there is the greatest number of significant relationships caused by the implementation of adaptation mechanisms. The relative constancy of relations of GDV parameters and sample entropy in all seasons is evidence of synergy occurring in healthy human energy-processes that provide all-season life harmonizing.

Keywords: seasons, heart rate variability, gas discharge visualization, correlation relationship/

Сезонная изменчивость функционирования физиологических систем биологических объектов, в том числе человека, является эволюционно-детерминированным процессом и находится в прямой зависимости от адаптационных возможностей организма. Многообразие климато-географических и социальных условий жизнедеятельности человека обуславливает наличие специфичных механизмов адаптации к ним. В процессе адаптации участвуют практически все функциональные системы организма, одна из ведущих ролей в нем принадлежит сердечно-сосудистой системе, обеспечивающей жизнедеятельность организма на оптимальном гомеостатическом уровне и являющейся наиболее чувствительным индикатором продуктивности приспособительных реакций [3]. Одним из наиболее эффективных методических подходов для изучения процессов адаптации к нагрузкам разного рода является метод *вариабельности сердечного ритма* (ВСР), поскольку позволяет осуществить количественно-качественную оценку состояния регуляторных систем организма. Сезонные изменения ВСР исследовались разными авторами в разных климатических условиях, что не могло не сказаться на результатах [7,12,13,16,17.]. В нашем исследовании также была выявлена сезонная динамика показателей вариабельности сердечного ритма, обеспечивающая адаптацию студентов к изменяющимся условиям окружающей среды в процессе обучения в разные сезоны [4]. Несмотря на большое количество работ по сезонным изменениям «классических» показателей ВСР, исследования, касающихся показателей нелинейной динамики единичны, а именно они характеризуют поведение системы и могут выявить тонкие изменения временных рядов сердечного ритма [18].

Важным фактором, способствующим реализации адаптационных процессов биосистемы, является степень ее энергообеспеченности, поскольку протекание этих процессов требует определенных энергетических затрат. Известно, что при низком уровне энергообеспеченности функциональных резервов организма происходит перенапряжение регуляторных механизмов [2], что влечет за собой нарушение процессов адаптации, и, как следствие, функционирование на качественно более низком, нестабильном уровне гомеостаза. Метод ГРВ-биоэлектрографии, измеряя распределение электронных плотностей по системам и органам человека и характер стимулированных электронных токов, позволяет дать оценку потенциального запаса энергии организма, в том числе при воздействии различных факторов [8,9]. Результаты исследования [5] свидетельствуют, что параметры опто-электронной эмиссии, регистрируемой в состоянии относительного покоя, связаны с волновой структурой кардиоритма в частотных полосах VLF (0,01 Гц), и HF (0,27-0,28 Гц). В работе [15] показана сезонность совместных изменений параметров ГРВ-грамм и показателей вегетативной регуляции ритма сердца. В настоящей работе мы попытались рассмотреть комплексные изменения адаптационных реакций организма на смену сезонов года.

Цель исследования – изучить особенности сезонной динамики вариабельности сердечного ритма во взаимосвязи с показателями ГРВ-биоэлектрографии у здоровых лиц в условиях предгорной зоны РСО-Алания.

Материалы и методы исследования. Обследован 61 студент-медик (47 девушек и 14 юношей, относительно здоровых, 19-22 лет) в 2010-2012 гг. неоднократно в разные сезоны года. На протяжении каждого из сезонов для получения объективной картины

состояния вегетативной регуляции проведена серия из 6-8 обследований каждого участника эксперимента, после чего результаты усреднялись. Обследование студентов проводилось с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации, и было одобрено локальным комитетом по этике ГБОУ ВПО СОГМА. Оценку состояния регуляторных систем организма проводили по результатам анализа вариабельности сердечного ритма с использованием АПК «Варикард 2.51». 5-минутную запись кардиоритмограмм проводили в одно и то же время (12-15 ч) после адаптации к условиям обследования в течение 15 мин. Показатели нелинейной динамики ВСР вычисляли с помощью пакета программ «KubiosHRV 2.1». Анализировали следующие показатели: SD1, SD2, SD1/SD2 – показатели сечения Пуанкаре и их соотношение, D2 – корреляционная размерность, DFA – показатели детрентного флуктуационного анализа, SampEn – шаблонная энтропия, Lmean, Lmax, REC, DET, ShanEn – показатели количественного рекуррентного анализа.

Статическую съемку ГРВ-биоэлектrogramм проводили на аппарате «BEO GDV Camera» без фильтра (wF), поскольку данный тип ГРВ-грамм несет информацию не только о текущем состоянии энергетике организма, но и отражает особенности его вегетативного статуса. Оценивали параметры: площадь свечения в трех проекциях (левая, правая, фронтальная), интегральные коэффициенты площади свечения (JSL, JSR – по левой и правой рукам) интегральную энтропию (L, R), коэффициент активации (KA), нормализованную площадь, энтропию изолинии, коэффициент формы, фрактальность изолинии, средний радиус изолинии, длина изолинии. Полученные результаты анализировали с помощью программ «GDV Energy Field», «GDV Diagram», «GDV Scientific Laboratory».

Статистическая обработка результатов проведена с помощью пакета программ Statistica 6.0. Если полученные данные не подчинялись закону нормального распределения по критерию Шапиро-Уилка, то показатели были представлены в виде медианы (Md) и интерквартильного размаха; если подчинялись – в виде средней (M) и стандартного отклонения (SD). Для анализа различий между показателями в разные сезоны года применяли Repeated Measures ANOVA после нормализации распределения путем логарифмирования (ln) исходных данных. Для анализа внутри- и межсистемных взаимодействий использовали метод корреляционных плеяд с помощью программы «Pajek» после построения корреляционных матриц, пороговым значением r было взято 0,3 [14]. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось равным 0,05.

Результаты и их обсуждение. При однофакторном дисперсионном анализе наблюдаются зна-

чимые межсезонные различия величины SampEn и экспоненты α -1 DFA (табл.1).

Таблица 1

Показатели нелинейной динамики ВСР
в разные сезоны года

Показатели	Осень	Зима	Весна	Лето	p
SD1	24,10 (20,10; 1,74)	29,41 (18,42; 44,39)	24,36 (19,01; 35,80)	22,71 (17,12; 29,22)	0,13
SD2	62,40 (49,41; 4,83)	66,37 (59,96; 89,68)	67,02 (60,47; 82,41)	65,32 (54,00; 74,20)	0,89
SD2/SD1	2,71 (2,15; 2,96)	2,46 (1,78; 2,83)	2,48 (2,71; 2,93)	2,83 (2,39; 3,19)	0,22
α 1	1,15 (1,06; 1,24)	0,97 (0,73; 1,21)	1,06 (0,94; 1,21)	1,19 (1,04; 1,31)	0,019
D2	3,52 (2,93; 4,02)	3,37 (2,35; 3,64)	3,53 (2,91; 4,09)	3,62 (2,35; 3,97)	0,87
SampEn	0,81 (0,73; 0,91)	1,49 (1,41; 1,72)	1,63 (1,52; 1,66)	0,80 (0,66; 0,85)	0,0001
Lmean	9,37 (8,62;10,64)	10,36 (8,86; 11,88)	9,74 (8,87; 11,96)	9,35 (8,41; 10,97)	0,55
Lmax	136,03 (101,52; 191,34)	142,51 (86,16; 218,72)	150,50 (104,37; 223,58)	133,31 (102,84; 170,55)	0,28
REC	28,71 (24,42; 34,88)	31,31 (23,33; 34,99)	31,36 (26,90; 34,56)	29,75 (25,70; 34,42)	0,69
DET	97,59 (96,72; 98,45)	97,81 (96,75; 98,65)	98,08 (96,99; 98,78)	97,88 (97,06; 98,61)	0,49
ShanEn	3,06 (2,92; 3,31)	3,04 (2,90; 3,15)	3,01 (2,88; 3,21)	3,08 (3,07; 3,18)	0,59

Примечание: результаты представлены в виде медианы (Md), 25% и 75%; p – уровень значимости различий по результатам дисперсионного анализа

Для детализации выявленных различий между группами, при условии того, что нулевая гипотеза была отвергнута, проведен апостериорный анализ с использованием критерия Ньюмена-Кейлса. При оценке сезонных различий изучаемых показателей ВСР выявлено статистически значимое снижение показателя 1 в зимний сезон, относительно осеннего (0,97 (0,73; 1,21) против 1,15 (1,06; 1,24), соответственно, $p=0,017$) и летнего сезонов (0,97 (0,73; 1,21) против 1,19 (1,04; 1,31), соответственно, $p=0,022$; увеличение SampEn в зимний 1,49 (1,41; 1,72)) и весенний 1,63 (1,52; 1,66)) периоды относительно осеннего (0,81 (0,73; 0,91)) и летнего (0,80 (0,66; 0,85)), $p=0,0001$.

Учитывая, что слабые воздействия переводят динамические системы, каковой является и сердечно-сосудистая система, из режима хаотических колебаний на требуемый динамический режим, при котором она оптимально функционирует, относительное возрастание энтропии и снижение показателя самоподобия (α 1) в зимний и весенний сезоны являются ответной реакцией одной из основных регуляторных систем организма на нестабильную метеорологиче-

скую обстановку. Подобные изменения можно расценивать как реализацию адаптационных механизмов, поскольку известно, что такое свойство ритма сердца, как хаотичность позволяет ему адекватно реагировать на изменение физических и эмоциональных нагрузок, а регулярность может свидетельствовать о повышении напряжения адаптации, когда гибкая подстройка под изменение внешних факторов затруднена [11]. Полученные результаты согласуются с результатами работ [1], поскольку динамика метеофакторов в зимний и весенний периоды носит хаотичный характер, что связано с их значительными межсезонными изменениями, соответственно и динамика метеотропных реакций человека также хаотична.

Фактор сезонности оказывал существенное влияние и на параметры ГРВ-грамм испытуемых. В частности, для площади свечения в трех проекциях уровень значимости различий для этого фактора составил 0,027. По результатам дисперсионного анализа выявлено, что в весенний период площадь свечения ГРВ-грамм студентов в правой ($59291,13 \pm 15742,08$ ед.; $p=0,00009$), левой ($53730,13 \pm 18024,64$ ед.; $p=0,005$) и фронтальной ($55010,96 \pm 16064,43$ ед.; $p=0,001$) проекциях выше, чем осенью ($43873,73 \pm 14099,75$; $42507,07 \pm 13782,27$; $42676,58 \pm 13078,01$ соответственно) (рис. 1.А).

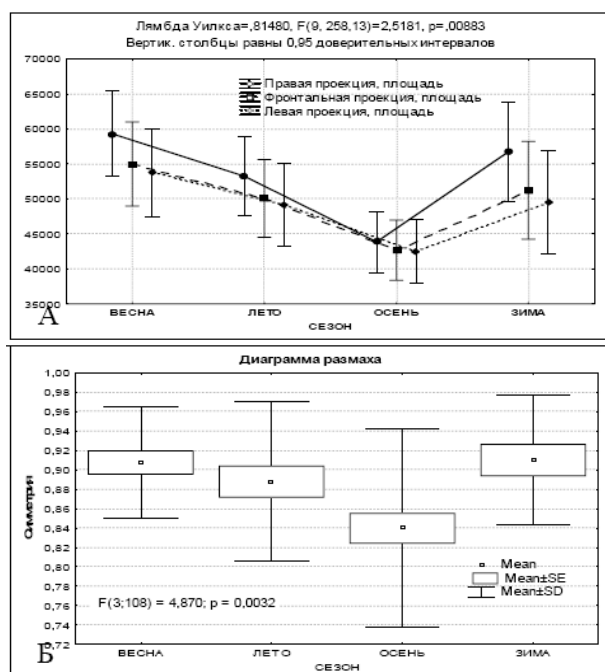


Рис. 1. Динамика площади свечения в правой, левой и фронтальной проекциях (А) и симметрии модели (Б)

Симметрия модели энергетического поля в осенний период ($83,97 \pm 10,23\%$) была ниже, чем в остальные сезоны года ($90,75 \pm 5,72\%$, $p=0,002$ (весна); $88,79 \pm 8,25\%$, $p=0,022$ (лето); $91,01 \pm 6,69\%$, $p=0,004$ (зима)) и отличалась максимальной дисперсией, что

свидетельствует о некоторой нестабильности вегетативного регулирования (рис. 1.Б).

Статистически значимых различий между интегральными коэффициентами площади свечения у студентов не наблюдали. Различия существовали по величине параметра, характеризующего уровень стресса – коэффициента активации, который весной был минимальным, со значимым отклонением относительно осеннего периода ($1,80 \pm 1,429$ против $3,26 \pm 2,166$, соответственно, $p=0,005$), что, вероятно, обусловлено наибольшей активностью автономного контура вегетативной регуляции в весенний сезон, сравнительно с другими, что было показано в нашем предыдущем исследовании [4] (рис. 2).

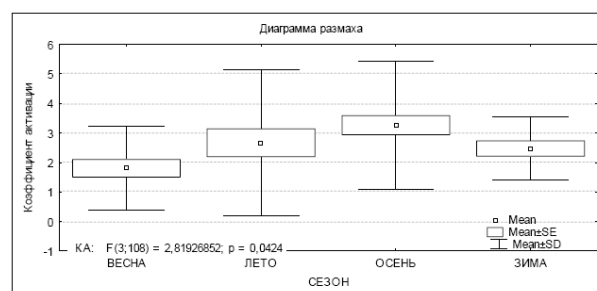


Рис. 2. Сезонная динамика коэффициента активации

В соответствии с данными, полученными с помощью программы «GDV Scientific Laboratory» установлено, что нормализованная площадь ГРВ-грамм, энтропия по изолинии и средний радиус изолинии максимальны весной ($2,100 \pm 1,269$; $1,831 \pm 0,282$; $11,131 \pm 4,199$, соответственно), а в осенний период минимальны ($1,463 \pm 0,873$; $1,667 \pm 0,315$; $8,510 \pm 3,529$, соответственно) (табл. 2).

Таблица 2

Параметры ГРВ-грамм в разные сезоны года

Параметры	Весна	Лето	Осень	Зима	p
Нормализованная площадь	$2,100 \pm 1,269$	$1,749 \pm 0,955$	$1,463 \pm 0,873$	$1,812 \pm 0,965$	0,000
Средняя интенсивность	$40,901 \pm 4,657$	$41,784 \pm 6,025$	$41,530 \pm 5,520$	$40,036 \pm 5,408$	0,005
Коэффициент формы	$21,805 \pm 10,968$	$24,653 \pm 10,550$	$28,541 \pm 10,169$	$24,766 \pm 8,752$	0,000
Энтропия изолинии	$1,831 \pm 0,282$	$1,772 \pm 0,319$	$1,667 \pm 0,315$	$1,808 \pm 0,267$	0,000
Фрактальность изолинии	$1,842 \pm 0,076$	$1,858 \pm 0,072$	$1,878 \pm 0,060$	$1,870 \pm 0,061$	0,000
Средний радиус изолинии	$11,131 \pm 4,199$	$10,036 \pm 3,749$	$8,510 \pm 3,529$	$10,299 \pm 3,650$	0,000
Длина изолинии	$1268,557 \pm 258,462$	$1328,143 \pm 276,722$	$1328,959 \pm 268,222$	$1425,363 \pm 254,685$	0,000

Примечание: результаты представлены в виде $M \pm SD$; p – уровень значимости различий по результатам дисперсионного анализа

Средняя интенсивность имеет пик значений в летний период ($41,784 \pm 6,025$), минимум – зимой ($40,036 \pm 5,408$). Наибольшая изрезанность, неравномерность контура свечения, характеризующаяся параметрами коэффициент формы и фрактальность,

была зафиксирована в осенний период ($28,541 \pm 10,169$ и $1,878 \pm 0,060$ соответственно), минимальная – весной ($21,805 \pm 10,968$ и $1,842 \pm 0,076$ соответственно), что соотносится с аналогичной динамикой длины изолинии (осень – $1328,959 \pm 268,222$; весна – $1268,557 \pm 258,462$).

ГРВ-граммы, снятые в осенний период, характеризовались большим количеством дефектов, что, в совокупности с уменьшением площади свечения, увеличением фрактальности и коэффициента формы, позволяет отнести большую часть из них к HS (Health+Stress) зоне гомеостаза, характеризующейся квазистабильным уровнем вегетативного регулирования, который не является оптимальным и требует повышенных затрат энергии [9].

При анализе корреляционных взаимосвязей между показателями нелинейной динамики ВСП и параметрами ГРВ прослеживается максимальное количество как внутри-, так и межсистемных связей средней и сильной степени силы в зимний период. К весне степень выраженности корреляций ослабевает, их количество сокращается. В летний период сохраняются лишь внутрисистемные связи между ГРВ-параметрами и отдельные внутри- и межсистемные – показателей ВСП; в осенний период увеличивается количество внутрисистемных корреляций ВСП (рис. 3).

Наблюдаемое относительное постоянство внутрисистемных связей между параметрами биоэлектрограмм на фоне сезонной флуктуации количества и степени выраженности внутрисистемных связей между показателями ВСП, вероятно, связано с необходимостью постоянного контролирования регуляторными системами организма энергетического гомеостаза, как существенного фактора успешной адаптации.

Очевидно, что данная цирканнуальная динамика взаимосвязей исследуемых показателей обусловлена реализацией адаптационных механизмов с постепенным увеличением их напряженности от лета к зиме и последующим спадом от зимы к весне. Увеличение энтропии ВСП (SampEn) в зимний и весенний сезоны вызвано возрастанием информационной нагрузки на организм в виде резких колебаний погодных условий, а относительное постоянство связей ГРВ-параметров с ней во все сезоны года, вероятно, является свидетельством синергизма протекающих в организме здорового человека энергоинформационных процессов, обеспечивающих всесезонную гармонизацию его жизнедеятельности.

Для лучшего понимания процессов, происходящих с вегетативным обеспечением регуляции при смене сезонов года, нами проведен корреляционный анализ изучаемых показателей с процентным содержанием высоко- (HF), низко- (LF) и сверхнизкочастотных (VLF) колебаний в общем спектре ВСП,

сезонные изменения которых описаны в нашей работе [4] (табл. 3).

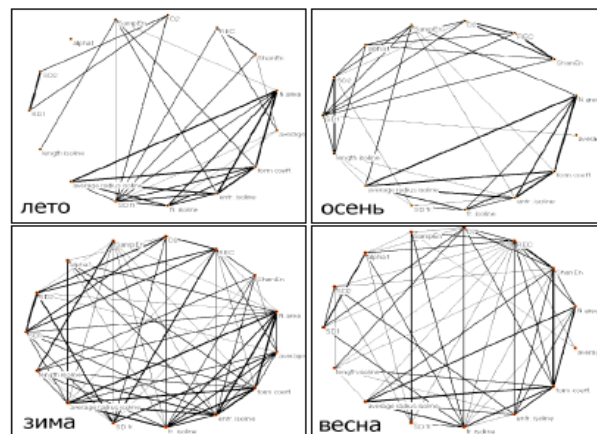


Рис. 3. Внутри- и межсистемные корреляционные взаимосвязи показателей ВСП и ГРВ в разные сезоны года (толщина линий соответствует r (0,7-0,9), (0,5-0,69) и (0,3-0,49))

Таблица 3

Корреляционные взаимосвязи показателей нелинейной динамики ВСП и ГРВ-биоэлектрографии со спектральными составляющими ВСП

Сезон	$\alpha 1$	SampEn	D2	REC	N площадь	Ср. интенсив.	Коэфф. формы	Энтр. изолинии	Фракт. изолинии	Ср. радиус изолинии	Длина изолинии
HF%											
Лето	-0,69	0,52	0,43	-0,74	0,26	-0,32	-0,38	0,38	-0,55	0,38	-0,05
Осень	-0,40	0,36	0,31	-0,52	0,35	0,03	-0,48	0,34	-0,38	0,32	-0,08
Зима	0,33	0,04	0,43	-0,61	0,12	0,01	-0,10	0,08	0,12	0,07	-0,06
Весна	-0,62	-0,07	-0,42	-0,17	0,25	0,05	-0,35	0,38	-0,12	0,35	0,33
LF%											
Лето	0,94	-0,28	-0,24	0,38	-0,13	-0,04	0,16	0,02	0,48	-0,20	-0,05
Осень	0,23	-0,27	-0,49	0,55	-0,32	0,20	0,47	-0,27	0,46	-0,29	0,21
Зима	-0,22	-0,63	-0,51	0,42	-0,26	-0,10	0,20	-0,19	0,09	-0,24	-0,08
Весна	0,53	-0,45	0,27	-0,25	0,10	0,25	0,00	-0,02	-0,22	0,00	0,22
VLF%											
Лето	-0,18	-0,04	-0,21	0,38	-0,21	0,53	0,26	-0,32	-0,02	-0,21	0,11
Осень	0,36	-0,17	0,04	-0,07	-0,12	-0,34	0,12	-0,21	-0,06	-0,16	-0,35
Зима	-0,10	0,76	0,28	-0,01	0,20	0,19	-0,18	0,16	-0,33	0,27	0,23
Весна	0,18	0,55	0,67	-0,13	-0,48	-0,42	0,52	-0,50	0,57	-0,52	-0,62

Из таблицы видно, что колебания показателя самоподобия $\alpha 1$ в летний и весенний сезоны в достаточной степени могут быть объяснены изменениями тонуса симпатического и парасимпатического отделов ВНС; мера рекуррентности (REC), отражающая вероятность повторения состояния системы, в наибольшей степени летом, осенью и зимой связана с парасимпатическими и симпатическими влияниями; величина энтропии (SampEn) в зимний и весенний сезоны наиболее объяснима симпатическими и надсегментарными влияниями. На этом фоне хотелось бы отметить наличие максимального числа корреляционных связей умеренной и средней степени между показателями биоэлектрографии и количеством сверхнизкочастотных волн (VLF) в весенний период. Таким образом, в разные сезоны года присутствует большое количество внутри- и межсистем-

ных взаимосвязей между показателями ВСП и ГРВ, участвующее в обеспечении оптимальной адаптации организма к изменяющимся условиям внешней среды. Объяснение выявленных изменений только колебаниями вегетативного статуса невозможно, хотя в отдельных случаях их связь очевидна, что согласуется с исследованием [6,10].

Выводы:

1. Выявлены сезонные колебания показателей нелинейной динамики вариабельности сердечного ритма и биоэлектрографии, участвующих в формировании адекватной реакции регуляторных систем организма на воздействия внешней среды.

2. Между исследуемыми показателями существует определенный комплекс корреляционных взаимосвязей, сила и количество которых меняется от лета к зиме, когда наблюдается наибольшее количество значимых связей, что отражает максимальное напряжение адаптационных механизмов организма в этот сезон.

3. В полной мере объяснить сезонные колебания исследуемых показателей изменениями вегетативного статуса нельзя, немаловажную роль играет поведение системы, изменение ее хаотичности и предсказуемости под влиянием внешних природных воздействий.

Литература

1. Стохастические и хаотические подходы в оценке влияния метеофакторов на заболеваемость расселения на примере ХМАО-Югры [Электронный ресурс] / В.И. Адайкин [и др.] // Вестник новых медицинских технологий (электронное издание).– 2007.– Т.Х.– № 1. Режим доступа: URL: <http://www.medtsu.tula.ru/emag/2007/1/E071s2.pdf>
2. Анохин, П.К. Очерки по физиологии функциональных систем / П.К. Анохин.– М., 1975.– 225 с.
3. Баевский, Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине / Р.М. Баевский // Физиология человека.– 2002.– Т. 28.– №2.– С. 70–82
4. Ботоева, Н.К. Цирканнуальные колебания вариабельности сердечного ритма у студентов-медиков, жителей предгорной территории Северной Осетии / Н.К. Ботоева, Л.Т. Урумова // Фундаментальные исследования.– 2012.– № 12 (часть 2).– С. 228–233.
5. Связь параметров вызванной оптоэлектронной эмиссии (эффект Кирлиан) с процессами кортико-висцеральной регуляции / П.В. Бундзен [и др.] // Физиология человека.– 2005.– Т.31.– №3.– С. 316.
6. Зуевский, В.П. Окружающая среда и здоровье населения Ханты-Мансийского автономного округа / В.П. Зуевский.– Сургут: СурГУ, 2001.– 70 с.
7. Копосова, Т.С. Сезонные изменения показателей кардиогемодинамики и вегетативного статуса организма студентов / Т.С. Копосова, С.Н. Чикова, А.Е. Чиков // Экология человека.– 2004.– № 5.– С. 23–25.
8. Коротков, К.Г. Принципы анализа в ГРВ биоэлектрографии / К.Г. Коротков.– СПб.: Реноме, 2007.– 286 с.
9. Коротков, К.Г., Биофизические механизмы метода ГРВ-биоэлектрографии / К.Г. Коротков, Б. Виллиамс, Л.А. Виснески // Приборостроение.– 2006.– Т.49.– №2.– С. 16–18.
10. Койчубеков, Б.К. Взаимосвязь линейных и нелинейных показателей сердечного ритма / Б.К. Койчубеков // Успехи современного естествознания.– 2009.– № 6.– С. 28–33.
11. Майоров, О.Ю. Применение локального индекса фрактальности для анализа коротких рядов RR интервалов при исследовании вариабельности сердечного ритма. / О.Ю. Майоров, В.Н. Фенченко // Клиническая информатика и телемедицина.– 2010.– Т.6.– Вып. 7.– С. 6–12.
12. Годовая динамика показателей вариабельности сердечного ритма в условиях Севера России / А.Л. Марков [и др.] // Вестник Удмуртского университета.– 2012.– №75.– Вып. 1.– С. 75–78.
13. Степанова, Г.К. Вариабельность сердечного ритма в различные сезоны года у юношей-якутов / Г.К. Степанова, С.М. Дмитриева, М.В. Устинова // Дальневосточный медицинский журнал.– 2010.– №2.– С. 105–108.
14. Терентьев, П.В. Практикум по биометрии / П.В. Терентьев, Н.С. Ростова.– Л., 1977.
15. Чеснокова, В.Н. Изменение объемных показателей параметров внешнего дыхания и ГРВ-грамм у девушек в динамике сезонов года в условиях Северо-Запада России / В.Н. Чеснокова, О.А. Голубина, И.А. Варенцова // Сознание и физическая реальность.– 2009.– Т.14.– №3.– С. 46–49.
16. Чеснокова, В.Н. Сезонные изменения сердечного ритма у студентов с различными типами вегетативной регуляции на Европейском Севере / В.Н. Чеснокова, И.Г. Мосягин // Экология человека.– 2010.– №3.– С. 35–39.
17. Kristiansen, J. Reproducibility and seasonal variation of ambulatory short-term heart rate variability in healthy subjects during a self-selected rest period and during sleep / J. Kristiansen, A. Olsen, J. Skotte // Scandinavian Journal of Clinical & Laboratory Investigation.– 2009.– Vol.69.– №6.– P. 651–661
18. Peng, C.-K. Adaptive data analysis of complex fluctuations in physiologic time series / C.-K. Peng, M. Costa, A. Goldberger // Advances in adaptive data analysis.– 2009.– Vol.1.– № 1.– P. 61–70.