

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ –  
ИНСТИТУТ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**Р.М. Баевский, А.П. Берсенева**

**ВВЕДЕНИЕ  
В ДОНОЗОЛОГИЧЕСКУЮ  
ДИАГНОСТИКУ**

**Москва  
Фирма «Слово»  
2008**

**УДК 613.614 : 613.693**  
**ББК 28.707.3 + 54.10г (2)**  
**Б 159**

**Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. Введение в донозологическую диагностику.** — М.: Фирма «Слово», 2008. — 220 с., 46 ил., 35 табл.

В книге рассматриваются теоретические основы донозологической диагностики, представлены результаты практического применения донозологического подхода в различных областях медицины и физиологии, обсуждаются перспективы развития донозологической диагностики в интересах медицины будущего. Состояние организма (его здоровье или болезнь) рассматривается как результат взаимодействия с окружающей средой, т.е. результат адаптации либо дизадаптации организма к условиям среды. Переход от здоровья к болезни можно рассматривать как процесс постепенного снижения способности человека адаптироваться к изменениям социальной и производственной среды, к окружающим условиям. Мерой здоровья можно считать степень напряжения регуляторных систем организма, необходимую для поддержания равновесия между организмом и окружающей средой. В качестве основного уравнения донозологической диагностики предлагается рассматривать соотношение между уровнем функционирования основных систем организма, степенью напряжения регуляторных систем и их функциональным резервом. Описывается система оценки уровня здоровья, получившая название «Светофор». Рассматриваются методология и технология донозологической диагностики. На примере комплексного донозологического обследования работников автотранспортного предприятия показана эффективность скрининга для выявления лиц с повышенным риском развития сердечно-сосудистой патологии. Отдельная глава посвящена оценке функционального состояния человека в условиях космического полета.

Книга предназначена для научных работников и практических врачей, интересующихся проблемами оценки здоровья, а также физиологов, биологов, биофизиков, инженеров и математиков, работающих в области исследования состояний, пограничных между нормой и патологией. Книга может быть использована в качестве учебного пособия.

Рецензенты:

д-р мед. наук проф. Катунцев В.П.,  
д-р мед. наук проф. Денисов Л.А.

ISBN 978-5-900228-77-8

© Р.М.Баевский, А.П. Берсенева, 2008  
© Фирма «Слово», 2008

**State Research Center of Russian Federation –  
Institute of Biomedical Problems  
Russian Academy of Sciences**

**R.M. Baevsky and A.P. Berseneva**

**INTRODUCTION  
IN PRENOSOLOGICAL  
DIAGNOSTICS**

**Moscow  
Firm «Slovo»  
2008**

**UDC 613.614 : 613.693**  
**BBC 28.707.3 + 54.10r (2)**  
**B 159**

**R.M. Baevsky, A.P. Berseneva. Introduction in prenosological diagnostics.**  
M., Firm «Slovo», 2008.

Prenosological diagnostics is a new scientific area in medicine and physiologies which is a part of the doctrine about health and is connected to studying and an estimation of functional states, boundary between norm and a pathology. Within thirty years past since time of occurrence in the Big Medical Encyclopedia of the term «prenosological states» this problem developed basically in interests of preventive medicine and for the medical control of cosmonauts health states. Now the area of the prenosological approach has essentially extended and interest to prenosological diagnostics as to the modern tool of scientific knowledge and new methodology of an estimation of a health level has increased. In the book theoretical bases of prenosological diagnostics are considered, results of practical application of the prenosological approach in various areas of medicine and physiology are submitted, prospects of prenosological diagnostics development in interests of medicine of the future are discussed.

The state of an organism (his health or illness) is examined as result of interaction with an environment, i.e. result of adaptation or disadaptation an organism to conditions of environment. Transition from health to illness can be considered as process of gradual reduction in ability of the person to adapt for changes of the social and industrial environment, for surrounding conditions. To provide adaptation to conditions of an environment control systems of functions of an organism should «work» actively. It is possible to count the measure of health a degree of a regulatory systems tension, which necessary for maintenance of balance between an organism and an environment. As the basic equation of prenosological diagnostics it is offered to examine a parity between a level of functioning of the basic systems of an organism, a degree of a regulatory systems tension and their functional reserve. As the basic method of an estimation of a degree of a regulatory systems tension the method of the analysis of heart rate variability is described. The system of an estimation of a health level, received the name «Traffic light» is described. The methodology and technology of prenosological diagnostics are examined. As examples of prenosological screening systems mass prenosological inspections of adults and children's contingents of the population are examined. The separate chapter is devoted to an estimation of a functional state of the person in conditions of long space flight. In final section of the book are considered perspective prenosological systems, including developed for application in ground experiments on modelling flight to Mars. Here problems of space medicine and practice of public health services as problems of an estimation and forecasting of a health state of the person at long supervision represent the big interest for both these directions are closely bound. The special attention is given to developments of systems for individual prenosological control which alongside with the centers of prenosological diagnostics should take the important place in medicine of the future.

ISBN 978-5-900228-77-8

© R.M.BAEVSKY, A.P.BERSENEVA, 2008  
© Firm «Slovo», 2008

## Содержание

Предисловие	7
ВВЕДЕНИЕ	9
<b>Часть I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ</b>	
Глава 1. Учение о здоровье и донозологическая диагностика	11
1.1. Проблемы оценки индивидуального здоровья и классификация функциональных состояний	11
1.2. Основные принципы донозологической диагностики	23
Глава 2. Оценка степени напряжения регуляторных систем как основной методический подход донозологической диагностики	28
2.1. Анализ variability сердечного ритма (ВСР)	28
2.2. Оценка степени напряжения регуляторных систем	40
Глава 3. Здоровье как динамический процесс перехода от физиологической нормы к донозологическим состояниям и от донозологических состояний к преморбидным	45
3.1. Здоровье как состояние и здоровье как процесс	45
3.2. Метод фазовой плоскости в оценке донозологических состояний	48
Глава 4. Методология и технология донозологической диагностики	53
4.1. Методология донозологической диагностики	53
4.2. Технология донозологических исследований	60

## **Часть II. ПРАКТИКА ДОНОЗОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Глава 5. Донозологический скрининг	71
5.1. Донозологические исследования в практике массовых профилактических осмотров населения	71
5.2. Донозологический скрининг при обследовании детских контингентов	85
Глава 6. Донозологическая диагностика функционального состояния лиц, работающих в условиях хронического стресса	105
Глава 7. Донозологический контроль. Оценка эффективности оздоровительных и профилактических мероприятий	144
Глава 8. Оценка функционального состояния организма в условиях длительного космического полета	157
<b>Часть III. ДОНОЗОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И МЕДИЦИНА БУДУЩЕГО</b>	
Глава 9. Перспективные донозологические системы	181
Глава 10. Донозологическая диагностика и медицина будущего	196
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	209
Литература	211

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Донозологическая диагностика, которой посвящена предлагаемая читателям книга, возникла более 30 лет назад как ответ на потребность космической медицины в развитии нового подхода к оценке уровня здоровья у практически здоровых людей – космонавтов. Основное отличие космической медицины от земной состоит в том, что ее главной задачей является не распознавание болезней и их лечение, а оценка уровня здоровья и разработка мероприятий по его укреплению и сохранению. Космическая медицина нуждалась в новой концепции здоровья, которая позволяла бы измерять его уровень, определять и контролировать адаптационные возможности организма. За решение этой задачи взялся известный специалист в области космической кардиологии профессор Р.М.Баевский, который в соавторстве с академиком В.П.Казначеевым в 1978 году обосновал и опубликовал в Большой медицинской энциклопедии новый термин – «состояние донозологическое», понимая под ним всю гамму переходных состояний между здоровьем и болезнью. В следующем 1979 году вышла в свет фундаментальная монография Р.М.Баевского «Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии». Эта книга явилась научным базисом донозологической диагностики.

С целью экспериментального обоснования донозологического подхода к оценке уровня здоровья в 1981 году на базе Московского областного научно-исследовательского института им. М.Н.Владимирского при участии Института медико-биологических проблем была организована Лаборатория массовых прогностических обследований населения. Руководителем этой лаборатории стала А.П.Берсенева. В 80-е годы ею было обследовано более 20 тысяч человек на различных предприятиях в разных регионах страны. Эти материалы были обобщены в ее докторской диссертации «Принципы и методы массовых донозологических обследований с использованием автоматизированных систем» (1991). В 1997 году была издана совместная монография Р.М.Баевского и А.П.Берсеновой «Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний».

Я с удовольствием представляю читателям новую книгу Р.М.Баевского и А.П.Берсеновой, в которой обобщаются результаты развития донозологического подхода за последние 10 лет и

представлены научно-теоретические основы донозологической диагностики.

В настоящее время в связи с демографическими кризисом и ростом заболеваемости населения становятся все более важными задачи сохранения и укрепления здоровья. Донозологическая диагностика становится все более востребованной в различных областях медицины и физиологии. В разделе книги «Практика донозологических исследований» приводятся примеры использования донозологического подхода в медицине труда, при массовых профилактических осмотрах населения, при контроле процессов реабилитации. Обсуждаются пути дальнейшего развития донозологической диагностики. В заключительном разделе книги, говоря о медицине будущего, авторы рассматривают дононологию как новое философское и прагматическое направление, призванное мобилизовать усилия общества и каждого отдельного человека на сохранение здоровья, на создание условий, обеспечивающих физическое, психическое и социальное благополучие людей. В этом плане предлагаемая книга, безусловно, открывает для учения о здоровье новые горизонты.

В книге неоднократно подчеркивается тесная связь донозологической диагностики с космической медициной, которая не только явилась источником развития донозологического подхода, но и продолжает оказывать на него стимулирующее воздействие. Новые задачи космонавтики по подготовке межпланетных полетов не могут быть решены без дальнейшего продвижения по пути углубления наших знаний о механизмах сохранения и поддержания здоровья. Мы должны научиться предвидеть вероятные в длительном полете изменения уровня здоровья и определять риск развития патологии. Эти знания очень нужны и земной медицине, для которой донозологическая диагностика, а в широком смысле донология, несомненно, открывает новые возможности. Я желаю читателям – ученым и практикам, чтобы новые знания, содержащиеся в этой книге, принесли пользу Вашей научной и практической деятельности и чтобы донозологическая диагностика получила дальнейшее развитие при решении многих новых проблем и задач.

Вице-президент Российской академии наук  
академик А.И. Григорьев

## ВВЕДЕНИЕ

30 лет назад в очередном томе Большой медицинской энциклопедии появился новый термин – *состояние донозологическое* (Баевский, Казначеев, 1978). Там же было дано определение донозологической диагностики как методологии оценки функциональных состояний организма, пограничных между нормой и патологией. Сейчас эта новая методология получила широкое признание и активно используется в различных областях медицины и физиологии. Однако ее внедрение в практику идет крайне медленно, что обусловлено отчасти недостаточной информированностью медицинской общественности и инертностью официальной медицины.

Целью данной работы является изложение нашей точки зрения на донозологическую диагностику как на важный элемент медицины будущего и обоснование необходимости ее развития на данном этапе как практического направления, помогающего в преодолении кризиса современного здравоохранения.

Учение о здоровье и болезни имеет тысячелетнюю историю. Древние китайские и тибетские врачи придавали оценке здоровья первостепенное значение. Тысячу лет назад известный врач и философ Авиценна выделял четыре вида здоровья и только два вида болезней. В средние века в знаменитом Салернском кодексе здоровья детально описывались способы сохранения хорошего самочувствия и здоровья. К сожалению, современная медицина, развившаяся за последние два-три века, целиком ориентирована на диагностику болезней. И все новейшие достижения научно-технического прогресса используются медициной в основном для повышения точности диагностики заболеваний.

В настоящее время только космическая медицина активно развивает учение о здоровье потому, что она должна обеспечивать сохранение высокого уровня здоровья и хорошей работоспособности человека в необычных стрессорных условиях длительного космического полета. В космической медицине разработана концепция здоровья, основанная на современных представлениях теории адаптации и учения о гомеостазе. Она развивает теорию Г.Селье об общем адаптационном синдроме (Селье, 1960) и вводит новые представления о функциональных состояниях организ-

ма при переходе от здоровья к болезни. Используется специальная шкала оценок здоровья и созданы методики и технологии оценки функционального состояния космонавтов во время полета. Таким образом, представления о донозологических состояниях и методология донозологической диагностики возникли и развились в космической медицине.

Нельзя сказать, чтобы космическая медицина не пыталась внедрить свои новые подходы в практику здравоохранения. В начале 80-х годов в Институте медико-биологических проблем была создана передвижная автоматизированная лаборатория «Автосан-82», которая была предназначена для массовых профилактических осмотров населения с использованием принципов космической медицины (Адамович, Баевский, Берсенева и др., 1990). В 1987 году Минздрав СССР рекомендовал к использованию в системе всеобщей диспансеризации автоматизированный комплекс «Вита-87», в основу которого были положены идеи оценки уровня здоровья, разработанные космической медициной.

Произошедшие в 90-е годы в России и в других странах СНГ социально-экономические изменения в значительной мере коснулись и здравоохранения. На смену принципам всеобщей диспансеризации пришли еще во многом несовершенная страховая медицина, система платных лечебно-профилактических учреждений и большая сеть оздоровительно-диагностических центров, в том числе и использующих методы нетрадиционной диагностики и лечения. В этой новой ситуации донозологическая диагностика приобретает особое место, поскольку позволяет дифференцировать людей по риску развития заболеваний и давать каждому оптимальные решения относительно нужды в более сложных (и дорогостоящих) обследованиях. Донозологические состояния при достаточном запасе функциональных резервов могут регулироваться безлекарственными средствами и не требующими значительных расходов методами оздоровления и профилактики. Это имеет важное значение для населения в связи с высокой стоимостью специализированного медицинского обслуживания. С другой стороны для отдельных категорий деловых людей, испытывающих постоянные стрессы, донозологическая диагностика является незаменимым методом динамического контроля за уровнем здоровья.

# **Часть I.**

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ**

### **Глава 1. Учение о здоровье и донозологическая диагностика**

#### **1.1. Проблема оценки индивидуального здоровья и вопросы классификации донозологических состояний**

Официально признанное определение здоровья содержится в Уставе Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). Это определение гласит, что «здоровье – это не только отсутствие болезней или физических дефектов, но полное физическое, психическое и социальное благополучие». Естественно, у каждого человека своя степень такого благополучия и, самое главное, своя мера для его оценки и измерения. В одних и тех же условиях и обстоятельствах одни люди могут чувствовать себя счастливыми, другие – несчастными. Каждый по-своему переносит боль, горе или изменения погоды. И все же существуют ли общий для всех людей критерий здоровья и метод его измерения?

В условиях современной жизни большинство людей в той или иной мере подвержены психоэмоциональным или физическим перегрузкам, а также проживают в экстремальных природно-климатических и социальных условиях. Это приводит к стрессу. Небольшой уровень стресса всегда необходим организму, чтобы стимулировать его способность адаптироваться (приспосабливаться) к постоянно меняющимся условиям среды. Но чрезмерный стресс: постоянные психоэмоциональные напряжения, подавленное настроение, неудачи, большие физические нагрузки и недостаточный отдых приводят к выраженному напряжению регуляторных систем организма, а затем к их перенапряжению и истощению. Это означает, что организм не может сам регулировать свои функции, нарушается процесс саморегуляции, возникают затруднения и сбои в работе различных систем организма. Так мы приходим к болезни. Здесь уместно привести высказывание Карла Маркса о том, что «болезнь – это стесненная в своей свободе жизнь». Следовательно, в понятие «здоровье» в качестве неперменного критерия должна входить возможность

полноценной активной трудовой и общественной деятельности. Болезнь не только препятствует, но нередко значительно ограничивает либо совсем лишает человека этой возможности. Переход от здоровья к болезни можно рассматривать как процесс постепенного снижения способности человека приспосабливаться к изменениям социальной и производственной среды, к окружающим условиям. Состояние организма (его здоровье или болезнь) – результат взаимодействия с окружающей средой, т.е. результат адаптации либо дизадаптации организма к условиям среды. Поэтому здоровье следует оценивать как равновесие между организмом и средой в самом широком смысле этого слова. Для того, чтобы достигнуть такого равновесия, должны активно «работать» системы управления функциями организма. Они должны так изменять характеристики отдельных органов и систем, чтобы состояние целостного организма соответствовало условиям среды (холоду или жаре, условиям работы или отдыха, состоянию психического стресса или состоянию сна). Таким образом, мы неизбежно приходим к выводу, что мера стресса, мера напряжения систем управления, возвращающая нас к равновесию с окружающей средой, может одновременно рассматриваться и как мера здоровья. Таким образом, мерой здоровья можно считать степень напряжения регуляторных систем организма, необходимую для поддержания равновесия между организмом и окружающей средой. Чем ниже напряжение регуляторных систем, тем меньшую цену платит организм за свое приспособление к воздействующим на него климатическим, производственным, бытовыми и другим условиям внешней среды. Чем ниже цена приспособления («цена адаптации»), тем выше уровень здоровья, т.к. организм расходует меньше своих резервов на сохранение «благополучия».

В зависимости от «цены адаптации» можно условно выделить несколько уровней здоровья. Каждый уровень здоровья характеризуется определенным функциональным состоянием организма. Между полным здоровьем и болезнью существуют переходные состояния, которые получили название донозологических и преморбидных (от греческого и латинского слов «болезнь»: нозос и морбус). Однако число таких переходных состояний определяется по-разному, в зависимости от используемой классификации уровней здоровья.

Классификация, представленная нами еще в 1978 году в Большой медицинской энциклопедии (Р.М.Баевский, В.П.Казначеев, 1978), включала четыре уровня адаптации организма к условиям окружающей среды: удовлетворительная адаптация, напряжение механизмов адаптации, неудовлетворительная адаптация и срыв адаптации. Эта классификация была экспериментально обоснована в первой монографии по донозологической диагностике (В.П.Казначеев, Р.М.Баевский, А.П.Берсенева, 1981). В дальнейшем классификация получила развитие в космической медицине и прикладной физиологии. Была предложена 10-балльная шкала для оценки четырех уровней здоровья по степени напряжения регуляторных систем (Р.М.Баевский, 1972, 2001, Б.А.Адамович и др., 1990, Р.М.Баевский, А.П.Берсенева, 1997).

За последние 5-10 лет все большее число исследователей начинает проявлять интерес к донозологической диагностике. При этом в центре внимания стоит вопрос о том, какое место занимает донозологический подход в оценке индивидуального здоровья. Так, Г.Л.Апанасенко (2003) указывает, что общепринятый в современной медицине подход характеризует лишь одну альтернативу «здоров–болен». По его мнению, при оценке здоровья следует выделять по крайней мере четыре состояния: 1) оптимальная устойчивость к действию патогенных факторов, 2) физическая, психическая и социальная адаптивность к действию изменяющихся условий среды, 3) предболезнь – возможность развития патологии вследствие снижения резервов здоровья, 4) состояние, характеризующееся наличием патологического процесса без признаков манифестации. Г.Л. Апанасенко выделяет: 1) нозологическую диагностику, 2) донозологическую диагностику, 3) диагностику здоровья по прямым показателям. Донозологическая диагностика направлена на определение стадии адаптационного процесса на пути от здоровья к болезни. Автор правильно указывает, что здоровый человек – это не обязательно человек, у которого все органы и системы здоровы, т.е. не имеют отклонений от нормы, а тот, который имеет возможность без ограничений выполнять свои биологические и социальные функции. В качестве показателей, количественно характеризующих уровень индивидуального здоровья, предлагается использовать показатели, характеризующие деятельность механизмов самоорганизации – гомеостаз, адаптацию, реактивность. К важнейшим проявлени-

ям здоровья относится жизнеспособность – возможность выполнения социальных функций. Понятие «жизнеспособность» в определенной мере адекватно используемому нами термину «адаптационные возможности организма». Для оценки жизнеспособности Г.Л. Апанасенко предлагает определение биологического возраста и определение резервов биоэнергетики на организменном уровне. По его мнению, абсолютной мерой жизнеспособности (количества здоровья) является продолжительность предстоящей жизни (Войтенко, 1991).

Жизнеспособность по Г.Л. Апанасенко – это биологическая сущность физического здоровья. По резервам аэробного энергообразования можно ранжировать уровни физического здоровья (УФЗ). Показано, что, чем ниже УФЗ, тем чаще встречаются эндогенные факторы риска развития хронических соматических заболеваний и сами заболевания, а также смертность от них. Существует единый фактор риска – снижение эффективности внутриклеточного образования энергии «митохондриальная недостаточность» (гипоэргия). Именно этот фактор является основой для формирования конкретных факторов риска развития различных заболеваний, например ИБС.

М.П. Захарченко (2007) пишет, что физическое, психическое, интеллектуальное состояние человека определяется его эндоэкологическим статусом, под которым следует понимать не только энтерэкологию, но и количество и качество чужеродных образований эндогенного и экзогенного происхождения, а также возможности организма противостоять чужеродным агентам, изменяющим гомеостаз и обменные процессы на всех уровнях регуляции и снижающим адаптационные резервы организма. Автор предлагает понимать под адаптационными резервами организма максимальный компенсаторно-приспособительный потенциал всей совокупности регуляторных механизмов организма, определяющих его адаптивное поведение как саморегулирующейся биологической системы, направленной на поддержание здоровья и препятствующей развитию выраженных функциональных и структурных нарушений.

Р.А.Вартбаронов, И.Б.Ушаков (1998) считают, что интегральная качественно-количественная оценка индивидуального здоровья должна учитывать индивидуальные особенности и проявления на доклиническом уровне, предшествующем развитию

нозологических форм заболеваний. Она включает этиопатогенетическую, функциональную и клиническую составляющие морфофункционального состояния всех органов и систем пациента. В научной литературе (Апанасенко, 2004, Дильман, 1987, Захарченко, 2005, Пономаренко и др., 1991, Ушаков, 1994) широкое распространение получили попытки интегральной количественной оценки уровня индивидуального здоровья. К ним, в частности, относится показатель биологического возраста пациента, в котором, однако, по мнению авторов, весьма противоречивым является соотношение функционально-физиологических и патологических компонентов. С другой стороны, этот показатель часто применяется в качестве интегрального фактора риска развития так называемой возрастной патологии и нередко прогноза долголетия (Мазурин и др., 1991, Ушаков, 1994). Другой принцип состоит в ранговой характеристике уровня здоровья с учетом в основном патологической составляющей, когда устанавливаются от 4 до 6 групп индивидуального здоровья. Авторы считают, что наиболее полной характеристикой уровня индивидуального здоровья может быть такой комплексный критерий, который оценивает текущее состояние всех морфофункциональных систем организма и уровень их взаимодействия в целом, типа адаптационного или гомеостатического потенциала. При этом существует и прогностическая составляющая, связанная с выявлением факторов риска и антириска донозологической или нозологической заболеваемости (Ушаков и др., 2004). Помимо общей групповой оценки уровня индивидуального здоровья должны приводиться отдельные количественные или групповые оценки состояния психического, физического, физиологического, биохимического, иммунного и клинико-соматического статусов.

Вартбаронов и соавт. ([www.donozology.ru](http://www.donozology.ru)) считают крайне важной научно-практической проблемой системы диагностики индивидуального здоровья разработку клинико-функциональной классификации донозологических состояний с позиций этиологического, патогенетического и прогностического подходов, а также стадийности их течения. В существующей литературе предприняты попытки создания классификации и клинико-функциональной диагностики донозологических форм заболеваний лишь по отдельным номенклатурным классам нозологической классификации. Авторы считают, что наиболее полно этот

вопрос решен в системе врачебно-летней экспертизы по классу сердечно-сосудистой патологии (1995).

По мнению А.П.Пархонского, концепция «практически здорового человека» означает, что обнаруженные отклонения от нормы, характерные для донозологических состояний, не влияют существенно на самочувствие и работоспособность человека, но одновременно являются одними из основных и распространенных факторов риска развития нозологических форм заболеваний ([www.donozology.ru](http://www.donozology.ru)). При этом граница между болезнью и здоровьем у конкретного пациента может быть весьма условной вследствие часто встречающегося полиморфизма симптомов и синдромов, обусловленного наличием у пациента нескольких форм нозологических или донозологических форм заболеваний. Полиморфный характер нозологии и донологии создает необходимость не только интегрально-количественной оценки индивидуального здоровья на организменном уровне, но и качественно-диагностической оценки, характеризующей специфические нарушения жизнедеятельности одной или нескольких функциональных систем, органов или тканей. Нозологическая диагностика ставит своей задачей установление характера заболевания, а донозологическая – определение стадии адаптационного процесса на пути от здоровья к болезни. Количественное определение уровня индивидуального здоровья имеет важное практическое значение для оценки динамики клинического течения не только донозологических, но и нозологических форм любого заболевания, а также эффективности проводимых лечебно-профилактических процедур у конкретного пациента. Предложено выделить двух фаз донозологических состояний: начальную фазу в виде дизадаптационных состояний и последующую фазу донозологических форм хронических заболеваний, относящихся к категории предболезни. Принципиальная значимость функциональной диагностики донозологических состояний обусловлена преимущественно наличием функционально обратимых, а не морфологических отклонений в состоянии индивидуального здоровья у практически здорового пациента. Для донозологической диагностики вполне приемлем методологический принцип оценки функциональной составляющей индивидуального здоровья по функциональным резервам кардиореспираторной и вегетативной нервной систем, выступающих в качестве основных инте-

гративных систем организма, легко поддающихся сравнительно простым методам клинко-инструментального обследования.

Н.В.Дмитриева и О.С. Глазачев (2000) пишут о развитии в европейских странах новой модели системы охраны здоровья населения. Согласно новой концепции, основные задачи охраны здоровья лежат не в плоскости высокотехнологичных методов лечения, а фокусируются на первичной профилактике и ранней диагностике. Это, в частности, позволяет сберечь ресурсы, сэкономив на дорогостоящем медицинском вмешательстве после обнаружения патологий и развития заболевания. Приоритетной составляющей новой концепции является персонализация здравоохранения. В силу известных меж- и внутрииндивидуальных различий в значениях физиологических показателей, практикуемая в настоящее время методология здравоохранения, основанная на использовании среднестатистических показателей патологии/норма и стандартных схем лечения, малоэффективна.

Необходимо отметить, что зарубежные исследователи так же активно работают в области дальнейшего развития учения о здоровье. Проблеме измерения здоровья посвящено значительное число публикаций. Обобщающий характер носит статья доктора L.Breslow «Измерение здоровья. Третья эра здоровья», опубликованная в 2006 г. в журнале Am J Public Health. Автор указывает, что еще с античных времен и вплоть до сегодняшних дней все усилия медицины были сфокусированы на болезнях и их последствиях, включая инвалидность и смерть. Здесь только борьба с распространением болезней и развитие восстановительной медицины в определенной мере создают отдаленную ассоциацию со здоровьем. Второй эрой здоровья, которая началась с середины прошлого столетия, L.Breslow считает борьбу с хроническими заболеваниями (болезни «цивилизации»), такими как коронарная болезнь, рак легких и другие. Эти болезни протекают как эпидемии и их причиной являются табак и алкоголь, чрезмерное потребление жиров, сниженная двигательная активность и многие другие факторы, характерные для образа жизни в развитых странах. Выявление факторов риска и борьба с ними явились содержанием второй эры здоровья или, как писал M.Terris (1983), второй революцией здоровья.

L. Breslow считает, что сейчас мы вступили в третью эру здоровья, когда речь идет не о борьбе с заболеваниями, а о сохране-

нии и поддержании здоровья. В дополнение к принятому в уставе ВОЗ в 1948 г. известному определению здоровья, в 1986 г. ВОЗ приняла Декларацию в Оттаве, где здоровье определяется как ресурс повседневной жизни (Ottawa Charter for Health Promotion. Copenhagen, Denmark: WHO, 1986). В связи с этим L. Breslow видит задачу в том, чтобы здоровье каждого человека можно было оценить в спектре значений от превосходного до очень плохого. Такой подход к оценке здоровья в соответствии с определением ВОЗ как физического, психического и социального благополучия разрабатывался многими западными исследователями еще в 50-70-е годы (WHO, 1957; Moriyama, 1968; Breslow, 1972; Chen, Bryant, 1975; Kaplan, Bush, Berry, 1979). S. Fanshel (1972) предложил выделять 11 категорий здоровья от полного благополучия, через неудовлетворенность, дискомфорт и недееспособность к смерти. Целенаправленную оценку уровней физического, психического и социального здоровья в больших группах населения проводили Belloc, Breslow, Hochstim (1971), Berkman (1971) и Renne (1974).

По мнению L. Breslow (2006), последнее определение здоровья в Оттавской декларации дает новый стимул к разработке проблемы измерения здоровья. Он обращает внимание на то, что первое определение здоровья как «благополучия» дополняется его определением как «ресурса», необходимого для того, чтобы обеспечить достижение благополучия. Автор считает, что поскольку здоровье – это динамический процесс, его перемещение в положительную сторону или, по крайней мере, поддержание в определенном месте шкалы состояний требует определенных ресурсов. Таким образом, в значительно большей степени, чем достижение определенного уровня здоровья, люди хотят иметь здоровье как ресурс для поддержания достигнутого уровня. Такое представление о здоровье характеризует новую (третью) эру здоровья. Здесь целью является обеспечение долговечности здоровья.

Как можно видеть, проблемы измерения здоровья уже давно находятся в сфере внимания западных исследователей. Развиваемая L. Breslow идея о том, что необходимо измерять не только состояние здоровья, но и ресурсы, необходимые для его поддержания, в полной мере соответствует нашей концепции здоровья, когда уровень здоровья определяется величиной функциональ-

ных резервов, расходуемых на сохранение достигнутого «благополучия». Донозологическая диагностика – это инструмент для измерения здоровья, и используемые для этого методы могут быть весьма разнообразными. Измерение здоровья – это одна из самых сложных, и в то же время самых актуальных проблем современной медицины и физиологии.

По мнению Г.Г.Коротко (2008), здоровья как абсолютной величины в природе нет. Абсолютное здоровье, как и бесконечная жизнь – понятия абстрактные. Здоровье – это состояние более или менее успешного преодоления болезни. Автор предлагает рассматривать в качестве критериев здоровья регуляторный, метаболический и морфологический компоненты, которые определяют функционирование той или иной системы. Он считает, что болезни могут быть первично регуляторными, метаболическими или морфологическими. Нозология – это уже сочетание всех трех компонентов.

Мы в своей концепции донозологической диагностики делаем акцент на регуляторный компонент здоровья, полагая, что в обеспечении оптимального функционирования такой сложной биологической системы, как человек, первостепенное значение имеют процессы управления, т.е. информационные или регуляторные процессы. Функция живой системы – это способ поведения, в результате которого обеспечивается поддержание целостности структур и который включает в себя последовательные уровни организации обмена веществ, обмена энергией и информацией и процессы временной организации (Р.М.Баевский, 1979, 2006). Независимо от того, рассматриваем ли мы отдельную клетку, орган или целостный организм, их функционирование можно описать единым алгоритмом, включающим четыре этапа:

- 1) обновление структур с затратой энергии и вещества;
- 2) образование и расход энергии в соответствии с командами управления;
- 3) прием, переработка и передача командной (сигнальной) информации, обеспечивающей регулирование процессов обмена веществ и энергообмена;
- 4) временное согласование структурного, энергетического и информационного уровней функционирования.

Патологические отклонения возможны на любом из указанных уровней. Однако развитие патологии в огромном большин-

стве случаев проходит последовательно через следующие стадии: а) временное рассогласование; б) нарушение информационных потоков; в) нарушение обмена энергией; г) нарушение обмена веществ; д) разрушение структур. Как известно, современная нозологическая классификация болезней основана в основном на оценке последних трех стадий и лишь частично использует стадию нарушения информационных потоков. Переход от здоровья к болезни начинается с временного рассогласования процессов функционирования и изменений информационного обмена, то есть с нарушения процессов управления физиологическими функциями организма. Поэтому клиническая медицина в принципе не может заниматься оценкой уровня здоровья. Эта проблема в настоящее время решается донозологической диагностикой, учитывающей изложенный выше методологический подход.

Состояние целостного организма как результат деятельности функциональной системы определяется оптимальностью управляющих воздействий, способностью управляющих механизмов обеспечивать уравнивание организма со средой, его адаптацию к условиям среды. Адаптационно-приспособительная деятельность организма требует затрат энергии и информации, в связи с чем можно говорить о «цене адаптации», которая определяется степенью напряжения регуляторных механизмов и величиной израсходованных функциональных резервов. Происходящее в процессе адаптации изменение уровня функционирования системы или ее элементов не всегда ведет к нарушению гомеостаза, если не возникает перенапряжение регуляторных механизмов и не истощается функциональный резерв. Следовательно, поддержание достаточных адаптационных (приспособительных) возможностей организма, т.е. обеспечение здоровья, находится в прямой зависимости от функциональных резервов организма, от его способности мобилизовать эти резервы для поддержания и сохранения устойчивого равновесия (гомеостаза) в изменяющихся условиях окружающей среды (Айдаралиев и др., 1988, Баевский, 2003, Агаджанян, Баевский, Берсенева, 2006). Перенапряжение и истощение резервов регуляторного механизма приводит к срыву адаптации, к развитию болезни. Патологические состояния как результат поломки механизмов регуляции являются четвертой ступенью в классификации донозологических состояний.

Подробное описание каждого из четырех названных функциональных состояний представлено в табл. 1.

Таблица 1

**Классификация функциональных состояний  
в донозологической диагностике**

№ пп	Функциональные состояния
1	<b>Состояние физиологической нормы.</b> Оно характеризуется удовлетворительной адаптацией к условиям окружающей среды. Имеются достаточные функциональные возможности организма. Гомеостаз поддерживается при минимальном напряжении регуляторных систем
2	<b>Донозологические состояния.</b> При этих состояниях для поддержания равновесия организма с окружающей средой необходима мобилизация функциональных ресурсов, что требует напряжения регуляторных систем. Адаптационные возможности организма в покое не снижены, способность адаптироваться к нагрузкам уменьшена. Гомеостаз поддерживается только благодаря определенному напряжению регуляторных систем
3	<b>Преморбидные состояния.</b> Состояние неудовлетворительной адаптации к условиям окружающей среды. Функциональные возможности организма снижены. Гомеостаз сохранен лишь благодаря значительному напряжению регуляторных систем либо за счет включения дополнительных компенсаторных механизмов
4	<b>Срыв (полном) механизмов адаптации.</b> Резкое снижение функциональных возможностей организма. Гомеостаз нарушен. Развитие специфических патологических изменений на органно-системном уровне

Описанная классификация получила определенную популярность благодаря предложенной аналогии с системой «Светофор». Зеленый свет ассоциируется с возможностью свободно ид-

ти выбранным путем. Применительно к оценке здоровья это означает, что на данном этапе отсутствуют какие бы то ни было серьезные отклонения, требующие повышенного внимания. Желтый свет указывает на необходимость остановки и изучения окружающей обстановки, прежде чем двигаться дальше. Это означает, что в состоянии здоровья выявлены определенные изменения, на которые необходимо обратить внимание и принять определенные меры по сохранению здоровья и повышению его уровня. Красный свет – это сигнал тревоги, это необходимость обратиться к врачу для диагностики и лечения выявленных отклонений. Подобная достаточно грубая схема оценки здоровья хорошо зарекомендовала себя при массовых донозологических осмотрах населения еще в 80-е годы прошлого столетия (Баевский, Берсенева, 1997). Она была понятна широкому кругу людей, и потому проводившиеся массовые донозологические обследования работников предприятий вызывали у них гораздо больший интерес, чем традиционные диспансерные осмотры, направленные на выявление заболеваний.

Определение степени напряжения регуляторных систем имеет важное значение для оценки резервных возможностей организма, его адаптационных возможностей. Любой стресс вызывает реакцию напряжения регуляторных систем, мобилизацию функциональных резервов, и это происходит постоянно. На одно и то же воздействие у одних людей напряжение регуляторных систем находится в умеренных пределах (рабочий уровень функционального напряжения), у других напряжение может быть резко выраженным. Все зависит от функциональных резервов организма, от запаса жизненных сил, от индивидуального уровня здоровья.

Переход от здоровья к болезни происходит через перенапряжение, истощение и срыв механизмов адаптации, и, чем раньше мы сможем предусмотреть такой исход, тем больше шансов сохранить здоровье. Таким образом, проблема сводится к тому, чтобы научиться определять (измерять) степень напряжения регуляторных систем своего организма и, таким образом, управлять здоровьем. Донозологический контроль – это практический шаг к тому, чтобы динамически оценивать состояние регуляторных систем, выявлять самые начальные проявления перенапряжения как в целостном организме, так и в отдельных органах и систе-

мах. Донозологический подход к оценке состояния здоровья, к оценке функционального состояния организма состоит в том, чтобы, не дожидаясь проявлений болезни, выявить изменения в регуляции функций и принять своевременные эффективные меры по оздоровлению и профилактике.

## **1.2. Основные принципы донозологической диагностики**

Донозологическую диагностику можно рассматривать как научно-практическое обобщение многочисленных исследований, направленных на изучение перехода от здоровья к болезни. Ее теоретической базой являются теория адаптации и учение о гомеостазе. Понятие гомеостаза, введенное еще в конце прошлого века известным французским физиологом Клодом Бернаром первоначально относилось в основном к жидким средам организма, в частности, к электролитному составу тела. В дальнейшем под гомеостазом стали понимать уравновешенность процессов обмена энергии и вещества в различных органах и системах. Большой вклад в учение о гомеостазе был сделан американским физиологом Вальтером Кеном (1927). В нашей стране проблему гомеостаза разрабатывали П.П.Горизонтов (1973) и Л.А.Кассиль (1985). В настоящее время понятие гомеостаза существенно расширилось как на уровне молекулярно-клеточных взаимодействий, так и на организменном уровне. В донозологической диагностике мы будем рассматривать гомеостаз по отношению к состоянию основных жизненно важных систем организма как показатель их стабильного состояния, характеризуемого конкретными параметрами уровня функционирования. Это тот уровень, который зависит от индивидуальных особенностей, от функциональных резервов, от «запаса жизненных сил».

Организм человека, испытывающий в условиях современного научно-технического прогресса непрерывные стрессорные воздействия (производственные, социальные, психоэмоциональные и пр.), осуществляет непрерывное приспособление к условиям окружающей среды путем изменения уровня функционирования отдельных систем и соответствующего напряжения регуляторных механизмов (рис. 1).



Рис. 1. Концептуальная схема измерения уровня здоровья

Приспособление или адаптация к новым условиям достигается ценой затраты функциональных ресурсов организма, за счет определенной «биосоциальной платы» (А.П.Авцын, 1974). Организм постоянно расходует свои жизненные ресурсы и постоянно восполняет их, в том числе во время отдыха и сна. Расходование и восстановление функциональных резервов организма и его отдельных систем – это непрерывно текущий жизненный процесс. Адаптация как одно из фундаментальных свойств живой материи является результатом и средством разрешения внутренних и внешних противоречий жизни. Она существует и формируется на грани жизни и смерти, здоровья и болезни, за счет их столкновения и взаимоперехода. «Плата» за адаптацию, которая вышла за пределы «биосоциального бюджета» и требует от организма все новых усилий, ведет к поломке адаптационного механизма.

На рис. 1 представлена концептуальная схема измерения здоровья (Григорьев, Баевский, 2007), из которой следует, что для сохранения гомеостаза должны активно «работать» механизмы адаптации, обеспечивающие мобилизацию функциональных ресурсов путем активации соответствующих регуляторных систем. Уровень здоровья (или адаптационные возможности организма) зависит также от индивидуальных особенностей организма и от факторов окружающей среды.

Способность адаптационного механизма обеспечить устойчивое приспособление к условиям окружающей среды зависит от функциональных резервов (ФР) организма. Высокие функциональные резервы позволяют сохранять необходимый уровень функционирования (УФ) основных систем организма без увеличения степени напряжения (СН) регуляторных механизмов. Между ФР, УФ и СН существует зависимость, которую можно выразить простым уравнением (Баевский, 1979):

$$\text{УФ} = \text{ФР} \times \text{СН}.$$

Уравнение показывает, что при разнообразных воздействиях для сохранения адекватного УФ организма в целом или его отдельных систем необходим рост СН, который тем более выражен, чем ниже ФР. Предложенное уравнение следует рассматривать как модель, описывающую соотношение между адаптационными и гомеостатическими реакциями организма. Она не может быть использована для непосредственного определения входящих в нее показателей и лишь отражает принципиальную сущность их взаимосвязи. Соотношения между УФ, СН и ФР при различных функциональных состояниях могут быть весьма разнообразными. Это видно из табл. 2, где рассматриваются вероятные соотношения указанных элементов функционального состояния. Из таблицы следует, что в состоянии физиологической нормы может наблюдаться и нормальный и повышенный уровень функционирования. В последнем случае при очень высоких функциональных резервах. При допатологических состояниях УФ может быть и нормальным, и высоким, и сниженным в зависимости от ФР. Преморбидные состояния развиваются при снижении ФР и в зависимости от СН характеризуются либо повышением УФ, либо его снижением.

На рис. 2 схематически представлено соотношение между УФ, СН и ФР на разных этапах адаптации организма к условиям окружающей среды. Из рисунка следует, что для состояния напряжения механизмов адаптации характерен рост СН на фоне снижения ФР. Дальнейшее снижение ФР на этапе развития состояния неудовлетворительной адаптации требует еще более значительного роста СН. Это необходимо для предотвращения поломки адаптационных механизмов. Полом возникает в результате перенапряжения и истощения регуляторных систем, когда вследствие недостатка ФР снижается СН. Эта схематическая картина перехода от нормы к патологии положена в основу методологии донозологической диагностики.

Таблица 2

**Вероятные сочетания УФ, СН и ФР при различных функциональных состояниях организма**

Уровень функционирования	Степень напряжения регуляторных систем	Функциональные резервы (адаптационные возможности организма)	Функциональные состояния
Нормальный	Высокая	Снижены	Донозологическое состояние
	Средняя	Нормальные	Физиологическая норма
	Низкая	Повышены	Физиологическая норма
Высокий	Высокая	Снижены	Преморбидное состояние
	Высокая	Нормальные или повышены	Донозологическое состояние
	Низкая	Очень высокие	Физиологическая норма
Сниженный	Очень высокая	Очень низкие	Преморбидное состояние
	Высокая	Низкие	Донозологическое состояние

Уравнение  $УФ = СН \times ФР$  – основа донозологического подхода к оценке уровня здоровья. Как следует из рис. 2, технологию донозологических исследований целесообразно основывать на измерении всех трех компонентов уравнения. Но ключевое место в этой технологии занимает измерение СН. Это обусловлено тем, что этот показатель наиболее динамично отражает различные уровни адаптации организма к условиям окружающей среды ( $СН = 0; +1; +2; -1$ ), в то время как значения остальных показателей различаются в меньшей степени ( $УФ = 0; 0; -1; -2$ ;  $ФР = 0; -1; -2$ ). Другое важное обстоятельство выбора СН в качестве одного из ключевых показателей донозологической диагностики заключается в том, что для его измерения может использоваться довольно простой и хорошо разработанный метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР). Метод апробирован в различных областях медицины и физиологии и получил широкое распространение для оценки состояния вегетативной регуляции и уровня стресса (Баевский и др., 1984; Rawenwajj-Arts et al., Heart rate variability, 1996; Баевский и др., 2001). Наконец, третье важное обстоятельство выбора показателя СН и, в частности, методов анализа ВСР в качестве ведущего методологического приема состоит в возможности глубокой характеристики особенностей функционального состояния организма на основе учета последовательности включения в процесс адаптации различных уровней регуляции и различных звеньев регуляторного механизма.

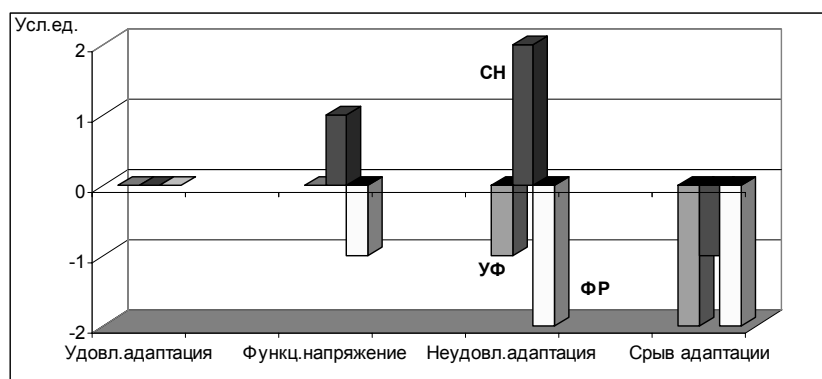


Рис. 2. Соотношение между УФ, СН и ФР на разных этапах адаптации организма к условиям окружающей среды

## **Глава 2. Оценка степени напряжения регуляторных систем как основной методический подход донозологической диагностики**

### **2.1. Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР)**

Анализ ВСР является интегральным методом оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме человека и животных, в частности общей активности механизмов, нейрогумональной регуляции сердца, соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы. Текущая активность симпатического и парасимпатического отделов является результатом многоконтурной и многоуровневой реакции системы регуляции кровообращения, изменяющей во времени свои параметры для достижения оптимального приспособительного ответа, который отражает адаптационную реакцию целостного организма (Парин и др., 1967). Метод основан на распознавании и измерении временных интервалов между R-зубцами ЭКГ (R-R-интервалы), построении динамических рядов кардиоинтервалов (кардиоинтервалограммы) и последующего анализа полученных числовых рядов различными математическими методами. Динамический ряд кардиоинтервалов может быть отнесен к числу стационарных или нестационарных. Стационарными называют случайные процессы, протекающие приблизительно однородно и имеющие вид непрерывных колебаний вокруг некоторого среднего значения. Стационарные процессы характеризуются эргодичностью, т.е. усреднением по времени, что соответствует усреднению по множеству реализаций. Иными словами, на любом участке времени мы должны получать одни и те же статистические характеристики.

Математические методы анализа можно разделить на три больших класса:

- Исследование общей вариабельности (статистические методы или временной анализ).
- Исследование периодических составляющих ВСР (частотный анализ).
- Исследование внутренней организации динамического ряда кардиоинтервалов (автокорреляционный анализ, корреляционная ритмография, методы нелинейной динамики).

Полученные в результате анализа ВСР числовые значения (показатели ВСР) оцениваются по-разному различными исследователями. В зависимости от научных или практических задач следует рекомендовать использование одного из следующих трех подходов:

1) Рассматривать изменения сердечного ритма в связи с адаптационной реакцией целостного организма как проявление различных стадий общего адаптационного синдрома (Селье, 1960).

2) Рассматривать колебания длительностей кардиоинтервалов как результат влияния многоконтурной, иерархически организованной многоуровневой системы управления физиологическими функциями организма. Этот подход основан на положениях биологической кибернетики (Парин, Баевский, 1966) и теории функциональных систем (Анохин, 1975). При этом изменения показателей вариабельности сердечного ритма можно считать обусловленными формированием различных функциональных систем, соответствующих требуемому на данный момент результату.

3) Рассматривать изменения сердечного ритма в связи с деятельностью механизмов нейрогормональной регуляции как результат активности различных звеньев вегетативной нервной системы.

Система кровообращения может рассматриваться как чувствительный индикатор адаптационных реакций целостного организма (Парин и др., 1967), а вариабельность сердечного ритма хорошо отражает степень напряжения регуляторных систем, обусловленную возникающей в ответ на любое стрессорное воздействие активацией системы гипофиз-надпочечники и реакцией симпатoadреналовой системы. Более детальный анализ ВСР с применением методов автокорреляционного и спектрального анализа привел к разработке подхода, основанного на положениях биологической кибернетики и теории функциональных систем. В основе этого подхода лежит представление о вариабельности ритма сердца как о результате влияния на систему кровообращения многочисленных регуляторных механизмов (нервных, гормональных, гуморальных). Наиболее простая двухконтурная модель регуляции сердечного ритма была впервые описана в книге «Введение в медицинскую кибернетику» (Парин, Баевский,

1966). Она основывается на кибернетическом подходе, при котором система регуляции синусового узла может быть представлена в виде двух взаимосвязанных уровней (контуров): **центрального и автономного** с прямой и обратной связью. При этом воздействие автономного уровня (контура) идентифицируется с дыхательной, а центрального – с недыхательной аритмией.

Рабочими структурами автономного контура регуляции являются: синусовый узел (СУ), блуждающие нервы и их ядра в продолговатом мозгу (контур парасимпатической регуляции). Дыхательная система рассматривается как элемент обратной связи в автономном контуре регуляции сердечного ритма (СР).

Деятельность центрального контура регуляции, который идентифицируется с симпатoadреналовыми влияниями на ритм сердца, связана с недыхательной синусовой аритмией (СА) и характеризуется различными медленноволновыми составляющими сердечного ритма. Прямая связь между центральным и автономным контурами осуществляется через нервные (в основном симпатические) и гуморальные связи. Обратная связь обеспечивается афферентной импульсацией с барорецепторов сердца и сосудов, хеморецепторов и обширных рецепторных зон различных органов и тканей. На рис. 3 представлена современная интерпретация двухконтурной модели регуляции сердечного ритма (Баевский, 2006). Центральный контур регуляции СР – это сложнейшая многоуровневая система нейрогуморальной регуляции физиологических функций, которая включает в себя многочисленные звенья от подкорковых центров продолговатого мозга до гипоталамо-гипофизарного уровня вегетативной регуляции (высшие вегетативные центры) и коры головного мозга. Ее структуру можно схематично представить состоящей из трех уровней. Этим уровням соответствуют не столько анатомо-морфологические структуры мозга, сколько определенные функциональные системы или уровни регуляции:

1-й уровень обеспечивает организацию взаимодействия организма с внешней средой (адаптация организма к внешним воздействиям). К нему относится центральная нервная система, включая корковые механизмы регуляции, координирующая функциональную деятельность всех систем организма в соответствии с воздействием факторов внешней среды (уровень А).

2-й уровень осуществляет равновесие различных систем организма между собой и обеспечивает межсистемный гомеостаз. Основную роль в этом уровне играют высшие вегетативные центры (в том числе гипоталамо-гипофизарная система), обеспечивающие гормонально-вегетативный гомеостаз (уровень Б).

3-й уровень обеспечивает внутрисистемный гомеостаз в различных системах организма, в частности в кардиореспираторной системе (систему кровообращения и систему дыхания можно рассматривать как единую функциональную систему). Здесь ведущую роль играют подкорковые нервные центры, в частности вазомоторный центр как часть подкоркового сердечно-сосудистого центра, оказывающего стимулирующее или угнетающее действие на сердце через волокна симпатических нервов (уровень В).

Рабочими структурами автономного контура регуляции являются: синусовый узел, блуждающие нервы и их ядра в продолговатом мозгу (контур парасимпатической регуляции). При этом дыхательная система рассматривается как элемент обратной связи в автономном контуре регуляции сердечного ритма. Деятельность центрального контура регуляции, который идентифицируется с симпатoadреналовыми влияниями на ритм сердца, связана с недыхательной синусовой аритмией и характеризуется различными медленноволновыми составляющими сердечного ритма. Прямая связь между центральным и автономным контурами осуществляется через нервные (в основном симпатические) и гуморальные связи. Обратная связь обеспечивается афферентной импульсацией с барорецепторов сердца и сосудов, хеморецепторов и обширных рецепторных зон различных органов и тканей. Автономная регуляция в условиях покоя характеризуется наличием выраженной дыхательной аритмией. Дыхательные волны усиливаются во время сна, когда уменьшаются центральные влияния на автономный контур регуляции. Различные нагрузки на организм, требующие включения в процесс управления СР центрального контура регуляции, ведут к ослаблению дыхательного компонента СА и к усилению ее недыхательного компонента.

Вариабельность сердечного ритма отражает сложную картину разнообразных управляющих влияний на систему кровообращения с интерференцией периодических компонентов разной частоты и амплитуды: с нелинейным характером взаимодействия

разных уровней управления. В настоящее время предложено значительное число методов для анализа ВСР с вычислением различных показателей. Наиболее часто применяют статистические методы (временной анализ) и спектральный анализ (частотный анализ). Не останавливаясь на подробном изложении методов анализа ВСР (см. литературу), мы перечислим только основные, наиболее часто используемые в России показатели и дадим их клинико-физиологическую интерпретацию, основанную на современных представлениях о вегетативной регуляции сердца, участии в ней симпатического и парасимпатического отделов, подкоркового сердечно-сосудистого центра и более высоких уровней управления физиологическими функциями.

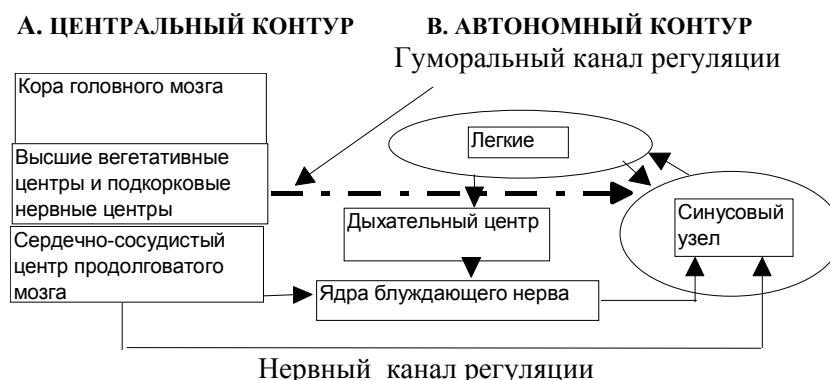


Рис. 3. Двухконтурная модель регуляции сердечного ритма

Как известно, важное значение при оценке результатов исследований имеет сравнение полученных данных с показателями нормы. Представление о норме требует уточнения применительно к анализу ВСР. В космической медицине разработано представление о физиологической норме, которая рассматривается как функциональный оптимум, обеспечивающий сохранение достаточного уровня адаптационных возможностей организма (Григорьев, Баевский, 2007). При этом гомеостаз основных систем организма обеспечивается при минимальном напряжении регуляторных систем. Соответственно значения большинства показателей ВСР не должны превышать определенных порогов, установленных для конкретной возрастно-половой, профессиональной,

региональной группы. В наибольшей мере такое условие реализуется при комплексной оценке результатов анализа ВСР (см. ниже – показатель ПАРС). Однако оценка результатов анализа ВСР требует определенной осторожности, поскольку метод отражает интегральный эффект регуляции, обусловленный взаимодействием многочисленных регуляторных механизмов и характеризует неспецифический компонент адаптационной реакции.

Ниже представлено описание наиболее часто используемых показателей статистического и спектрального анализа ВСР. Однако, прежде чем перейти к рассмотрению отдельных показателей ВСР, обратимся к рис. 4, где представлены в графической форме основные методы, используемые при анализе ВСР. Гистограмма отражает распределение длительностей кардиоинтервалов в диапазоне от 0,4 до 1,6 секунд в группах по 50 миллисекунд. Этот график часто называют вариационной пульсограммой. Он показывает, насколько изменчива (вариабельна) длительность кардиоинтервалов в изучаемом ряду. При стабильном ритме, например, после физической нагрузки, кардиоинтервалы собираются в двух-трех столбиках по 50 мс. При этом ширина вариационной пульсограммы или ее вариационный размах (BP) находится в пределах 150 мс. Наиболее высокий столбик отражает наиболее часто встречающуюся длительность кардиоинтервалов. Эта величина называется модой (Mo), а число кардиоинтервалов в этом столбце в % к общему числу измеренных кардиоинтервалов называется амплитудой моды (AMo). Мы так подробно остановились на вариационной пульсограмме потому, что она используется для вычисления одного из наиболее популярных и информативных показателей – индекса напряжения (ИН) регуляторных систем или, как его ещё называют, стресс-индекса (см. ниже).

На рис. 4 сверху под гистограммой расположена так называемая скаттерграмма – облако значений кардиоинтервалов, построенное в координатах каждых двух следующих друг за другом кардиоинтервалов. Этот метод называют еще и корреляционной ритмографией, и он очень хорош для выявления и отображения аритмий. Это видно из нижнего графика (рис. 4), где представлены результаты исследования пациента с суправентрикулярной аритмией на фоне выраженной синусовой дыхательной аритмии. Вверху справа на рис. 4 представлена автокорреляционная функция, которая имеет значение в основном для визуальной оценки

преобладания дыхательных или медленных волн сердечного ритма. О степени централизации управления сердечным ритмом можно судить по скорости спада автокорреляционной функции (по значению первого коэффициента корреляции – C1).

Спектральная функция, представленная на верхнем графике рис. 4 справа внизу, позволяет судить об активности различных звеньев системы вегетативной регуляции. Каждое из звеньев характеризуется собственной частотой колебаний. Более подробно этот вопрос рассматривается ниже при описании наиболее важных показателей variability сердечного ритма.

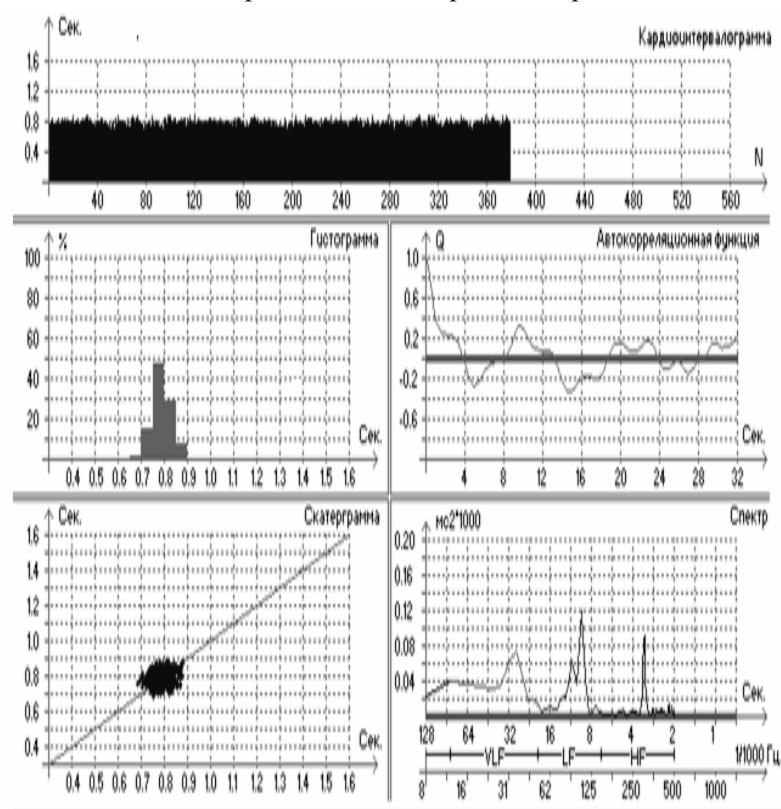


Рис. 4. Образцы графиков, получаемых по результатам анализа ВСР: кардиоинтервалограмма, гистограмма, автокорреляционная функция, скаттерграмма, спектр (см. текст)

1) **Среднее квадратичное отклонение (СКО, SDNN).** Вычисление СКО является наиболее простой процедурой статистического анализа ВСР. Значения СКО выражаются в миллисекундах (мс). Нормальные значения СКО находятся в пределах 40–80 мс. Однако эти значения имеют возрастно-половые особенности, которые должны учитываться при оценке результатов исследования. Рост или уменьшение СКО могут быть связаны как с автономным контуром регуляции, так и с центральным (симпатическими и с парасимпатическими влияниями на ритм сердца). При анализе коротких записей, как правило, рост СКО указывает на усиление автономной регуляции, то есть на рост влияния дыхания на ритм сердца, что чаще всего наблюдается во сне.

Уменьшение СКО связано с усилением симпатической регуляции, которая подавляет активность автономного контура. Резкое снижение СКО обусловлено значительным напряжением регуляторных систем, когда в процесс регуляции включаются высшие уровни управления, что ведет к почти полному подавлению активности автономного контура. Информацию по физиологическому смыслу, аналогичную СКО, можно получить по показателю суммарной мощности спектра – TP. Этот показатель отличается тем, что характеризует только периодические процессы в ритме сердца и не содержит так называемой фрактальной части процесса, то есть нелинейных и непериодических компонентов.

2) **RMSSD – показатель активности парасимпатического звена вегетативной регуляции.** Этот показатель вычисляется по динамическому ряду разностей значений последовательных пар кардиоинтервалов и не содержит медленноволновых составляющих СР. Он отражает активность автономного контура регуляции. Чем выше значение RMSSD, тем активнее звено парасимпатической регуляции. В норме значения этого показателя находятся в пределах 20-50 мс. Аналогичную информацию можно получить по показателю pNN50, который выражает в % число разностных значений больше чем 50 мс.

3) **Индекс напряжения регуляторных систем (ИН)** характеризует активность механизмов симпатической регуляции, состояние центрального контура регуляции. Этот показатель вычисляется на основании анализа графика распределения кардиоинтервалов – гистограммы или вариационной пульсограммы (см. рис. 4). Гистограмма строится из классов длительностью в 50 мс.

Используются показатели:  $M_o$  – среднее значение класса с наибольшим числом кардиоинтервалов;  $A M_o$  – число кардиоинтервалов (в % к их общему количеству в анализируемой выборке), входящих в этот класс;  $M x D M_n$  – вариационный размах (или  $B P$ ) – разность между крайними классами гистограммы. ИИ вычисляется по формуле:  $IИ = A M_o \sqrt{2 M_o} * M x D M_n$  и выражается в условных единицах. Активация центрального контура, усиление симпатической регуляции во время психических или физических нагрузок проявляется стабилизацией ритма, уменьшением разброса длительностей кардиоинтервалов (уменьшение  $M x D M_n$ ), увеличением количества однотипных по длительности интервалов (рост  $A M_o$ ). Форма гистограмм изменяется, происходит их сужение с одновременным ростом высоты. В норме ИИ колеблется в пределах 80–150 условных единиц. Этот показатель чрезвычайно чувствителен к усилению тонуса симпатической нервной системы. Небольшая нагрузка (физическая или эмоциональная) увеличивает ИИ в 1,5–2 раза. При значительных нагрузках он растет в 5–10 раз. У больных с постоянным напряжением регуляторных систем ИИ в покое равен 400–600 усл. ед. У больных с приступами стенокардии и инфарктом миокарда ИИ в покое достигает 1000–1500 единиц.

4) **Мощность высокочастотной составляющей спектра (дыхательные волны).** Активность симпатического отдела вегетативной нервной системы как одного из компонентов вегетативного баланса можно оценить по степени торможения активности автономного контура регуляции, за который ответственен парасимпатический отдел. Вагусная активность (дыхательный компонент синусовой аритмии) является основной составляющей ВЧ части спектра ВСР (см. рис. 4). Это хорошо отражается показателем мощности дыхательных волн сердечного ритма в абсолютных цифрах и в виде относительной величины (в % от суммарной мощности спектра). Обычно дыхательная составляющая (HF – High Frequency) составляет 15–25 % суммарной мощности спектра. Снижение этой доли до 8–10 % указывает на смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатического отдела. Если же величина HF падает ниже 2–3 %, то можно говорить о резком преобладании симпатической активности. В этом случае существенно уменьшаются также показатели RMSSD и pNN50.

**5) Мощность низкочастотной составляющей спектра (медленные волны 1-го порядка или вазомоторные волны).** Этот показатель (LF – Low Frequency) характеризует состояние системы регуляции сосудистого тонуса (см. рис. 4). В норме чувствительные рецепторы синокаротидной зоны воспринимают изменения величины артериального давления и афферентная нервная импульсация поступает в сосудодвигательный (вазомоторный) центр продолговатого мозга. Здесь осуществляется афферентный синтез (обработка и анализ поступающей информации) и в сосудистую систему поступают сигналы управления (эфферентная нервная импульсация). Этот процесс контроля сосудистого тонуса с обратной связью на гладкомышечные волокна сосудов осуществляется вазомоторным центром постоянно. Время, необходимое вазомоторному центру на операции приема, обработки и передачи информации, колеблется от 7 до 20 с; обычно оно равно 10–12 с. Поэтому в ритме сердца можно обнаружить волны с частотой, близкой к 0,1 Гц (10 с), которые получили название вазомоторных. Мощность медленных волн 1-го порядка определяет активность вазомоторного центра. Переход из положения «лежа» в положение «стоя» ведет к значительному увеличению мощности в этом диапазоне колебаний СР. Активность вазомоторного центра падает с возрастом и у лиц пожилого возраста этот эффект практически отсутствует. Обычно в норме процентная доля вазомоторных волн в положении «лежа» составляет от 15 до 35-40 %. Следует упомянуть также о показателе доминирующей частоты в диапазоне вазомоторных волн. Обычно он находится в пределах 10-12 с. Увеличение до 13-14 с может указывать на снижение активности вазомоторного центра или на замедление барорефлекторной регуляции.

**6) Мощность “очень” низкочастотной составляющей спектра (медленные волны 2-го порядка).** Этот компонент сердечного ритма (VLF – Very Low Frequency) в диапазоне 0,05–0,015 Гц (20–70 с), по мнению зарубежных авторов, характеризует активность симпатического отдела вегетативной нервной системы и редко ими используется. Однако в нашей стране, в частности благодаря целенаправленным исследованиям А.Н.Флейшмана (1999), анализу ВСР в VLF-диапазоне придается большое значение. В предложенной им классификации спектральных компонентов ВСР учитывается соотношение амплитуд

HF, LF и VLF и рассматривается 6 классов спектрограмм. А.Н.Флейшманом также показано, что мощность VLF-колебаний ВСР является чувствительным индикатором управления метаболическими процессами и хорошо отражает энергодефицитные состояния. При оценке VLF речь идет о сложных влияниях на ритм сердца со стороны надсегментарного уровня регуляции, поскольку амплитуда VLF тесно связана с психоэмоциональным напряжением и функциональным состоянием коры головного мозга. Показано, что VLF отражает церебральные эрготропные влияния на нижележащие уровни и позволяет судить о функциональном состоянии мозга при психогенной и органической патологии мозга (Н.Б.Хаспекова, 1996).

Таким образом, VLF характеризует влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр и может использоваться как надежный маркер степени связи автономных (сегментарных) уровней регуляции кровообращения с надсегментарными, в том числе с гипофизарно-гипоталамическим и корковым уровнем. В норме мощность VLF составляет 15–30 % суммарной мощности спектра. Высокий по сравнению с нормой уровень VLF можно трактовать как гиперадаптивное состояние, сниженный уровень VLF указывает на энергодефицитное состояние. Мобилизация энергетических и метаболических резервов при функциональных воздействиях может отражаться изменениями мощности спектра в VLF-диапазоне.

**7) Показатель аритмии (Narr)** выражается в виде абсолютного числа аритмичных сокращений и в % от общего числа кардиоинтервалов в выборке. При анализе ВСР не ставится задача распознавания вида аритмии, как это имеет место в клинической практике. Здесь важно оценить стабильность работы регуляторного механизма. Верхней границей нормы считается значение Narr не выше 4 %. Как правило, в программных средствах предусмотрена интерполяция одиночных аритмичных сокращений, замена их предыдущим значением кардиоинтервала или средним значением за последние 5-10 сокращений. При значительном числе аритмий анализ ВСР считается неправомерным. Весьма информативным и наглядным при анализе аритмий является метод корреляционной ритмографии (рис. 4). Он заключается в построении так называемого «облака» (скаттерграммы), где на двумерной фазовой плоскости по одной оси откладывается значение

предыдущего кардиоинтервала, а по второй оси – значение последующего.

Описанные выше 7 основных показателей ВСР позволяют достаточно обоснованно судить о состоянии отдельных звеньев вегетативной регуляции и в целом об активности регуляторного механизма. В табл. 3 суммированы современные представления о значении отдельных показателей ВСР. Стрелками показана направленность изменений, отражающих рост активности звеньев вегетативной регуляции.

Таблица 3

**Статистические и спектральные показатели ВСР в оценке функционального состояния различных звеньев системы вегетативной регуляции**

Симпатический отдел вегетативной нервной системы	AMo SI	↑	LF/HF IC	↑
Парасимпатический отдел вегетативной нервной системы	MnDMx pNN50 RMSSD	↑	HF	↑
Симпатический сосудистый центр продолговатого мозга			LF	↑
Центры терморегуляции и энергометаболического обмена			VLF	↑
Высшие вегетативные центры гипоталамо-гипофизарного уровня	SDNN	↓	TP	↓

Следует отметить, что рост активности высших вегетативных центров характеризуется снижением величины показателей SD и TP. Дело в том, что при анализе «коротких» записей сердечного ритма (5 мин) мы не видим волн с периодами более 1-2 мин, в то время как активность надсегментарных нервных центров определяется временными интервалами значительно большей длительности. Так, например, по данным А.В. Карпенко (1978), активация систем, связанных с выбросом в кровь катехоламинов, в том числе и ренин-ангиотензивной системы, протекает в интервалах времени 8–12 мин. Поскольку активация более высоких уровней регуляторного механизма подавляет активность нижележащих отделов, то снижение вариабельности в коротких

записях можно интерпретировать как рост активности высших вегетативных центров. В частности, этим можно объяснить снижение суммарной мощности спектра и SD у больных с инфарктом миокарда, ишемической болезнью сердца и диабетом.

## **2.2. Оценка степени напряжения (СН) регуляторных систем**

Для оценки СН как индивидуальной реакции организма на текущие стрессорные воздействия вполне достаточным является использование показателя ИН, который характеризует активацию симпатического звена регуляции. Так, в космической медицине этот показатель хорошо отражает состояние космонавта перед стартом. В спортивной практике показатель ИН показывает степень психоэмоционального напряжения спортсмена перед соревнованиями. В анестезиологии ИН использовался для характеристики эффективности анестезиологической защиты при даче наркоза во время операции. Но во всех этих примерах донозологического контроля функциональных состояний учитывается только один компонент реакции организма – изменение активности симпатического звена регуляции, в то время как мы знаем, что эта реакция является интегральным ответом всего регуляторного механизма. Величина реакции симпатической системы зависит от функциональных резервов регуляции, от сопутствующей реакции вазомоторного центра, от степени активации надсегментарных структур. Все эти факторы в определенной мере были учтены при разработке интегрального показателя активности регуляторных систем – ПАРС. Вычисление ПАРС осуществляется по алгоритму, учитывающему следующие пять параметров (критериев):

- А. Суммарный эффект регуляции по частоте пульса (ЧП);
- Б. Общая активность регуляторных механизмов по среднему квадратичному отклонению – SDNN;
- В. Вегетативный баланс по комплексу показателей: Ин, RMSSD, HF;
- Г. Активность вазомоторного центра, регулирующего сосудистый тонус, по мощности спектра медленных волн 1-го порядка (LF);
- Д. Активность сердечно-сосудистого подкоркового нервного центра или надсегментарных уровней регуляции по мощности

спектра медленных волн 2-го порядка (VLF) и суммарной мощности спектра (TP).

Значения ПАРС выражаются в баллах от 1 до 10 (табл. 4). На основании анализа значений ПАРС могут быть диагностированы следующие уровни функционального напряжения, которые можно сгруппировать в следующие 6 групп:

1. Состояние оптимального (рабочего) напряжения регуляторных систем, необходимое для поддержания активного равновесия организма со средой (норма ПАРС = 1–3).

2. Состояние выраженного напряжения регуляторных систем, когда для адаптации к условиям окружающей среды организму требуются дополнительные функциональные резервы. Такие состояния возникают в процессе адаптации к трудовой деятельности, при эмоциональном стрессе или при воздействии неблагоприятных экологических факторов (ПАРС = 4).

3. Состояние резко выраженного напряжения регуляторных систем, которое связано с активной мобилизацией защитных механизмов, в том числе с повышением активности симпатико-адреналовой системы и системы гипофиз–надпочечники (ПАРС = 5).

4. Состояние перенапряжения регуляторных систем, для которого характерна недостаточность защитно-приспособительных механизмов, их неспособность обеспечить адекватную реакцию организма на воздействие факторов окружающей среды. Здесь избыточная активация регуляторных систем уже не подкрепляется соответствующими функциональными резервами (ПАРС = 6).

5. Состояние истощения (астенизации) регуляторных систем, при котором активность управляющих механизмов снижается (недостаточность механизмов регуляции) и появляются характерные признаки патологии. Здесь специфические изменения отчетливо преобладают над неспецифическими (ПАРС = 7).

6. Состояние «полома» адаптационных механизмов (срыв адаптации), когда доминируют специфические патологические отклонения и способность адаптационных механизмов к саморегуляции частично или полностью нарушена (ПАРС = 8–10).

Указанные 6 групп функциональных состояний по уровню напряжения регуляторных систем хорошо соответствуют классификации состояний, используемой в донозологической диагностике. При этом каждое из этих состояний детализируется по

степени напряжения регуляторных систем. Но наиболее удивительным является полное соответствие этих 6 групп состояний классификации уровней здоровья, предложенной около тысячи лет назад известным врачом и философом Ибн-Синой (Авиценной). В табл. 5 представлены четыре схемы оценки здоровья, из которых последняя система «Светофор» получила в настоящее время наибольшую популярность. Как видно из представленных видов классификаций, из 6 состояний по классификации Авиценны только 2 относятся к патологии, а остальные 4 характеризуют различные состояния, переходные между здоровьем и болезнью. Даже в далекой древности существовало понимание того, что здоровье – это многогранное, многовариантное состояние, значительно более сложное в своих проявлениях, чем болезнь. Сегодня традиционная медицина далека от такого понимания. Развитие донозологической диагностики – это только первый шаг к тому, чтобы в центре внимания и медицины и каждого отдельного человека оказалась не болезнь, а здоровье.

Таблица 4

**Уровни функционального напряжения (степень напряжения регуляторных систем) по значениям ПАРС**

<b>Значения ПАРС</b>	<b>Уровни функционального напряжения</b>
1	Оптимальный уровень регуляции
2	Нормальный уровень регуляции
3	Умеренное функциональное напряжение
4	Выраженное функциональное напряжение
5	Резко выраженное функциональное напряжение
6	Перенапряжение регуляторных механизмов
7	Выраженное перенапряжение регуляторных механизмов
8	Истощение регуляторных механизмов
9	Выраженное истощение регуляторных механизмов
10	Полом механизмов регуляции

Система оценки здоровья «Светофор» потому и получила популярность, что она понятна каждому человеку (рис. 5). Автоматизированный комплекс «Варикард», созданный еще в конце 90-х

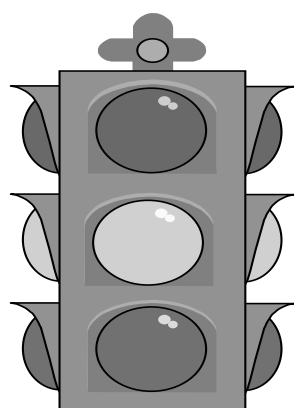
годов, позволяет формировать для каждого пациента выходной документ в виде «Светофора», в котором указывается его персональное место на «лестнице состояний» (рис. 7). Ступени этой лестницы представляют собой уровни напряжения регуляторных систем организма, и улучшать свое здоровье означает подниматься вверх по лестнице состояний, снижая степень напряжения.

Таблица 5

#### Различные классификации функциональных состояний

Донотологическая диагностика	Шкала Авиценны	Степень напряжения регуляторных систем	Система «Светофор»
Физиологическая норма	Тело здоровое до предела	Оптимальный уровень регуляции	Зеленый
		Нормальный уровень регуляции	
		Умеренное функциональное напряжение	
Донотологические состояния	Тело здоровое, но не до предела	Выраженное функциональное напряжение	Желтый
	Тело не здоровое, но и не больное	Резко выраженное функциональное напряжение	
	Тело, легко воспринимающее здоровье	Перенапряжение регуляторных механизмов	
Преморбидные состояния	Тело больное, но не до предела	Выраженное перенапряжение регуляторных механизмов	
		Истощение регуляторных механизмов	
Срыв адаптации	Тело больное до предела	Выраженное истощение регуляторных механизмов	Красный
		Полом механизмов регуляции	

Классификаторы типа «Светофор», благодаря своей наглядности, получили распространение во многих системах оценки функциональных состояний и оценки уровней здоровья. В донозологической диагностике появился ряд модификаций этой системы. Так, с самого начала «желтую зону здоровья» принято делить на два участка – Ж1 и Ж2 (донозологические и преморбидные состояния). Их нередко обозначают как желтую и оранжевую зоны функциональных состояний. Они различаются по степени напряжения регуляторных систем: в первом случае умеренное напряжение, во втором – выраженное. Соответственно могут быть выделены две «зеленые» зоны (З-1 и З-2). Первая из них – это зона оптимума. Можно также рассматривать зоны К-1 и К-2, из которых последняя отражает тяжелые формы заболеваний. Разделение функциональных состояний на 6 классов (З-1, З-2, Ж-1, Ж-2, К-1, К-2) соответствует упомянутой выше шкале оценок здоровья, описанной Авиценной.



**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ  
ЗДОРОВЬЯ по системе  
«СВЕТОФОР»**

**Красный – плохое самочувствие,  
имеются жалобы,**

**Желтый – есть проблемы  
со здоровьем**

**Зеленый - все хорошо!**

Рис. 5. Система оценки функциональных состояний типа «Светофор»

### **Глава 3. Здоровье как динамический процесс перехода от физиологической нормы к донозологическим состояниям и от донозологических состояний к преморбидным**

#### **3.1. Здоровье как состояние и здоровье как процесс**

Система «Светофор» благодаря своей наглядности отражает сущность донозологического подхода к оценке здоровья как динамического процесса перехода от физиологической нормы к патологии через донозологические и преморбидные состояния. Разделение четырех классов функциональных состояний (З, Ж1, Ж2 и К) на 6 подклассов по показателям степени напряжения регуляторных систем позволяет конкретизировать донозологический диагноз в терминах теории адаптации. Рассмотрим более подробно каждое из шести функциональных состояний (подклассов): З-1, З-2, Ж-1, Ж-2, К-1 и К-2.

Состояние оптимального (рабочего) напряжения регуляторных систем (З-1) относится к классу «физиологическая норма» и характеризует наиболее адекватный ответ организма на воздействие факторов окружающей среды. Здесь наблюдается гармоничное единство организма и среды. Напряжение регуляторных систем минимальное, поскольку организм обладает большим запасом функциональных резервов. Это напряжение может быть названо рабочим, так как появляется только при выполнении какой либо работы. Состояние З-1 в полной мере соответствует пониманию физиологической нормы как функционального оптимума.

Состояние умеренного напряжения регуляторных систем (З-2) также является одним из подклассов состояния физиологической нормы. Однако здесь в отличие от З-1 степень напряжения регуляторных систем не только значительно выше при рабочих нагрузках, но несколько повышена и в условиях покоя. Это означает, что функциональные резервы организма и его регуляторных систем хотя и вполне достаточны для поддержания равновесия между организмом и средой, но их запас ограничен. Равновесие между организмом и средой в данном случае достигается минимальной «ценой». Для людей, находящихся в данном подклассе функциональных состояний, особенно важно поддерживать баланс между адаптационными возможностями своего организма и

стрессорным воздействием окружающей среды. Возникающий при нарушении такого баланса дефицит функциональных резервов ведет к росту степени напряжения регуляторных систем и к переходу в класс донозологических состояний.

Состояние выраженного напряжения регуляторных систем (Ж-1) это типичное донозологическое состояние. Оно отличается постоянным, хроническим дефицитом функциональных резервов, что даже в условиях покоя ведет к повышенному напряжению регуляторных механизмов. Это напряжение может проявляться активацией различных звеньев вегетативной регуляции, в зависимости от индивидуальных особенностей организма. В этом состоянии человек становится крайне чувствительным к воздействию разных факторов внутренней и внешней природы. Равновесие между организмом и средой становится неустойчивым. Адаптационные возможности организма снижены. Рабочие нагрузки требуют более длительного восстановления. Следует отметить, что степень выраженности напряжения регуляторных систем в состоянии Ж-1 должна дифференцироваться в зависимости от запаса функциональных резервов организма. Здесь целесообразно различать по меньшей мере два подкласса состояний: со способностью к почти полному восстановлению исходных адаптационных возможностей организма (ПАРС=4) и с неполным восстановлением и нарастанием дефицита функциональных резервов (ПАРС=5).

Состояние перенапряжения регуляторных систем (Ж-2) относится к классу преморбидных и возникает как результат длительного хронического дефицита функциональных резервов и продолжающегося при этом снижения адаптационных возможностей организма. Равновесие со средой достигается максимальной «ценой» и отличается крайней неустойчивостью. Регуляторные механизмы работают с перенапряжением и их резервы быстро истощаются. Это состояние характеризуется развитием целого ряда признаков, которые значительно ухудшают качество жизни, таких как быстрая физическая и психическая утомляемость, нарушения сна, высокая возбудимость, снижение аппетита и др. Состояние перенапряжения особенно опасно в смысле быстрого перехода в патологию при наличии вредных привычек (алкоголизм, наркотики) или неблагоприятных социально-экологических условий. Но в этом состоянии обычно еще нет объективных

функционально-морфологических отклонений со стороны отдельных органов и нет оснований для постановки определенного нозологического диагноза. Это состояние с позиций клинической медицины могло бы быть названо состоянием предболезни на уровне целого организма (ПАРС=6).

Состояние истощения (астенизации) регуляторных систем (К-1) относится к классу преморбидных состояний и отличается появлением признаков конкретной органно-системной патологии. Такие состояния в традиционной медицине квалифицируются как предболезнь и, как правило, становятся первым шагом человека к тому, чтобы стать «полноправным» объектом внимания врачей. Это обусловлено тем, что при этих состояниях врач уже выявляет у пациента признаки (симптомы) известных болезней, которые соответствуют общепринятой (и официально узаконенной) нозологической классификации. Здесь можно выделить два подкласса состояний. Первый подкласс (ПАРС=7) – это обычно еще не «полновесные» диагнозы конкретных болезней, а лишь их начальные формы (предъявленные состояния, предгипертонические состояния, признаки нейрососудистой дистонии и т.п.). Второй подкласс (ПАРС=8), когда развиваются классические нозологические формы заболеваний и на фоне резкого истощения функциональных резервов формируются синдромы патологии.

«Полом» адаптационных механизмов (срыв адаптации) – состояние К-2 (ПАРС=9-10) – это клинически выраженные формы патологии. Итак, мы видим, что переход от здоровья к болезни, от нормы к патологии является непрерывным процессом постепенного снижения адаптационных возможностей организма, уменьшения функциональных резервов и роста напряжения регуляторных систем. Отдельные функциональные состояния можно рассматривать лишь как вехи (этапы) на жизненном пути. В системе «Светофор» этот путь наглядно представлен в виде лестницы из 10 ступеней, ведущих вниз от нормы к патологии (см. рис. 5). «Лестница состояний» – это символический образ, интегрально отражающий прошлое, настоящее и будущее. Когда после анализа ВСР с помощью комплекса «Варикард» обследуемый получает заключение, где показано его место на «лестнице состояний», он фактически получает информацию к размышлению о своем будущем, о своем дальнейшем пути от здоровья к болезни.

Уровень здоровья в каждый текущий момент является результатом нашей жизни, работы и отдыха в прошлом. Не зря в клинической медицине придают большое значение сбору анамнеза (*anamnesis vitae et anamnesis morbi* – анамнез жизни и анамнез болезни). Состояние регуляторных систем, их степень напряжения показывают, каким запасом функциональных резервов располагает организм, до какой степени истощены эти запасы в результате предыдущей работы механизмов регуляции по поддержанию гомеостаза. Следовательно, определение текущего уровня здоровья имеет прогностический смысл, поскольку мы знаем о закономерной тенденции к снижению адаптационных возможностей организма.

Уровень здоровья нельзя рассматривать как стабильное состояние. Это процесс постоянного приспособления организма к условиям окружающей среды. Механизмы регуляции играют в этом процессе ведущую роль. Их задача состоит в том, чтобы обеспечить наилучшее приспособление к новым условиям при минимальном напряжении регуляторных систем. Для оценки изменений уровня здоровья как адаптационного процесса в космической медицине разработан метод фазовой плоскости, с помощью которого исследуют и анализируют процесс приспособления организма космонавтов к постоянно изменяющимся условиям длительного космического полета. Этот метод описывается в следующем разделе.

### **3.2. Метод фазовой плоскости в оценке донозологических состояний**

В результате многолетних исследований, проведенных с использованием методов анализа ВСП, было показано, что функциональное состояние организма космонавтов в ходе длительного полета изменяется, вначале в сторону усиления активности механизмов автономной регуляции, а затем в процесс адаптации все более активно включаются центральные уровни управления физиологическими функциями (Баевский, 1979). Это означает, что для сохранения удовлетворительной адаптации организма к условиям невесомости требуется дополнительная мобилизация функциональных резервов, дополнительная активация регуляторных систем. Для того, чтобы количественно оценить приспособ-

собительный эффект, могут быть использованы показатели ВСП, отражающие активность различных звеньев регуляторного механизма. Однако более целесообразной оказалась разработка интегрального критерия, обобщающего изменения отдельных показателей. С этой целью была предпринята попытка создания математической модели, отражающей весь комплекс наблюдаемых изменений вегетативной регуляции (Баевский, Черникова, 2002).

Поскольку для построения математической модели требуются экспериментальные данные обо всем континууме функциональных состояний организма, включая как норму, так и патологию, то были использованы материалы исследований, проводившихся в одном из оздоровительных центров, где анализ ВСП использовался для оценки оздоровительного эффекта. Для построения математической модели использовали только данные первичного обследования пациентов. Были отобраны кардиоинтервалограммы, полученные при обследовании 192 лиц (мужчин и женщин в возрасте от 32 до 65 лет), отнесенных по результатам массового донозологического скрининга к одному из четырех классов функциональных состояний: норма (50 человек), донозологические состояния (58 человек), преморбидные состояния (53 человека), патологические состояния (34 человека). Для получения решающих правил, позволяющих автоматически выделять в массиве данных указанные четыре группы (четыре класса функциональных состояний), были использованы пошаговый корреляционно-регрессионный анализ и пошаговый дискриминантный анализ. Наилучшие результаты были получены с помощью дискриминантного анализа, дополнительным преимуществом которого является возможность выделения нескольких канонических переменных, каждая из которых может рассматриваться как самостоятельный признак или критерий. Эта работа была проведена старшим научным сотрудником Института медико-биологических проблем РАН А.Г.Черниковой.

В результате пошагового дискриминантного анализа показателей ВСП было получено уравнение дискриминантной функции, которое в стандартизированной форме для первых двух канонических переменных L1 и L2 имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} L1 &= 0,112*HR + 1,006*SI + 0,047*pNN50 + 0,086*HF; \\ L2 &= 0,140*HR + 0,165*SI + 1,293*pNN50 + 0,623*HF. \end{aligned}$$

Анализ стандартизованных коэффициентов этих уравнений показывает, что в первом уравнении наибольший вес имеет показатель SI, а во втором уравнении – показатели pNN50 и HF. Поскольку показатель SI (стресс-индекс) характеризует суммарную активность симпатического отдела вегетативной нервной системы, то каноническую переменную L1 можно считать индикатором активирующей, мобилизующей функции регуляторных механизмов. Вторая каноническая переменная (L2), тесно связанная с показателями активности парасимпатического отдела, характеризует восстановительную, защитную функцию регуляторных механизмов (функциональный резерв).

Следует отметить, что вышеприведенные уравнения отражают лишь весовые значения показателей, входящих в решающее правило для классификации и оценки функциональных состояний. Для вычисления реальных величин канонических переменных использовались не стандартизованные, а абсолютные значения коэффициентов. Полученные при этом величины L1 и L2 рассматривались как координаты фазовой плоскости, образующей пространство функциональных состояний (рис. 6). Здесь по оси абсцисс отображается активность симпатического отдела вегетативной нервной системы, обеспечивающая мобилизацию функциональных резервов (ФР), по оси ординат – активность парасимпатического отдела, характеризующая вегетативный баланс и отражающая степень напряжения регуляторных систем (СН). В результате формируется пространство состояний, в котором выделяются состояния физиологической нормы, донозологические состояния, преморбидные и патологические состояния (рис. 6).

Используя описанную математическую модель в качестве решающего правила, все 192 пациента были распределены по соответствующим классам состояний и были вычислены средние значения координат СН и ФР для каждого класса. Соединив последовательно эти средние значения, мы получили «траекторию» перехода организма от нормы к патологии, через донозологические и преморбидные состояния. Этот новый методический подход был использован далее для оценки результатов наземных экспериментов, моделирующих воздействие на организм факторов космического полета, а также результатов исследований в реальных космических полетах.

Результаты экспериментальной проверки описанной методики оценки функциональных состояний представлены на рис. 6. Наземный эксперимент с 8-месячной изоляцией представлен средними значениями данных у четырех испытуемых в начале, в середине и конце эксперимента. Видно, что «траектория» адаптационной реакции испытуемых направлена параллельно оси СН в сторону увеличения абсолютной величины этого показателя. Это соответствует наблюдавшемуся в ходе эксперимента смещению вегетативного баланса, с ростом активности симпатической системы, что сопровождалось увеличением средней частоты пульса и ростом артериального давления. Функциональное состояние испытуемых сохранялось в пределах физиологической нормы, но характеризовалось постепенным увеличением степени напряжения регуляторных систем, что может рассматриваться как приспособительная реакция, направленная на мобилизацию функциональных резервов.

Эксперимент со 120-суточной гипокинезией, в котором участвовало 6 испытуемых, представлен на рис. 6 динамикой среднемесячных среднегрупповых значений показателей СН и ФР. «Траектория» адаптационной реакции в нем отличается наличием не только выраженного роста значений СН (от -2,2 до -0,1), но и значительным снижением величины ФР (от +2,6 до +1,5). Результаты многочисленных исследований в этом эксперименте подтверждают развитие у ряда испытуемых к концу эксперимента признаков дизадаптации, что соответствует демонстрируемой моделью тенденции к переходу из зоны физиологической нормы в зону дофизиологических состояний.

При рассмотрении представленных на рис. 6 среднеполетных данных по группе космонавтов (28 человек), совершивших 5-6-месячные полеты на ОС «Мир», оказалось, что их функциональное состояние в полете лишь незначительно отличается от предполетного. Эти усредненные данные, естественно, не отражают особенности индивидуальных адаптационных реакций космонавтов, а лишь свидетельствуют о том, что профилактические мероприятия во время полета в целом эффективно поддерживают состояние здоровья членов экипажа на уровне, близком к предполетному.

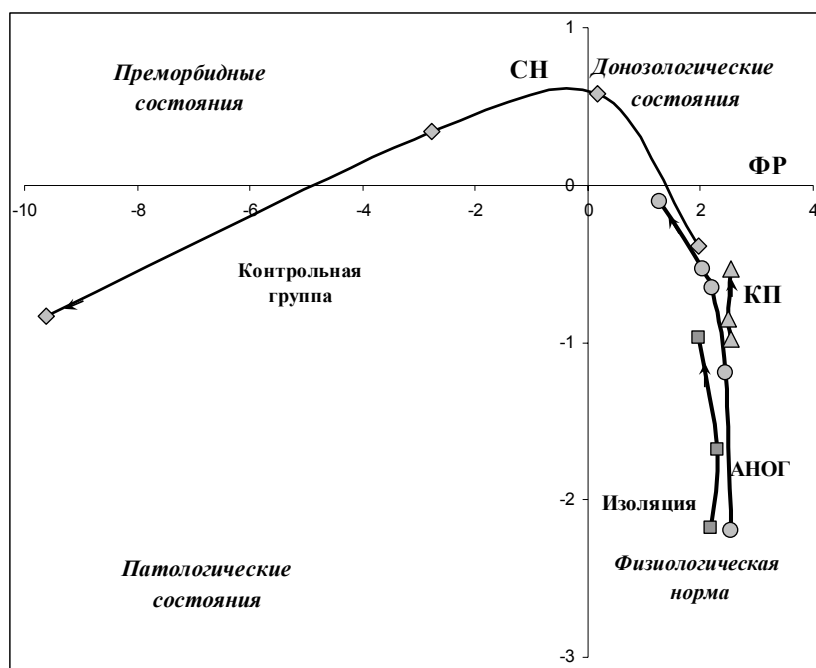


Рис. 6. Пространство состояний, формируемое по результатам анализа вариабельности сердечного ритма с помощью математической модели, и средние значения показателей СН и ФР для каждого из классов контрольной группы, для группы космонавтов до и во время полета (КП), и для отдельных этапов наземных экспериментов с 8-месячной изоляцией и 120-суточной антиортостатической гипокinezией (АНОГ)

Описанная математическая модель, основанная на оценке функционального состояния по двум его компонентам ФР и СН, позволяет рассматривать здоровье как непрерывно протекающий динамический процесс. Фазовая плоскость в координатах ФР-СН представляет собой пространство состояний, в котором разворачиваются все события, связанные с нашим здоровьем. Наше текущее состояние в каждый данный момент времени отображается точкой в пространстве состояний. Координаты этой точки показывают «цену» нашей адаптации к условиям окружающей среды – степень напряжения регуляторных систем (СН) и запас функциональных возможностей – функциональный резерв (ФР). Линия, соединяющая две соседние точки в пространстве состояний,

отражает переход из одного текущего функционального состояния в другое. Эта линия может быть названа вектором состояния, поскольку она показывает, в каком направлении и на какую величину изменилось функциональное состояние. Это открывает возможность количественной оценки изменений уровня здоровья.

У каждого человека в пространстве состояний существует своя траектория функциональных состояний, свой путь от здоровья к болезни. Функциональное состояние является весьма изменчивым показателем здоровья. Оно изменяется при различных внешних воздействиях, физических и психоэмоциональных нагрузках, а также в течение суток. Анализ динамики функциональных состояний дает важную информацию для суждения о функциональных резервах организма, о его адаптационных возможностях. Он позволяет прогнозировать вероятное смещение уровня здоровья в сторону срыва адаптации и тем самым своевременно принимать необходимые профилактические меры. Он дает возможность судить об эффективности лечения или оздоровления, наблюдая за динамикой изменения функционального состояния. Таким образом, рассматривая здоровье как динамический процесс перехода от физиологической нормы к донозологическим, а затем к преморбидным состояниям, мы можем осуществлять донозологический контроль уровня здоровья на этапах, предшествующих развитию болезни.

## **Глава 4. Методология и технология донозологической диагностики**

### **4.1. Методология донозологической диагностики**

Практическая реализация изложенных выше теоретических положений связана с разработкой конкретной методологии исследований и соответствующих технологических решений. Прежде всего следует отметить, что методология донозологической диагностики, и в особенности технологии, могут существенно различаться в различных областях медицины и физиологии. Многие зависят от цели донозологических исследований. Поэтому и методология и технология донозологической диагностики в профилактической медицине может существенно отличаться от ме-

тодологии и технологии донозологической диагностики в восстановительной медицине, в спортивной и тем более космической медицине. В зависимости от цели донозологические исследования можно разделить на три группы:

- 1) Донозологическая диагностика;
- 2) Донозологический скрининг;
- 3) Донозологический контроль.

*Под донозологической диагностикой* в широком смысле этого слова понимают постановку так называемого донозологического диагноза или, точнее, оценку функционального состояния организма в интервале состояний между нормой и патологией, здоровьем и болезнью. Классификация этих состояний, рассмотренная выше, может и должна модифицироваться применительно к разным областям медицины и физиологии. Это касается не принципиальных, но и формальных вопросов адаптации представлений и терминологии донозологического подхода к задачам той или иной области практики. Так, в медицине и физиологии труда стоят задачи оценки трудоспособности человека, в профилактической медицине ведущее значение имеет определение необходимости и объема оздоровительно-профилактических мероприятий и срочность обращения за медицинской помощью, в восстановительной медицине – степень восстановления после перенесенного заболевания. Однако во всех случаях донозологическая диагностика направлена на определение конкретного функционального состояния организма, степени его от нормы и его приближения к болезни.

*Донозологический скрининг* – это отбор людей с определенными функциональными состояниями для последующего решения вопросов их оздоровления, допуска к работе, направления в медицинские учреждения, определения пригодности к выполнению тех или иных задач и т.п. Официальная медицина крайне нуждается в подобных методах и технологиях, поскольку ей приходится решать ряд сложных медико-социальных вопросов очень неточными, грубыми методами. Так, например, экспертиза трудоспособности основана на нозологическом подходе, который исключает возможность выделения групп практически здоровых лиц с выраженным напряжением регуляторных систем, находящихся в преморбидном состоянии, но еще не имеющих четко выраженных признаков болезни. Нужно ждать, пока наступит

срыв адаптации, чтобы принять решение об ограничении трудовой нагрузки. Донозологический скрининг на данном этапе получил наибольшее применение в профилактической медицине, в системе диспансеризации населения. Первые практические шаги донозологической диагностики были сделаны в области донозологического скрининга. Была показана эффективность донозологического подхода к оценке здоровья в системе всеобщей диспансеризации населения, которая внедрялась в СССР в 70-80-е годы (Берсенева, 1991, Баевский, Берсенева, 1997). Донозологический скрининг может использоваться в самых различных областях, где среди практически здоровых людей необходимо выделить лиц с определенной степенью напряжения регуляторных систем, со сниженными функциональными резервами или с повышенным риском развития патологии.

*Донотологический контроль* представляет собой динамическое наблюдение за функциональным состоянием практически здоровых людей. Это процесс слежения за состоянием здоровья человека, выполняющего определенную работу. Наиболее яркий пример донозологического контроля дает космическая медицина, где, собственно, и зародился донозологический подход к оценке здоровья. В ходе длительного космического полета космонавты – специально отобранные здоровые люди – регулярно подвергаются медико-физиологическим обследованиям с целью определения их функционального состояния. Здесь важно знать в какую сторону и насколько смещается функциональное состояние организма космонавта в ходе полета. Если оно смещается в сторону патологии, то необходимо срочно принимать определенные меры: снижать нагрузку, изменять режимы питания или физических тренировок, рекомендовать прием профилактических средств и т.п. Система донозологического контроля может использоваться для предсменного контроля операторов сложных систем, для контроля за процессом восстановления людей после перенесенных тяжелых заболеваний, для оценки функционального состояния спортсменов в процессе подготовки к соревнованиям и т.п.

Методология донозологической диагностики и особенно ее технологии существенно отличается в каждом из вышеуказанных типов исследований. Под методологией, как известно, понимают принципиальную схему построения исследований, их этапы и применяемые при этом методы. В понятие технологии входят

конкретные методики, приемы их применения, детали схемы исследований и описание конкретных используемых приборов и методов обработки и анализа информации. Конкретные технологии нередко являются объектами патентования и лицензирования, поскольку они позволяют получить законченный материальный или информационный результат. Рассмотрим с этих позиций методологию донозологических исследований и в самых общих чертах ее отдельные технологии. Конкретному описанию технологий будет посвящена отдельная глава, где на примерах уже выполненных донозологических исследований будут продемонстрированы основные технологии. Кроме того, специальный раздел данной книги посвящен описанию современной аппаратуры для проведения донозологических исследований, что имеет прямое отношение к вопросам технологии.

В табл. 6 представлены основные особенности методологии каждого из трех видов донозологических исследований. Как видно из этой таблицы, различия имеются и в выборе контингента, и в самом процессе исследований и его конечных результатах. Объектом донозологических исследований являются практически здоровые люди или в более редких случаях лица после перенесенных заболеваний в стадии восстановления. Основным критерием при выборе контингента является наличие задачи оценки уровня здоровья, но ни в коем случае ни диагностика заболеваний, ни содействие постановке диагноза болезни. Этот вопрос имеет принципиальное значение, поскольку мы работаем в области **донозологии**. Говоря об использовании донозологического подхода у больных людей в стадии выздоровления, мы имеем в виду, что каждый организм даже в состоянии болезни обладает определенным запасом адаптационных возможностей и функциональными резервами для восстановления своего нормального здорового состояния. По существу, процесс лечения направлен на мобилизацию функциональных резервов организма, стимуляцию его адаптационных возможностей. Другое дело, что традиционная медицина еще не умеет оценивать результат своих усилий по степени восстановления признаков здоровья (снижению напряжения регуляторных систем, росту функциональных резервов) и пользуется критериями болезни. В данном случае донозологическая диагностика помогает традиционной медицине управлять процессом восстановления здоровья и использует арсенал своих

методов для оценки движения от болезни к здоровью, от патологии к норме. Процесс донозологического исследования во всех случаях является процессом распознавания с применением как простых логических правил, так и сложных математических приемов. Но он всегда отличается неинвазивностью, комфортностью и малым временем постановки диагноза. Эти особенности донозологической методологии имеют принципиальное значение ввиду того, что объектом исследований являются практически здоровые люди. Пока человек здоров и не ощущает признаков болезни, он психологически не готов к любым, даже самым простым медицинским процедурам. Многочисленные оздоровительные центры и фитнес-клубы привлекают клиентов обещанием повысить их качество жизни и улучшить их психологический статус за счет диеты для похудения, пищевых добавок улучшающих сон или комплекса упражнений для повышения упругости и силы мышц. И все это, как правило, без достаточного контроля и без оценки исходного функционального состояния.

Здоровый человек должен иметь мотивацию к проведению тех или иных обследований. К сожалению, мода на то, чтобы быть здоровым, формируется очень медленно. Больным и инвалидам государство платит пенсии и пособия. За сохранение хорошего здоровья никто даже не скажет «Спасибо». Но уже есть ростки нового отношения к здоровью. На некоторых предприятиях, особенно в частных компаниях, стали беречь здоровье высокооплачиваемых и наиболее опытных работников. В ряде армий (вначале в американской, а недавно и в российской) введен стандарт здоровья для старших офицеров и генералов. В спорте сохранение хорошего здоровья является одним из важных условий достижения спортивных успехов. Таким образом, имеются отдельные, пока еще немногочисленные контингенты людей, для которых донозологические исследования являются важными и нужными. Для остальных комфортность, неинвазивность и малое время, необходимое для исследований, являются одним из условий мотивации к выбору между дорогостоящим и трудоемким клиническим обследованием, когда появятся признаки болезни, и донозологическим исследованием, которое поможет отдалить болезнь. В результате донозологического исследования формируется заключение о состоянии здоровья. Очень важно, чтобы обследуемые лица получали понятные им заключения, где специ-

Таблица 6

**Основные особенности различных видов донозологических исследований**

Виды исследований	Основные особенности методологии
Донозологическая диагностика	<p>1) Исследуются практически здоровые люди или лица после перенесенных заболеваний в стадии восстановления.</p> <p>2) Процесс донозологической диагностики заключается в поиске конкретного места функционального состояния данного лица в пространстве состояний между нормой и патологией. 3) Результатом донозологической диагностики является постановка так называемого донозологического диагноза – установление не только принадлежности данного лица к определенной группе функциональных состояний, но и его детализация с оценкой УФ, СН и ФР, а также факторов риска и вероятных профилей патологии.</p>
Донозологический скрининг	<p>1) Исследуются любые контингенты лиц, включающие людей с различными функциональными состояниями, в том числе и пациенты с различными заболеваниями.</p> <p>2) Процесс донозологического скрининга заключается в разделении потока обследуемых лиц на группы с заданными функциональными состояниями. Обычно используют систему «Светофор»: 3 (зеленая) – физиологическая норма, Ж1 (желтая первая) – напряжение механизмов адаптации, донозологические состояния, Ж2 (желтая вторая или оранжевая), К (красная) – срыв адаптации, наличие признаков патологии. Может применяться и другая группировка обследуемого контингента лиц, например, на группы подлежащих и не подлежащих дополнительному медицинскому обследованию или углубленному донозологическому исследованию.</p> <p>3) Результатом донозологического скрининга является выделение заранее заданных групп лиц и обследуемой популяции</p>
Донозологический контроль	<p>1) Исследуется контингент лиц с заранее известными функциональными состояниями. 2) Исходное функциональное состояние определяется либо контрольным, углубленным донозологическим обследованием, либо путем нескольких повторных испытаний. 3) Для каждого обследуемого лица нормой является его собственное исходное состояние.</p> <p>4) Процесс донозологического контроля заключается в сравнении текущего функционального состояния с исходным. 5) Результатом донозологического контроля является определение риска перехода функционального состояния обследуемого лица в патологию или в заранее заданную область пространства состояний.</p>

альные научные термины объясняются обычным «бытовым» языком. В табл. 7 представлен один из вариантов такого упрощенного толкования донозологических диагнозов.

Таблица 7

**Различные варианты оценки функционального состояния  
(оценочные шкалы)**

Стандартная оценочная шка- ла	Упрощенная шкала оценок
Состояние физиологической нормы	Отличный, высокий, оптимальный уровень здоровья. Не требуется никакой коррекции
Донозологическое состояние – 1	Хороший уровень здоровья с некоторыми отклонениями, которые легко можно скорректировать без применения лекарств путем соблюдения здорового образа жизни и устранения вредных привычек.
Донозологическое состояние – 2	Уровень здоровья посредственный, неудовлетворительный, хотя еще нет серьезно угрожающих здоровью признаков. Еще возможно полное восстановление хорошего здоровья, если срочно начать проводить мероприятия по оздоровлению, восстановлению и профилактике.
Преморбидное состояние	Плохой уровень здоровья, имеются признаки заболеваний, которые еще компенсируются за счет высокого напряжения систем регуляции, но функциональные резервы организма уже недостаточны для поддержания его жизненных сил. Требуется срочное детальное медицинское врачебное обследование для того, чтобы определить необходимый перечень восстановительных мероприятий.
Вероятное наличие патологии	Вероятное наличие патологии, требуется лечение.

В принципе заключение как результат донозологических исследований любого вида должно быть адаптировано к нуждам и пониманию пользователя. Поэтому методология донозологической диагностики предусматривает редактирование заключений

применительно к обследуемым контингентам. Это оправдано тем, что заключения в системах донозологической диагностики предназначены для использования самим обследуемым лицом, в то время как медицинские заключения делаются для врачей, а не для их пациентов – больных.

Следует упомянуть еще об одном важном методологическом принципе донозологической диагностики, который заключается в использовании информационно емких методов исследования. Это означает, что при минимальном времени обследования и его методической простоте должна быть получена обширная и ценная научная информация, позволяющая сделать важные выводы о состоянии регуляторных механизмов, функциональных резервах и уровне функционирования основных жизненно важных систем.

Этот принцип является основополагающим при разработке конкретных технологий. Наглядным примером использования этого принципа является широкое применение в донозологических исследованиях метода анализа variability сердечного ритма. Другим примером может служить создание метода оценки уровня функционирования сердечно-сосудистой системы по комплексному показателю ИФИ на основе простых традиционных измерений частоты пульса и артериального давления. Эта информационная составляющая методологии донозологических исследований одновременно является и важнейшим элементом технологических разработок.

#### **4.2. Технология донозологических исследований**

Технологии решения задач донозологической диагностики весьма разнообразны и в значительной мере зависят от вида донозологических исследований. Кроме основных компонентов донозологической диагностики УФ, СН и ФР необходимо учитывать и определять причинно-следственные факторы: влияние окружающей среды, образ жизни, анамнез. Поэтому важное место в технологиях донозологической диагностики занимают анкетный опрос и изучение социально-экологической обстановки. В любой технологической схеме можно выделить следующие три части: 1) Сбор информации; 2) Обработка и анализ информации; 3) Оценка полученных данных и формирование заключения. Алгоритм донозологической диагностики реализует представленные выше

теоретические положения в форму конкретного заключения о функциональном состоянии организма и его адаптационных возможностях.

Рассмотрим вопросы технологии подробнее. Прежде всего, следует отметить, что сбор информации при донозологических исследованиях ориентирован на комфортность, малые затраты времени и высокую информативность. В отличие от больных людей – пациентов клинических и поликлинических учреждений объектом донозологической диагностики являются, как правило, практически здоровые люди. Их интерес к этому виду обследований определяется, с одной стороны, формой и содержанием получаемых ими заключений, с другой – зависит от простоты и комфортности применяемых технологий. Так, при массовых осмотрах обследование нередко производится на производстве в рабочее время, и поэтому здесь требуются комфортные и малозатратные по времени технологии сбора информации.

Измерения роста, веса тела, мышечной силы и артериального давления занимают обычно по 2-3 мин, для записи ЭКГ с целью анализа ВСР требуется 5 мин. Заполнение анкеты также не должно быть трудоемким. Анкета должна содержать не более 15-20 вопросов с вариантами ответов, которые выбираются обследуемыми лицами. Сбор информации должен производиться с максимальным использованием компьютерных систем, с формированием базы данных, содержащей индивидуальные файлы с результатами измерений.

Для обработки и анализа данных используются специально разработанные программные средства. Центральное место в программном обеспечении донозологических исследований занимает программа оценки результатов. Самый простой алгоритм можно представить в виде таблицы, где каждой оценке функционального состояния соответствуют определенные значения показателей, отражающих УФ, СН, ФР и результаты анкетного опроса, характеризующие выраженность факторов риска и наличие профилей патологии. Поскольку практика донозологических исследований ориентирована на изучение сердечно-сосудистой системы и основных обменно-энергетических показателей – роста, массы тела и дыхания, то гомеостаз можно характеризовать путем измерения параметров функционирования этих систем. Однако это еще не дает интегральной картины, отражающей сердечно-сосудистый и

обменно-энергетический гомеостаз организма. В связи с этим А.П.Берсеновой (1991) был разработан индекс функциональных изменений (ИФИ), при помощи которого можно получить обобщенную характеристику гомеостаза. ИФИ определяется в условных единицах – баллах. Для вычисления ИФИ требуются данные о частоте пульса (ЧП), артериальном давлении (САД – систолическое, ДАД – диастолическое), возрасте (В), росте (Р) и массе тела (МТ):

$$\text{ИФИ} = 0,011 \text{ ЧП} + 0,014 \text{ САД} + 0,008 \text{ ДАД} + 0,014 \text{ В} + 0,009 \text{ МТ} - 0,009 \text{ Р} - 0,27.$$

Данный вариант формулы для вычисления ИФИ был получен в результате применения методики регрессионного анализа на информационном массиве в 2 000 обследований. Значения ИФИ отражают результат адаптационных реакций организма и позволяют выделять 4 группы лиц, в соответствии с предложенной выше классификацией уровней здоровья (удовлетворительная адаптация, напряжение механизмов адаптации, неудовлетворительная адаптация, срыв адаптации). По существу, величина ИФИ суммарно характеризует уровень функционирования (УФ) основных жизненно важных систем организма.

В табл. 8 представлена шкала оценок уровня функционирования по данным измерения ИФИ. Выбор граничных значений ИФИ и проверка точности оценок проводились путем сравнения результатов классификации по ИФИ и результатов экспертных оценок функционального состояния (отнесение пациентов к определенной группе).

Таблица 8

**Оценка уровня функционирования основных жизненно важных систем организма по ИФИ**

Уровень функционирования	Оценка ИФИ (в баллах)
Удовлетворительная адаптация	До 2,59
Напряжение механизмов адаптации	2,60 – 3,09
Неудовлетворительная адаптация	3,10 – 3,49
Срыв адаптации	3,50 и выше

Оценка уровня функционирования по ИФИ, при всей своей простоте, обеспечивает системный подход к решению задачи ко-

личественного измерения уровня здоровья. Это определяется тем, что ИФИ, как комплексный, интегральный показатель, отражает сложную структуру функциональных взаимосвязей, характеризующих уровни функционирования сердечно-сосудистой системы, системы обмена веществ и энергии. Обычно врачи ориентируются лишь на клинически значимые отклонения отдельных измеряемых показателей, что не позволяет дифференцировать различные стадии донозологических и преморбидных состояний. Поэтому вполне оправданно введение комплексного показателя – ИФИ, что позволяет более наглядно и точно оценивать функциональное состояние организма и уровень функционирования его основных систем. Однако ИФИ не является исчерпывающей характеристикой гомеостаза. Это всего лишь один из его компонентов, который используется в практических целях. Обычно имеется 4 компонента заключения с соответствующими значениями для каждого из функциональных состояний. УФ оценивается по значениям ИФИ, СН определяется по ПАРС. Для оценки ФР должна быть использована какая-либо функциональная проба. Например, может быть использована активная ортостатическая проба (АОП), результаты выполнения которой выражаются в баллах. Поскольку изменения значений показателей не всегда идут параллельно, например, ИФИ соответствует физиологической норме, а ПАРС донозологическому состоянию, то решение принимается по большинству из 4 компонентов заключения. При этом в тексте заключения по каждому из этих компонентов дается развернутое изложение. Специально выделяется заключение об уровне стресса (по данным анализа вариабельности сердечного ритма). В заключении также отмечаются основные отклонения, которые требуют внимания врача. Это имеет важное значение в тех случаях, когда система донозологического скрининга используется на доврачебном этапе диспансеризации. Нередко формируются два вида заключений: одно для врача (подобное представленному на рис. 7 образцу), другое для пациента. В последнем случае заключение оформляется как «Паспорт здоровья» и содержит иллюстративный материал, поясняющий результаты исследования.

Технология донозологических исследований реализуется в виде автоматизированных систем – специализированных аппаратно-программных комплексов. Современные комплексы для донозологической диагностики включают миниатюрные устрой-

ства для сбора информации, персональные компьютеры и вспомогательные устройства (сканеры, принтеры, дисплеи). Для сбора информации, как правило, используются серийно выпускаемые устройства и приборы. Оригинальной частью таких комплексов является их программное обеспечение (ПО), требующее специальной разработки. В зависимости от вида донозологических исследований ПО может содержать различные блоки. Можно выделить три вида программ: 1) ПО для сопряжения с устройствами сбора информации; 2) ПО для обработки и анализа вводимой в компьютер информации; 3) ПО для оценки результатов анализа информации и формирования заключений. ПО для сопряжения с устройствами сбора информации наряду со стандартными блоками преобразования сигналов в цифровую форму должно содержать блок управления процессом обследований. Этот блок реализует заданный сценарий обследования, например: включает определенные устройства на заданный интервал времени – запись ЭКГ в течение 5 мин или ввод данные анкетного опроса по определенной схеме. Сценарий обследования зависит от вида донозологических обследований, от используемого набора методов, от наличия функциональных проб и т.д. Сценарий может изменяться в зависимости от задач и объема проводимых исследований.

ПО для обработки и анализа вводимой в компьютер информации, как правило, состоит из стандартных блоков анализа конкретных сигналов, например анализа ЭКГ или анализа вариабельности сердечного ритма. Главное требование к этому блоку программ заключается в их стандартности, т.е. соответствии общепризнанным правилам анализа данных. Это важно для того, чтобы получаемые результаты, во-первых, не отличались от получаемых в традиционной медицинской практике данных, во-вторых, были сопоставимы при обследовании разными типами компьютерных комплексов.

ПО для оценки результатов анализа информации и формирования заключений является наиболее важной и главной частью в технологии донозологических исследований. Выше уже говорилось об особенностях формирования заключения. Состав и форма заключения зависят от вида донозологических исследований. В следующем разделе книги, посвященном практике донозологических исследований, представлены конкретные технологии каждого из трех видов исследований, а также их результаты. Этот ма-

териал наглядно демонстрирует большое разнообразие технологических решений применительно к целям и особенностям донологических исследований.

Описанная выше технология донологической диагностики является результатом нашей многолетней работы, и ее конкретные варианты более подробно представлены во второй части книги, посвященной практике донологических исследований. Ниже мы хотели бы остановиться на некоторых других технологиях, описанных отечественными авторами. Прежде всего, следует рассмотреть технологию донологической диагностики, разработанную Г.Л. Апанасенко. Им был предложен метод оценки биопотенциала биосистемы (Безматерный, Куликов, 1998). Способность мобилизовать ресурсы органов и систем является первым условием срочной адаптации организма к условиям среды. Чем больше эта способность, тем человек здоровее, тем он жизнеспособнее. Проблема измерения степени жизнеспособности или уровня соматического здоровья упирается в проблему оценки мощности и эффективности аэробного энергообразования. Этот показатель характеризует состояние дыхания, кровообращения и метаболизма. Это можно определить по величине максимального потребления кислорода (МПК). Можно использовать для определения МПК тест Купера. Однако этот тест опасен для лиц со скрытыми или явными признаками патологии. Поэтому предлагается система экспресс-оценки уровня соматического здоровья, основанная на связи между уровнем развития аэробных способностей и степенью экономизации функций. В нее входят индекс массы тела (ИМТ), жизненная емкость легких (ЖЕЛ), динамометрия кисти, показатель ЧССхАД/100, время восстановления после пробы Руффье (20 приседаний за 30 с). Выделяются 5 уровней здоровья (очень низкий, ниже среднего, средний, выше среднего, высокий). Оценка проводится по сумме баллов. Мы приводим таблицу экспресс-оценки уровня соматического здоровья по Г.Л.Апанасенко, опубликованную в журнале «Валеология» № 3 за 2002 г. (табл. 9). Достоинством представленной диагностической системы является ее доступность для среднего медицинского персонала и простота реализации.

Близкая по своей сущности система была разработана В.А.Орловым с соавт. (2000-2006). Эта система названная «Навигатор здоровья» предназначена для донологического контроля



соматического здоровья детского и взрослого населения. При выборе методов исследования основной целью была общедоступность и малозатратность при практическом использовании системы. В состав измеряемых показателей входят: 1) Измерения ЧСС в покое и после тестов с приседаниями и степ-теста; 2) Артериальное давление; 3) Рост и вес тела, 4) Жизненная емкость легких; 5) Расчетные значения систолического выброса и минутного объема; 6) Время задержки дыхания на вдохе; 7) Гибкость позвоночника; 8) Функциональная работоспособность мышц плечевого пояса и брюшного пресса; 9) Зрительно-двигательные реакции; 10) Общая работоспособность по показателю PWC-170. Полученные данные оцениваются в баллах и вводятся в базу данных. Затем вычисляется индекс физического здоровья (ИФЗ) и по его значениям выделяются 6 уровней соматического здоровья, которые квалифицируются как эталонный для своего возраста, достаточно высокий, удовлетворительный, неудовлетворительный, низкий и очень низкий уровни резервов здоровья.

Одним из эффективных путей решения проблемы мониторинга здоровья населения является полипараметрическая диагностика функциональных состояний организма. В основе данной методологии лежат фундаментальные исследования электрофизиологических механизмов развития стресса с использованием системного и информационного подходов к анализу многомерных данных (Дмитриева и др., 2000). Сущность полипараметрического метода состоит в синхронной регистрации комплекса электрофизиологических показателей (ЭКГ, РВГ и др.) с последующим описанием множественных функциональных состояний на основе унифицированного набора амплитудных и временных параметров. Принципиально новым в функциональной диагностике является определение и оценка соотношений параметров электрофизиологических процессов, которые выступают как новые диагностические признаки. Благодаря неинвазивности, малому времени получения результата и возможности доклинической диагностики изменения состояния здоровья этот метод особенно хорошо приспособлен для обследования значительных групп пациентов.

Примером комплексного подхода является прибор «Интегральный показатель здоровья», включающий наряду с общепринятым тестом вариационной пульсометрии диагностику функциональных резервов здоровья по прямым показателям (тесты физи-

ческих возможностей по Апанасенко, зрительно-моторной реакции по Лоскутовой, тест максимальной работоспособности по Карпману), а также средства исследования факторов окружающей среды, влияющих на здоровье (режим труда и отдыха, питание, уровень психологической устойчивости к условиям жизнедеятельности, метеозависимость). Применение комплекса для оценки функциональных резервов здоровья пациента до и после реабилитации позволяет, с одной стороны надежно оценить эффективность реабилитации, а с другой стороны – оценивать эффективность отдельных медицинских методов реабилитации по прямому критерию (качеству жизни, обусловленному здоровьем) в соответствии с принципами доказательной медицины ([www.donozology.ru](http://www.donozology.ru)).

Для выявления и оценки донозологических состояний могут использоваться и достаточно известные нетрадиционные методы, основанные на концепциях восточной медицины. К ним, в частности, относятся методы измерения состояния биологически активных точек или пульсовой диагностики. Например, для паспортизации и непрерывного контроля здоровья населения предложена система функциональной компьютерной экспресс-диагностики «Медискрин». Эта система основывается на измерительной схеме Накатани – электрометрии по 24 биологически активным зонам на руках и на ногах ([www.nst.medprom.ru](http://www.nst.medprom.ru)).

Менее известной является методика компьютерной дермографии, которая включена в состав нового программно-аппаратного комплекса «Лучезар», предназначенного для мониторинга индивидуального здоровья: длительного наблюдения за состоянием здоровья человека (Шабанов и др., 2004). С помощью метода компьютерной дермографии осуществляется измерение вегетативного локального сегментарного тонуса. Он предназначен для функционально-топической диагностики выраженных дисфункций и заболеваний внутренних органов человека. Технология скрининга выглядит следующим образом. Врач за 3-4 мин производит сканирование ушных раковин. На основе полученной информации программный комплекс строит «Сегментарную матрицу» (32x12 элементов), каждая ячейка которой функционально совмещена с чувствительным полем соответствующих висцеральных рефлексов.

Анализ вегетативного локального сегментарного тонуса позволяет определять сегментарную топографию расположения очагов дисфункций (патологий) в органах. Измерение функции проводится не количественно, а качественно: выраженная гиподисфункция, гиподисфункция, норма, гипердисфункция и выраженная гипердисфункция. Такая градация оценки функции органа достаточна для многих практических случаев.

Каждая из технологий донозологической диагностики является по-своему уникальной. Это обусловлено тем, что область донозологии весьма обширна и продолжает расширяться. Постепенно это направление входит в моду, и возникает опасность его вульгаризации и разрушения подключающимися к нему традиционными медицинскими и околomedicalными направлениями. Подобная же ситуация сложилась в прошлом десятилетии с валеологией – новым научным направлением в учении о здоровье. Тогда стали выходить книги и учебные пособия по валеологии, в которых были большие разделы по психологии, внутренним болезням, сексопатологии, гинекологии и т.п. И, хотя валеология официально признана, а в ряде вузов созданы кафедры валеологии, это научное направление сегодня уже исчерпало себя, растворившись в других направлениях традиционной медицины.

Донозологическая диагностика и в широком смысле донозонология будут сохранять свою уникальность и самостоятельность как новое научно-практическое направление только благодаря собственной методологии и оригинальным технологическим решениям. Донозология – это не только научная концепция перехода от нормы к патологии через зону пограничных, донозологических и преморбидных состояний, но это еще и комплекс методологических и технологических решений, реализующих эту концепцию. Новые научные направления сохраняются и развиваются только в том случае, когда они имеют практическое приложение, имеют собственные методы и технологии. Донозологическая диагностика отвечает этим условиям, и поэтому мы надеемся, что в ближайшем будущем ее ожидают всеобщее признание и несомненный успех.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 438**

**Ф.И.О (возраст): Петров В. К. - 48 лет    Дата -23.03.2008**

Основные функциональные показатели (УФ)			Состояние системы регуляции (СН)		
Показатели	Значения	Норма	Показатели	Значения	Норма
Рост, см	176		SI, с.у.	357	50-175
Вес, кг	89		pNN50, %	5	15-40
ЧСС, уд/мин	82	55-75	HF, %	16	15-40
САД, мм рт.ст.	158	до 140	LF, %	62	20-45
ДАД, мм рт.ст.	90	70–90	VLF, %	22	20-45

*Факторы риска:* Курение, малоподвижный образ жизни.

*Вероятная патология:* Сердце.

*Уровень стресса:* ПРИЗНАКИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ РЕГУЛЯТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ.

*Функциональное состояние* ПРЕМОРБИДНОЕ СОСТОЯНИЕ.

*Основные отклонения, которые требуют внимания врача:*

- 1) Избыточный вес, 2) Тахикардия, 3) Повышенное систолическое артериальное давление, 4) Увеличение стресс-индекса, 5) Повышенная активность симпатического сосудистого центра

Рис. 7. Образец заключения, формируемого по результатам донозологического скрининга с помощью автоматизированного комплекса «Вариакард»