

УДК 612.172.2-053.9(23.0)

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА
В УСЛОВИЯХ ДИСКОМФОРТА ГОР ПРИ СТАРЕНИИ**

Ш.Ю. Айсеева, А.А. Сорокин, Д.Ш. Чынгышпаев

Представлена характеристика временных и спектральных параметров variability сердечного ритма при старении. Показана значимость низко- и высокочастотных составляющих variability сердечного ритма как маркеров изменения вегетативной регуляции сердца.

Ключевые слова: variability сердечного ритма; временные и спектральные характеристики; дискомфортные условия гор.

**HEART RATE VARIABILITY IN THE CONDITIONS
OF MOUNTAINS DISCOMFORT AT AGING**

Sh. Yu. Aisaeva, A. A. Sorokin, D. Sh. Chyngyshpaev

The article regards characteristics temporal and spectral parameters of heart rate variability during aging. The importance of the low- and high-frequency oscillations of heart rhythm changes as markers of autonomic regulation of the heart is shown.

Keywords: heart rate variability; temporal and spectral parameters of HRV; uncomfortable conditions mountains.

Введение. Известно, что дискомфортные условия гор оказывают стрессорное воздействие на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы человека, что сказывается на состоянии здоровья, в том числе жителей старшего и пожилого возраста. При адаптации организма одним из наиболее объективных и чувствительных индикаторов изменения вегетативной регуляции и вегетативного баланса является variability сердечного ритма (ВСР), о чем свидетельствуют многочисленные публикации ученых ближнего и дальнего зарубежья [1, 2]. Исследования по данному вопросу в условиях средне- и высокогорья фрагментарны, а научные работы, посвященные оценке ВРС при старении, практически отсутствуют. В настоящей работе предметом изучения стала оценка ВСР у жителей разных возрастов, проживающих в условиях биоклиматического дискомфорта гор.

Методы и объект исследований. В исследовании приняли участие жители дискомфортных зон гор Тянь-Шаня (Нарынский район, 2400 м над ур. м., 153 чел.), условно здоровые, различного возраста, у которых исключена патология сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной и других систем организма. Обследуемые в зависимо-

сти от возраста были разделены на пять групп: к I группе отнесены 30 человек в возрасте 18–29 лет; во II группу вошли 31 человек в возрасте 30–39 лет; III группа состояла из 37 человек в возрасте 40–49 лет; IV группу составили лица предпенсионного возраста – 24 человека в возрасте 50–59 лет; в V группу вошли лица пожилого возраста – 33 человека в возрасте 60 лет и старше.

ВСР изучалась с помощью аппарата “Психофизиолог 1/30” фирмы Медиком МТД (Россия) в соответствии с международными стандартами.

ВСР представлена временными (математическое ожидание RR-интервалов, среднеквадратичное отклонение RR-интервалограммы – SDNN, амплитуда моды – АМо) и спектральными параметрами (высокочастотный спектр колебаний – HF, мощность медленных волн первого порядка – LF, мощность медленных волн второго порядка – VLF, индекс централизации – ИЦ, вегетативный баланс – LF/HF, общая мощность – TP, индекс напряжения – ИН).

Статистический анализ проводился с помощью программы SPSS 16 версии. Проверку на нормальность распределения проводили с использованием критерия Шапиро – Уилки. Для сравнения переменных с нормальным распределением

Таблица 1 – Временные показатели ВСР в различных возрастных группах

Параметр		RR, мс	SDNN, мс	Амо, %	ИН (усл.ед)
I группа		805 ± 21,1 (103)	73 ± 7,9 (38,8)	36,3 ± 2,9 (14,3)	58 (25–80)
II группа		784 ± 17,5 (102,3)	49 ± 3,5 (20,6)	43,5 ± 2,3 (13,6)	88 (60–134)
III группа		764 ± 18 (111)	44 ± 3,3 (20,0)	47,9 ± 2,3 (13,9)	112 (57–201)
IV группа		784 ± 22 (110)	41,4 ± 3,7 (18,0)	52,2 ± 2,6 (13,0)	127 (67–243)
V группа		778 ± 21 (119)	44 ± 7,4 (43,0)	60,0 ± 3,5 (20,0)	146 (49–503)
P =	I/II	0,453	0,004	0,058	0,103
	I/III	0,111	0,001	0,001	0,004
	I/IV	0,363	0,001	0,000	0,001
	I/V	0,453	0,001	0,000	0,001

Таблица 2 – Показатели параметров спектрального анализа ВСР в различных возрастных группах

Параметр	TP, мс ²	VLF, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LF/HF	ИЦ
I группа	6331 (4378–15520)	2629 (1184–4423)	1875 (1200–5684)	1910 (677–3787)	1,02 (0,62–2,26)	2,51 (1,36–4,75)
II группа	4016 (2258–5745)	1721 (926–2514)	1115 (726–2056)	697 (282–1419)	2,25 (1,12–3,85)	5,23 (2,55–9,53)
III группа	2567 (1671–4422)	1248 (739–1962)	894 (497–1832)	457 (183–870)	2,55 (1,29–3,94)	5,25 (3,30–10,97)
IV группа	2592 (1012–5079)	1258 (469–2074)	790 (390–1587)	294 (111–740)	2,57 (1,37–4,05)	6,41 (3,73–14,98)
V группа	1466 (734–3575)	722 (418–1460)	403 (147+726)	99 (41–625)	2,66 (0,95–4,92)	9,26 (3,0–19,33)
P =	I/II	0,009	0,089	0,020	0,004	0,052
	I/III	0,001	0,003	0,002	0,000	0,004
	I/IV	0,000	0,005	0,001	0,000	0,004
	I/V	0,000	0,000	0,000	0,000	0,249

использовался однофакторный дисперсионный анализ ANOVA с Posthoc-тестом Scheffe. Данные представлены как среднее ± стандартная ошибка (стандартное отклонение). Переменные с отличием от нормального распределением сравнивались при помощи критерия Краскела – Уоллиса, с последующим попарным сравнением с помощью критерия Манна – Уитни, с поправкой Бенферрони. В этом случае данные представлены, как медиана и межквартильный размах.

Результаты исследований и их обсуждение.

Полученные данные указывают на закономерное снижение среднеквадратичного отклонения (SDNN), которое характеризует суммарный эффект воздействия вегетативной нервной системы на ритм сердца. Статистически значимое понижение данного показателя по отношению к младшей возрастной группе фиксируется уже в возрастной группе 30–39 лет и далее SDNN остается приблизительно без изменений (таблица 1). Последнее отражает состояние механизмов нейрогуморальной регуляции сердечного ритма и указывает на снижение тонуса парасимпатических нервных

центров и превалирование симпатического отдела ВНС.

Сделанный на основе изучения SDNN вывод отчетливо подтверждается при анализе АМО и ИН. Для этих параметров регистрируется закономерное увеличение с возрастом. Максимальные значения зарегистрированы в предпенсионной и пожилой группах [3]. Статистически значимых различий в математическом ожидании (RR) не регистрируется.

Динамика изменений спектральных характеристик представлена в таблице 2. Из нее следует, что общая мощность колебаний сердечного ритма (TP) – спектральный аналог СКО – в своей динамике изменений имеет такую же направленность, достоверно снижаясь в III и IV возрастных группах и наиболее значимо в пожилой. Величины мощности низкочастотных и высокочастотных компонентов спектра также снижались, особенно в группах старшего и пожилого возраста, и имели выраженную обратно пропорциональную зависимость от возраста.

Для этих параметров наблюдается также смещение вегетативного баланса в сторону сим-

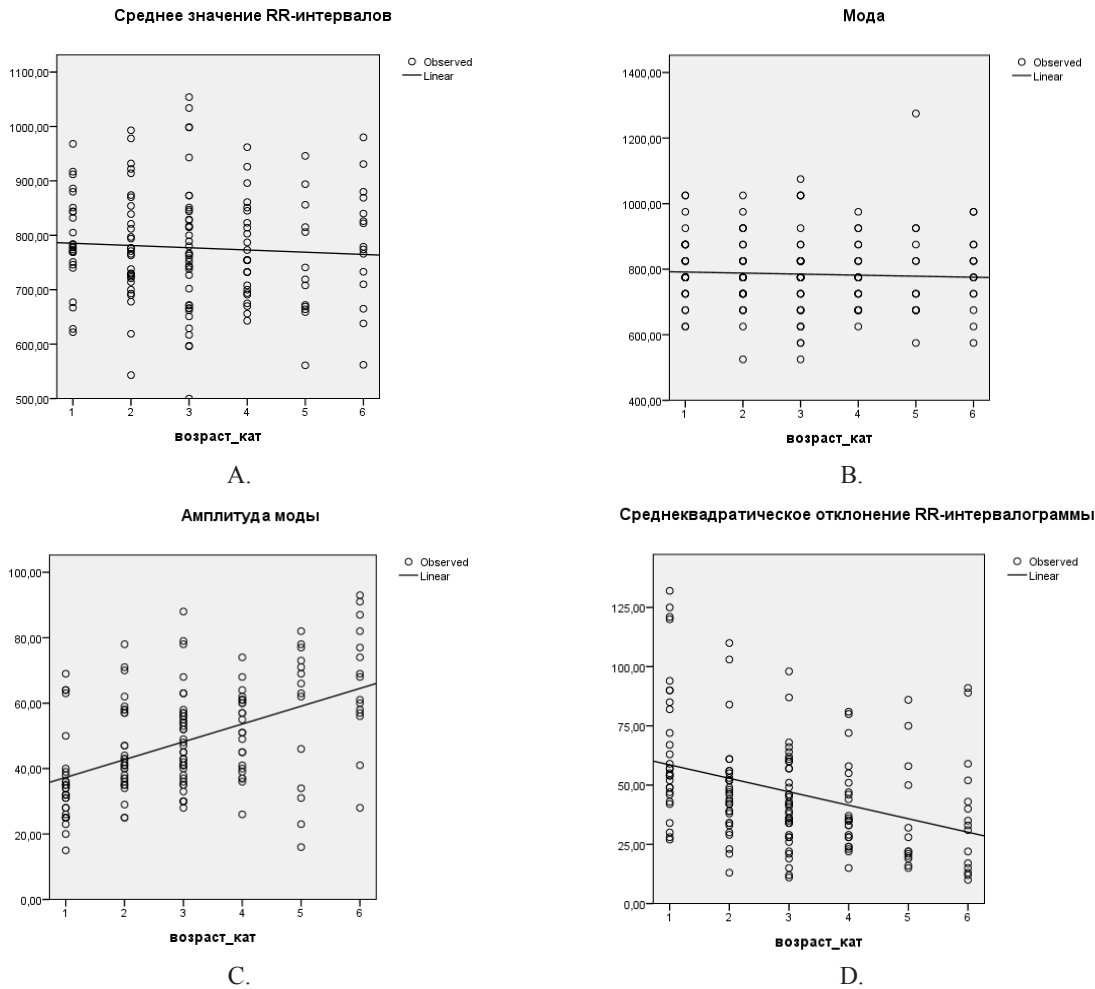


Рисунок 1 – Тренды временных параметров ВСП

патического звена регуляции, причем симпатовагальный индекс – отношение низкочастотных колебаний ритма сердца к высокочастотным (LF/HF) – был более выражен в старших возрастных группах. Высокий рост симпатической активации, как отмечают некоторые авторы, является неблагоприятным признаком, поскольку ведет к сужению периферических сосудов и росту артериального давления [4]. Доминирование симпатического отдела вегетативной нервной системы в группах старшего и пожилого возраста сопровождается ростом индекса централизации и соответствующими изменениями мощности дыхательных волн второго порядка (VLF). Анализ мощности медленных волн второго порядка, показывает, что в старших возрастных группах (IV–V) наблюдается их снижение. Это может быть обусловлено сложным надсегментарным регулирующим влиянием на сердце,

так как амплитуда VLF связана с психоэмоциональным напряжением коры головного мозга [5]. Помимо этого VLF-спектр является индикатором управления метаболическими процессами, а его сниженный уровень отражает энергодифицитные состояния [6].

Если провести сравнение динамики индекса централизации, то можно видеть, что этот показатель резко возрастает уже во II группе относительно группы младшего возраста, а в группах предпенсионного и пожилого возраста он возрастает в 2,6 и 3,7 раза, соответственно. Учитывая, что индекс централизации характеризует определенную степень централизации в управлении сердечным ритмом, то можно говорить об отчетливом росте состояния функционального напряжения организма в старших возрастных группах. К этому следует добавить, что возрастзависимое уменьшение

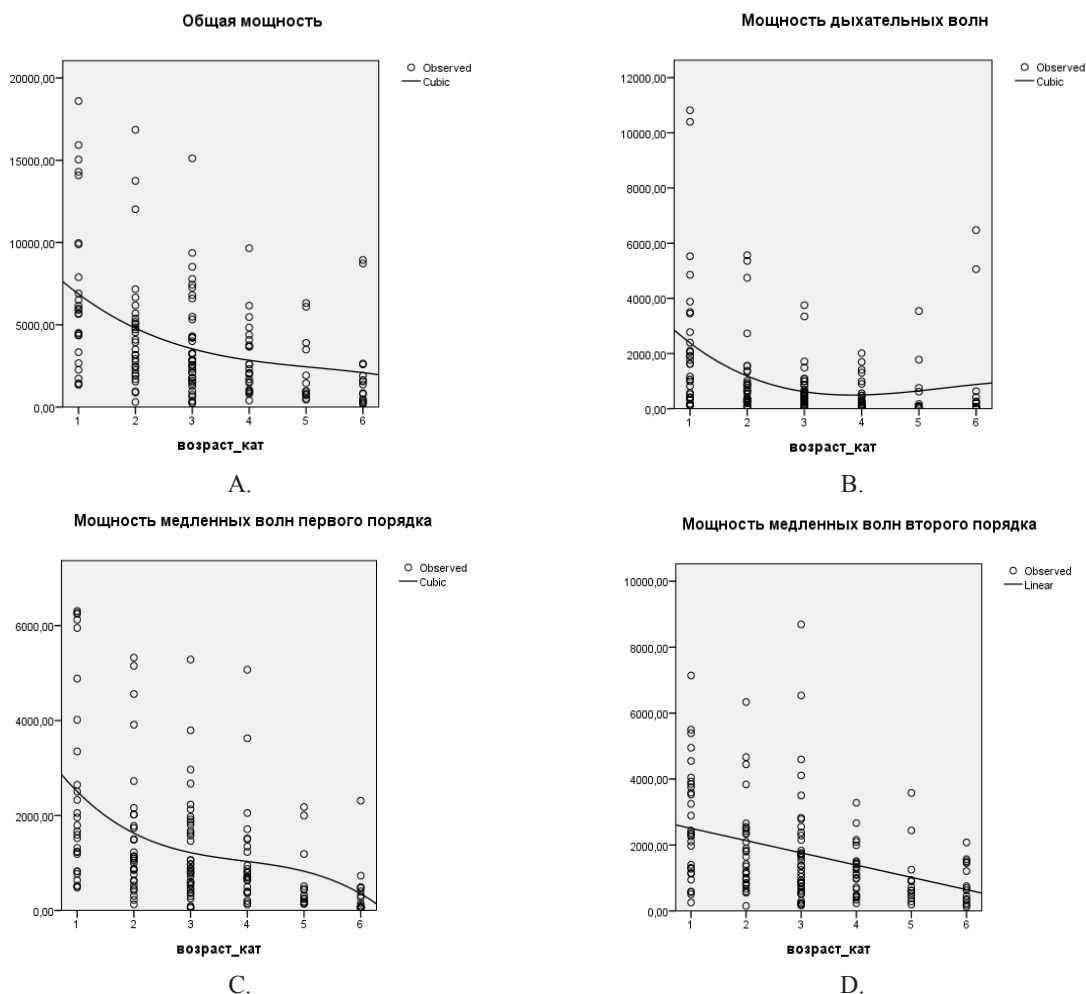


Рисунок 2 – Тренды спектральных составляющих

функциональных резервов сердечно-сосудистой системы создает предпосылки для ухудшения коронарного кровоснабжения [7]. Такие физиологические изменения, переходящие в условиях биоклиматического дискомфорта гор в патофизиологические, могут приводить к дизадаптационным, а при длительном напряжении функциональных систем – к преморбидным состояниям.

Полученные результаты по изменению высоко- и низкочастотных компонентов спектра ВСП у жителей гор предпенсионного и пожилого возрастов соответствуют литературным данным [4, 8, 9]. Более того, нами подтвержден факт, установленный зарубежными учеными, которыми было доказано, что с увеличением возраста на каждые 10 лет мощность колебаний спектра в диапазонах в LF и HF снижается, соответственно, на 22 и 10 процентов [10]. Разница лишь в том, в про-

центном отношении вышеуказанные показатели меняются в большей степени.

Кроме того, нами получены новые данные, свидетельствующие о том, что большинство спектральных составляющих (TP, HF, LF и VLF) и временных (AMo и SDNN) характеристик начинают значительно снижаться в возрастном диапазоне 30–39 лет. Обнаруженный факт имеет практическое значение для горной медицины и прикладной физиологии, в частности для понимания механизмов преждевременного старения.

Поскольку изменчивость параметров ВСП зависит не только от изменения возраста, но и от множества других параметров индивидуальной истории жизни, нами с помощью регрессионного анализа, выявлялось наличие статистически значимого тренда для каждого параметра ВСП и проводился расчет коэффициента детерминации.

О наличии или отсутствии тренда судили на основании расчетов посредством опции “Contrast” – процедуры однофакторного дисперсионного анализа “One-Way ANOVA” 16-й версии программы SPSS. Данная версия позволяет проверять в качестве возможных трендов полиномы до пятой степени включительно.

Как показали результаты анализа трендов временных параметров ВСП (рисунок 1), изменение средних значений интервалов R-R и моды с возрастом не определяется ($P = 0,584$ и $P = 0,779$) и, следовательно, эти показатели весьма слабо связаны с изменением возраста. Гипотетически можно предполагать, что они обусловлены генетическими факторами.

Для амплитуды моды и среднеквадратического отклонения RR-интервалограммы характерно статистически значимое наличие линейных трендов ($P = 0,000$ и $P = 0,005$), при этом коэффициент детерминации для АМО составляет 24,7 %, а для SDNN – 12,7 %.

В дополнение к этому подчеркнем, что тренд амплитуды моды отчетливо характеризует зависимость от возраста, которая проявляется непрерывным ростом этого параметра. И, напротив, в случае среднеквадратического отклонения RR-интервалограммы тенденция обратная: по мере увеличения возраста величина SDNN постепенно снижается, что может быть интерпретировано как усиление симпатических влияний на сердце.

Нами проанализированы значения спектральных составляющих ВСП на наличие статистически значимых трендов (рисунок 2).

Для всех составляющих зарегистрировано статистически значимое наличие трендов ($P = 0,014$, $P = 0,018$, $P = 0,012$, $P = 0,002$, соответственно), при этом значения коэффициентов детерминации, характеризующих вклад того или иного параметра в изменчивость нижеуказанных параметров при изменении возраста, следующие: для общей мощности (23,4 %), мощности дыхательных волн (18,8 %) и мощности медленных волн первого порядка (20,9 %). Для мощности медленных волн второго порядка эта величина составила 14,5 %. Как видно из рисунка 2, все тренды спектральных составляющих демонстрируют снижение мощности с увеличением возраста, что свидетельствует, с одной стороны, об уменьшении изменчивости внутри ряда интервалов R-R, с другой – указывает на перестройки в центральном контуре регуляции сердца. Из данных литературы известно, что снижение мощности дыхательных волн свидетельствует об уменьшении тонуса парасимпатической системы относительно тонуса симпатической, а повышение мощности медленных волн перво-

го порядка свидетельствует об увеличении тонуса симпатической системы относительно парасимпатической. Уменьшение же с возрастом мощности медленных волн второго порядка предположительно может быть обусловлено изменением эрготропных характеристик регуляции сердечного ритма.

Формат статьи не позволяет привести аналогичный рисунок для трендов интегральных характеристик ВСП. Поэтому приведем здесь только основные результаты. С изменением возраста наиболее связаны индекс активации подкорковых центров (коэффициент детерминации 17,9 %) и индекс напряжения (12,6 %). Причем рост индекса напряжения и индекса активации подкорковых центров с увеличением возраста свидетельствует о все большем вовлечении высших иерархических систем в регуляцию сердечного ритма.

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать заключение о том, что в условиях дискомфорта гор в возрастных группах старшего и пожилого возраста происходит значительное снижение мощности высокочастотных и низкочастотных колебаний сердечного ритма и повышение таких параметров ВСП, как амплитуда моды и индекс напряжения. Статистически значимые изменения этих показателей наиболее заметны в возрасте 40–49 лет, а маркерами этих сдвигов могут быть низко- и высокочастотные диапазоны мощности спектра и смещение вегетативного баланса в сторону симпатического звена регуляции ВНС. Показано статистически значимое наличие трендов для временных, спектральных и интегральных параметров ВСП.

Литература

1. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение // Материалы V Всеросс. симп.; отв. ред. Р.М. Баевский, Н.И. Шлык. Ижевск: Изд-во “Удмуртский университет”, 2011, 597 с.
2. Thayer J.F. et al. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health / Julian F. Thayer, Fredrik Åhs, Mats Fredrikson, John J. Sollers III, Tor D. Wager // Neuroscience and Biobehavioral Reviews. 36 (2012). P. 747–756 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://kinova.nu/index_html_files/implications-for-heart-rate-variability-as-a-mark.pdf – Загл. с экрана.
3. Писарук А.В. Анализ механизмов возрастных изменений системы барорефлекторной регуляции с помощью математической модели / А.В. Писарук // Пробл. старения и долголетия. 1999. № 2. С. 23–30.

4. Коркушко О.В. Вегетативная регуляция сердечно-сосудистой системы при гипоксическом стрессе у пожилых людей с физиологическим и ускоренным старением / О.В. Коркушко, А.В. Писарук, Э.О. Асанов и др. // Буковинський медичий вісник. 2009. Т. 13. № 4. С. 148–152.
5. Хаспекова Н.Б. Диагностическая информативность мониторинга variability сердечного ритма сердца / Н.Б. Хаспекова // Вестник аритмологии. 2003. № 32. С. 15–23.
6. Флейшман А.Н. Variability ритма сердца и медленные колебания гемодинамики. Нелинейные феномены в клинической практике / А.Н. Флейшман. Изд. 2-е, перераб. и доп. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 194 с.
7. Beckers F. Aging and nonlinear heart rate control in a healthy population. / F. Beckers, B. Verheyden, A.E. Aubert // Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. 2006. Vol. 290. № 6. P. 2560–25670.
8. Демидова М. М. Циркадная ритмика показателей variability сердечного ритма у здоровых обследуемых / М.М. Демидова, В.М. Тихоненко, // Вестник аритмологии. 2001. № 23. С. 52–58.
9. Коркушко О.В. Возрастные и патологические изменения суточной variability сердечного ритма / О.В. Коркушко, А.В. Писарук, В.Ю. Лишневская // Вестник аритмологии. 1999. № 14. С. 30–33.
10. Bigger J.T. RR variability in healthy, middle-aged persons compared with patients with chronic coronary heart disease or recent acute myocardial infarction / J.T. Bigger, J.I. Fleiss, R.S. Steinman et al. // Circulation 1995; 91: 1936–1943.