

*А. Л. Похачевский, А. А. Груздев,  
Г. А. Ушаков, Е. Л. Комиссаров*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ ОРГАНИЗМА ПО ЕГО АДАПТАЦИОННОЙ РЕАКТИВНОСТИ ПРИ СТРЕССЕ**

*Спектральный анализ variability ритма сердца (ВРС) использован для количественной оценки функционального состояния (ФС) организма человека при стрессе. Выявлены общие и дифференциальные черты вегетативной регуляции сердечной деятельности при стрессе у обследованных с различным нагрузочным анамнезом. Сделан вывод о возможности применения данной методики для оценки ФС организма человека при стрессе, для изучения «цены» адаптации. Исследованы варианты изменчивости адаптационных резервов, предложены версии трактовки ФС в зависимости от спектральных характеристик ВРС и реабилитационные мероприятия.*

*A. Pokhachevsky, A. Gruzdev,  
G. Ushakov, E. Komyssarov*

## **THE DEPENDENCE OF FUNCTIONAL READINESS OF AN ORGANISM ON ITS PHYSICAL STRESS ADAPTIVE REACTIVITY**

*The spectral analysis of heart rhythm variability was applied for quantitative evaluation of the functional condition of the human organism at stress. General and differential features of vegetative heart activity regulation at stress were discovered*

*in those with different loading anamnesis. The conclusion is made regarding the feasibility of applying the method for evaluating the functional condition of human organism at stress, studying the «cost» of adaptation. Variants of changeability of adaptive reserves are investigated, interpretations of functional conditions depending on spectral characteristics of heart rhythm variability and rehabilitation arrangements are proposed.*

Охрана здоровья здорового человека в Российской Федерации включает совокупность мер политического, духовного, экономического, правового, социального, культурного, научного, медицинского, санитарно-эпидемического характера, направленных на оптимизацию условий для формирования, активного сохранения, восстановления и укрепления здоровья, обеспечивающих снижение заболеваемости и увеличение популяции здоровых и практически здоровых людей.

В качестве оптимальной методологии охраны здоровья здоровых, в соответствии со стратегией ВОЗ, рассматривается мониторинг адаптационных резервов (АР), донозологическая диагностика на ранних стадиях развития адаптационного синдрома и своевременная коррекция функционального состояния.

Чтобы прогнозировать состояние АР, необходимо применять определенные методические подходы. В клинической медицине с этой целью изучаются этиология и патогенез заболеваний. Когда речь идет о донозологических и преморбидных состояниях, используются методологические подходы теории стресса и адаптации [1].

Стресс вне зависимости от причины — один из важнейших факторов, приводящих к развитию так называемых болезней регуляции. Развитие соматической (висцеральной) патологии при стрессе реализуется через лимбико-ретикулярный комплекс — вегетативную и эндокринную систему [2]. Не случайно А. М. Вейн [3] предложил двухчленную формулу (кортикальные нарушения – висцеральная патология) дополнить введением третьего звена (вегетативная и эндокринная система), что позволяет объяснить механизмы, через которые опосредуется психическое в своем воздействии на соматические системы, и дает ключ для научного подхода к изучению психосоматических взаимоотношений.

На важную роль системы нейрогуморальной регуляции в развитии патологического процесса впервые указал в своих работах Ф. Александер, предложивший в 1950 году теорию, в которой дифференцированные психопатологические гипотезы связывались с физиологическими и патологическими соматическими процессами. Позже, в медико-теоретических исследованиях У. Кеннона, Г. Селье и других ученых, понятие о гомеостазе, стресс-реакции, адаптации и здоровье человека в значительной степени переплелись, в результате этого сформировалось представление о функции адаптации (уровне адаптированности) как об основной функции человеческого организма, наиболее полно отражающей состояние здоровья. Активация симпатoadреналовой системы в стандартной ответной реакции, по Г. Селье, является одной из возможных неспецифических реакций, хотя и наиболее частой.

Психозмоциональное напряжение и возбуждение высших вегетативных центров является пусковым звеном патогенетической цепи, в которой активаци-

ция системы нейрогуморальной регуляции приводит к увеличению уровня катехоламинов в крови, к активации реакции перекисного окисления липидов, к лабильности лизосом, к высвобождению протеолитических ферментов, и в результате — к структурным изменениям в органах и тканях [4].

Таким образом, количественная оценка системы нейрогуморальной регуляции тождественна понятию оценки текущего функционального состояния и адаптационных резервов организма. Осталось решить вопрос: как количественно измерить сумму нейрогуморальной регуляции и каков вклад каждой составляющей, а именно парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС), симпато-адреналовой активности и гуморальной регуляции.

Исходя из представлений, впервые выдвинутых Н. Винером (1983), о том, что почти все процессы регуляции в биологических объектах построены как осцилляторы, можно предположить, что основой их анализа должна быть волновая теория. В настоящее время наиболее признанной методологической основой изучения и количественной оценки системы нейрогуморальной регуляции является математический анализ варибельности ритма сердца (ВРС) [5–11]. Волновые колебания длительности интервалов между кардиоциклами, обусловленные нейрогуморальными влияниями, адекватно отражают общее функциональное состояние организма. Исследование системы нейрогуморальной регуляции как у здоровых людей, так и на начальных стадиях нарушения регуляторных и адаптационных процессов с помощью метода математического анализа ВРС по своим возможностям значительно превосходит традиционные функциональные пробы [12].

*Целью нашей работы* является определение количественных критериев общего функционального состояния (ФС), адаптационного потенциала и резервных возможностей организма на основе метода анализа варибельности ритма сердца у здоровых людей в покое и при воздействии стресс-стимула.

Было обследовано пять групп практически здоровых людей.

Первая группа — спортсмены-единоборцы (самбо, дзюдо, рукопашный бой), проходящие спортивные сборы. В этой группе обследовано 19 спортсменов (7 мастеров спорта, 12 кандидатов в мастера спорта) в возрасте  $22 \pm 5$  лет. Тренировка: тренировочные схватки — 5 мин, отдых — 5 мин, общая продолжительность — 150 минут.

Вторая группа — парашютисты, участвующие в специальном тренировочном сборе инструкторского состава и кандидатов в космонавты. Тренировка: восемь прыжков, различного технического содержания. В этой группе обследовано 17 человек в возрасте  $30 \pm 4,0$  года.

Третья группа — спортсмены циклических видов спорта (лыжные гонки, легкая атлетика, плавание), тренирующиеся на выносливость, различной квалификации (первый спортивный — 23 человека, кандидаты в мастера спорта — 8 человек, мастера спорта — 4 человека), проходящие нагрузочный сбор. Тренировка: стандартная 120–130 минутная аэробно-анаэробная физическая работа нагрузочного микроцикла. В группе обследовано 35 человек в возрасте  $24 \pm 5$  лет.

Четвертая группа — практически здоровые пациенты, не имеющие систематической физической нагрузки в анамнезе. Физическая нагрузка: беговая, лыжная в аэробном режиме при ЧСС — не более 150 ударов в одну минуту об-

щей продолжительностью 30–35 мин. В группе обследовано 23 человека в возрасте  $25 \pm 6$  года.

Пятая группа — кандидаты в космонавты, проходящие морскую тренировку на выживаемость. В этой группе обследовано 12 человек в возрасте  $37 \pm 5,8$  года. В ходе тренировки испытуемые должны были в течение полутора-двух часов, находясь в капсуле спускаемого аппарата, выполнить ряд заданий. Цель тренировки — моделирование экстремальных условий автономного существования при внештатном приводнении космонавтов в море. Наиболее значимыми факторами, влияющими на текущее ФС, в этих условиях являются: укачивание, перегревание, дегидратация, гипоксия и гиперкапния. Существенным фактором негативного психоэмоционального модулирования ФС в ходе морской тренировки являются эмоции.

Исследование variability ритма сердца проводилось на аппаратно-программных комплексах (АПК) компании «НейроСофт»: «Поли-Спектр» и радиотелеметрическая система медицинского контроля «Поли-Спектр-Радио».

Во всех группах первое обследование проводилось утром, до начала тренировки (до первого прыжка), в положении лежа, а затем стоя — активная ортостатическая проба (АОП). Повторная запись (лежа и стоя) проводилась через 5–15 мин (наступление стационарного периода определялось визуально по ритмограмме) после завершения тренировки (спортивной — у лыжников, легкоатлетов и пловцов, единоборцев, приземления — у парашютистов), стандартизированной физической нагрузки у школьников и студентов.

Регистрация и математический анализ показателей variability ритма сердца (ВРС) проводились в соответствии с «Международным стандартом» (1996) по 5-минутным записям. Текущее функциональное состояние оценивалось по показателю ТР (общая мощность спектра), с учетом вклада быстрых колебаний (HF-компонент), отражающих активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, медленных колебаний (LF-компонент) — маркер активности симпатических влияний и очень медленных колебаний (VLF-компонент) — отражающих, в определенной степени, гуморально-метаболические и церебральные эрготропные влияния на модуляцию сердечного ритма. Отношение LF/HF расценивалось как симпато-парасимпатический баланс. Реактивность парасимпатического отдела ВНС при проведении активной ортостатической пробы (АОП) оценивали по коэффициенту 30:15 (K30:15), выраженность активации симпатоадреналовой системы в ответ на ортостаз определялась по изменению процентного вклада отношения LF/HF, с учетом динамики абсолютных значений LF-компонента.

Дополнительно регистрировалась пневмограмма, определялась длительность дыхательного цикла (ДДЦ), которая в виде гистограммы накладывалась на спектрограмму ВРС. Число столбиков гистограммы ДДЦ (основание гистограммы) характеризует процессы ритмогенеза дыхательного центра, а положение моды гистограммы ДДЦ относительно пика HF-компонента ВРС позволяет судить о сохранности кардиореспираторной синхронизации.

Результаты исследования обрабатывались с помощью статистических пакетов программ Microsoft Excel 7 и Statistica 6.0. Принимая во внимание, что распределение значений отличалось от нормального, данные представляются в виде медианы и 25-го и 75-го перцентиля (Me (25%; 75%)). Достоверность раз-

личий оценивалась по непараметрическому критерию Уилкоксона, в случае пограничных значений дополнительно использовался непараметрический анализ Колмогорова—Смирнова.

1. Результаты обследования спортсменов-единоборцев до и после спортивной тренировки.

Показатели спектральной мощности ВРС до и после тренировки представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Показатели спектральной мощности ВРС ( $\text{мс}^2/\text{Гц}$ ) до и после тренировки**

Параметры до тренировки	TP	VLF	LF	HF	LF/HF	K30:15
Медиана	3504	1274	698	1545	4,1	1,41
25 Пц	2543	964	371	1075	3,2	1,30
75 Пц	4734	1600	1053	1941	5,8	1,65
Параметры после тренировки	TP***	VLF***	LF***	HF**	LF/HF***	K30:15***
Медиана	2636	986	618	875	4,8	1,39
25 Пц	1983	643	446	695	4,0	1,25
75 Пц	4050	1439	977	1389	6,2	1,61

Примечание. Достоверность различий: \*  $p < 0,01$ ; \*\*  $p < 0,05$ ; \*\*\*  $p > 0,05$ .

Как видно из представленных в таблице данных, после проведения спортивной тренировки текущее функциональное состояние (показатель TP) не изменяется. Статистически существенное снижение демонстрирует лишь HF-компонента (быстрые колебания), отражающая уровень функционирования парасимпатического отдела ВНС. На этом фоне вклад симпатoadреналовой активности (изменение отношения LF/HF) в модуляции сердечного ритма фактически не изменяется. Достаточная изначальная мощность даже с учетом снижения спектральной активности HF-компоненты, в сочетании с устойчивой реактивностью парасимпатического отдела ВНС (K30:15), позволяет свидетельствовать в пользу оптимального функционального состояния.

2. Результаты обследования парашютистов до и после прыжка.

В табл. 2 представлены результаты спектрального анализа ВРС у парашютистов, до и после прыжка.

Таблица 2

**Показатели спектральной мощности ВРС ( $\text{мс}^2/\text{Гц}$ ) до и после прыжка с парашютом**

Параметры до прыжка	TP	VLF	LF	HF	LF/HF	K30:15
Медиана	5189	1509	1176	1752	0,80	1,35
25 Пц	3000	876	841	643	0,40	1,26
75 Пц	6928	2723	1760	2753	1,12	1,52
Параметры после прыжка	TP	VLF	LF	HF	LF/HF	K30:15
Медиана	1790	734	688	239	2,04	1,20
25 Пц	893	559	283	116	1,37	1,09
75 Пц	3170	1285	863	558	2,97	1,27

Примечание. Достоверность различий по всем параметрам  $p < 0,02$ .

В отличие от спортсменов-единоборцев, спектральный пейзаж адаптационной активности парашютистов имеет принципиальные особенности. Депрессия текущего функционального состояния (показатель TP), возникающая за счет снижения всех спектральных составляющих, выраженное снижение тонуза (при достаточно высокой изначальной мощности) и реактивности парасимпатического отдела ВНС (показатели HF и K30:15), существенное возрастание на этом фоне симптоадреналовой активности (отношение LF/HF) позволяют говорить о нарушении функционирования возвращающих к норме механизмов (тормозных влияний). Принимая во внимание концепцию о защитной (трофической) роли вагуса, данный факт следует расценивать как неблагоприятный.

3. Результаты обследования спортсменов циклических видов спорта до и после тренировки (табл. 3).

Таблица 3

**Показатели спектральной мощности ВРС (мс<sup>2</sup>/Гц) до и после тренировки**

Параметры до тренировки	TP	VLF	LF	HF	LF/HF	K30:15
Медиана	5058	883	1342	2425	3,25	1,53
25 Пц	3819	648	618	1997	1,76	1,36
75 Пц	7921	1649	1795	4095	4,52	1,72
Параметры после тренировки	TP*	VLF***	LF*	HF**	LF/HF***	K30:15***
Медиана	2360	608	636	1021	4,88	1,42
25 Пц	1688	414	467	511	3,21	1,28
75 Пц	3029	900	982	1419	6,25	1,73

Примечание. Достоверность различий: \* p < 0,01; \*\* p < 0,05; \*\*\* p > 0,05.

После тренировки выявлено достоверное снижение общей мощности спектра за счет симпатических (LF) и в большей степени парасимпатических (HF) составляющих, что характеризует цену тренировки и свидетельствует о снижении адаптационных (функциональных) резервов организма спортсменов. Однако в отличие от кандидатов в космонавты и парашютистов, в данной группе не выявлены достоверные изменения спектральных характеристик в посттренировочном периоде, что проявляется отсутствием различий LF/HF и K30:15. Вышеперечисленные факты свидетельствуют об отсутствии напряжения адаптационных механизмов в виде увеличения интенсивности симптоадреналовой составляющей спектра, а также о сохранении реактивности парасимпатического отдела ВНС, что в целом говорит в пользу лучшей адаптационной активности организма спортсменов.

4. Результаты обследования нетренированных субъектов до и после физической нагрузки.

Показатели ВРС до и после физической нагрузки представлены в табл. 4.

Таблица 4

**Показатели спектральной мощности ВРС (мс<sup>2</sup>/Гц) до и после физической нагрузки**

Параметры до нагрузки	TP	VLF	LF	HF	LF/HF	K30:15
Медиана	2168	587	601	727	2,74	1,35
25 Пц	1212	355	287	501	1,58	1,28
75 Пц	2518	732	818	945	4,85	1,46

Продолжение табл. 4

Параметры после нагрузки	TP**	VLF***	LF**	HF**	LF/HF**	K30:15*
Медиана	798	318	273	110	5,04	1,15
25 Пц	517	260	104	80	4,26	1,05
75 Пц	1054	370	471	180	7,39	1,22

Примечание. Достоверность различий: \*  $p < 0,001$ ; \*\*  $p < 0,005$ ; \*\*\*  $p > 0,05$ .

Итак, после физической нагрузки происходит статистически существенное снижение адаптационной активности (показатель TP), что с учетом ее изначальной недостаточности и выраженной ортостатической депрессии позволяет высказать предположение об общей адаптационной недостаточности. Снижение спектральной мощности имеет статистическое подтверждение для симпатического и парасимпатического компонентов (в последнем случае более выражено). Существенное возрастание на этом фоне вклада симпато-адреналовой активности в ортостазе (увеличение отношения LF/HF) в модуляции сердечного ритма, а также снижение спектральной мощности HF-компоненты в сочетании с выраженным падением реактивности парасимпатического отдела ВНС (K30:15) позволяет говорить о нарушении функционирования тормозных вегетативных влияний.

5. Результаты обследования кандидатов в космонавты до и после морской тренировки.

Показатели спектральной мощности ВРС до и после морской тренировки представлены в табл. 5.

Таблица 5

Показатели спектральной мощности ВРС ( $\text{мс}^2/\text{Гц}$ ) до и после морской тренировки

Параметры до нагрузки	TP	VLF	LF	HF	LF/HF	K <sub>30:15</sub>
Медиана	2553	1119	749	464	2,3	1,59
25 перцентиль	1709	473	528	399	0,8	1,36
75 перцентиль	4444	1838	1051	1090	2,7	1,81
Параметры после нагрузки	TP *	VLF*	LF***	HF*	LF/HF**	K <sub>30:15</sub> *
Медиана	1453	521	552	189	3,0	1,13
25 перцентиль	991	432	367	93	1,8	1,10
75 перцентиль	2278	933	720	468	3,9	1,18

Примечание. Достоверность различий : \*  $p < 0,022$ ; \*\*  $p < 0,048$ ; \*\*\*  $p > 0,048$ .

Как видно из представленных в таблице данных, после проведения морской тренировки снижается текущее функциональное состояние (показатель TP) за счет снижения всех спектральных компонентов. Однако в наибольшей степени снижается HF-компонента (быстрые колебания), отражающая уровень функционирования парасимпатического отдела ВНС. На этом фоне относительно возрастает вклад симпатоадреналовой активности (увеличение отношения LF/HF) в модуляции сердечного ритма. Малая изначальная мощность и снижение спектральной активности HF-компоненты в сочетании со снижением реактивности парасимпатического отдела ВНС (K<sub>30:15</sub>) позволяют говорить о

нарушении функционирования возвращающих к норме механизмов (тормозных влияний).

Итак, на основе всего вышесказанного можно сделать следующие выводы.

Воздействие стрессогенного фактора вызывает адаптивные системные реакции, которые носят компенсаторный характер. Наряду с системами, специфически ответственными за адаптацию к данным повреждениям, важную роль играет система нейрогуморальной регуляции как неспецифическая система адаптации к воздействию стрессогенного фактора. У практически здоровых лиц, подвергшихся воздействию стрессогенных факторов, на первый план выступает неспецифическая система адаптации (система нейрогуморальной регуляции), которая может быть адекватно оценена при исследовании ВРС. Наиболее характерна следующая динамика показателей ВРС:

- Снижение общей мощности спектра (показатель TP), отражающей текущее функциональное состояние организма.
- Относительное повышение активности симпатoadреналовой системы, оцененной по отношению LF/HF и с учетом динамики (фон–стресс) абсолютных значений LF-компонента.

Принципиально важным следует считать факт снижения фоновой парасимпатической активности (HF-компонент) и реактивности парасимпатического отдела ВНС (K30:15) после воздействия стресс-стимула, что следует расценивать как нарушение функционирования (поломку) возвращающих к норме механизмов.

Соотношения между симпато-парасимпатическим балансом не всегда носят характер прямолинейной зависимости между активацией симпатического отдела и угнетением парасимпатического отдела автономной нервной системы. Возможны различные варианты, в том числе: абсолютное увеличение симпатoadреналовой активности при почти неизменных значениях активности парасимпатического отдела ВНС, и, наоборот, — незначительное увеличение симпатoadреналовой активности, сопровождающейся отчетливым снижением тормозных влияний.

Снижение текущего функционального состояния (показатель TP), избыточная активация симпатико-адреналовой системы (отношение LF/HF) и уменьшение активности (тонуса) парасимпатической системы регуляции (HF-компонент и коэффициент 30:15) являются патогенетической основой развития реакций дезадаптации.

При оценке выраженности вегетативной дисфункции важно не только, и даже не столько, оценить симпато-парасимпатический баланс в покое, как динамику активности отделов ВНС в ответ на проведение функциональных проб. При этом даже избыточную активацию симпатoadреналовой системы, но с хорошей (сохранной) реактивностью парасимпатического отдела ВНС, следует считать вариантом нормы. Говорить о реакциях дезадаптации следует только в случае несбалансированности ответа отделов автономной нервной системы.

При проведении исследований в аналогичных условиях значение VLF-компонента во многом зависит от стационарности процесса (условий записи), а потому не следует трактовать динамику VLF-компонента как отражение церебральных эрготропных влияний и, тем более, суммировать VLF и LF-компонент, считая данный показатель эквивалентом симпатoadреналовой активности.



Оценка ФС и АР организма до и после тренировок позволяет дать количественную характеристику такому понятию, как «физиологическая цена деятельности», иначе говоря, — определить, какой ценой дается проведение того или иного стрессового воздействия, этапа тренировочного цикла.

Высокий уровень адаптационной мощности в покое, достаточный для ее качественной и количественной коррекции адекватно стрессовой необходимости в условиях сохранной вегетативной (симпатической и парасимпатической) реактивности, позволяет свидетельствовать в пользу наилучшего функционального состояния.

Проявлением адаптационной недостаточности являются: малая выраженность общей спектральной мощности, приводящая к снижению или невозможности ортостатической или постстрессовой изменчивости, избыточная активация симпато-адреналовой системы (LF/HF) и/или депрессия парасимпатической (коэффициент 30/15) реактивности.

Снижение АР в 4-й группе, демонстрирующее существенные трудности в преодолении потенциальной стрессовой ситуации, требует дополнительного использования дозированной физической нагрузки для коррекции диагностированного состояния.

Выраженное снижение тонуса и реактивности парасимпатического отдела ВНС (показатели HF и K30:15), существенное возрастание на этом фоне симпатоадреналовой активности (отношение LF/HF) в группе парашютистов с учетом достаточной изначальной функциональной активности свидетельствует о нарушениях в процессе адаптации к стрессу, что проявляется в изменении функционирования возвращающих к норме механизмов (тормозных влияний).

Те же закономерности в 5-й группе на фоне сниженных дотренировочных адаптационных показателей не только определяют глубину повреждения ФС и высокую цену тренировки, которая приобретает смысл дистрессового воздействия, неминуемо приводящего к дезрегуляции, но и требуют существенного улучшения дотренировочного ФС, компенсаторные резервы которого позволят преодолеть стресс без адаптационного срыва.

АР организма спортсменов циклических видов спорта и единоборств — достоверно шире, чем в других обследованных группах, что с учетом их оптимального использования при физическом стрессе свидетельствует в пользу наилучшего функционального состояния.

С учетом технических особенностей и травмоопасности единоборств, для восстановления и оптимизации ФС организма, для существенного увеличения компенсаторно-приспособительных возможностей (адаптационных резервов) по преодолению стрессов (вне зависимости от этиологии) могут быть использованы циклические нагрузки, развивающие выносливость.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Дмитриева И. В., Глазачев О. С. Индивидуальное здоровье и полипараметрическая диагностика функциональных состояний организма. М., 2000.
2. Судаков К. В. Индивидуальная устойчивость к эмоциональному стрессу. М., 1998.
3. Вегетативные расстройства. Клиника, диагностика, лечение / Под ред. А. М. Вейна. М., 1998.
4. Меерсон Ф. З. Пшенникова М. Г. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам. М., 1988.

5. *Баевский Р. М., Кириллов О. И., Клецкин С. З.* Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М., 1984.

6. *Баевский Р. М., Берсенева А. П.* Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний. М., 1997.

7. *Баевский Р. М.* Научно-теоретические основы использования анализа variability сердечного ритма для оценки степени напряжения регуляторных систем организма // Тезисы международного симпозиума «Компьютерная электрокардиография на рубеже XX–XXI столетий». М., 1999. С. 116.

8. *Баевский Р. М., Фунтова И. И., Гариб Ж. О., Фертра Ж. О.* Прогнозирование ортостатической устойчивости в длительном космическом полете по данным исследования вегетативной регуляции артериального давления и ритма сердца // 2-я Научно-практическая конференция «Клинические и физиологические аспекты ортостатических расстройств». М., 2000. С. 196–209.

9. *Березный Е. А., Рубин А. М.* Практическая кардиоритмография. СПб., 1997.

10. *Жемайтис Д. И., Янушкевичус З. И.* Выводы о результатах анализа синусового ритма и экстрасистолии: Методические рекомендации. М., 1981

11. *Флейшман А. Н.* Медленные колебания гемодинамики. Теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике. Новосибирск, 1999.

12. *Ноздрачев А. Д., Щербатов Ю. В.* Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы // Физиология человека. 2001. № 6. С. 95–101.