

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗДОРОВЬЯ И РИСКА РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОГО АНАЛИЗАТОРА БИОРИТМОВ «ОМЕГА-М»

ВВЕДЕНИЕ

У большинства людей, находящихся в пограничных состояниях между здоровьем и болезнью основным фактором риска является снижение адаптационных возможностей организма. Проблема оценки уровня здоровья в первую очередь связана с разработкой методов донозологической диагностики. Многолетними наблюдениями подтверждается тесная связь между снижением адаптационных возможностей организма и развитием заболеваний. Результаты оценки и прогнозирования функциональных резервов организма могут быть использованы для оценки риска развития заболевания во многих областях практической, клинической, профилактической и страховой медицины.

Развитие методологии оценки функциональных состояний, пограничных между здоровьем и болезнью - важнейшее научное направление, основанное на современных представлениях физиологии об адаптации, гомеостазе, положениях биологической кибернетики и теории функциональных систем. Центральное место в этих исследованиях занимает разработка подходов, критериев и методов оценки адаптационных возможностей организма. Приспособительные (адаптационные) реакции организма как "физиологическая мера" против болезни свойственны и здоровому, и больному человеку и в этом смысле полностью вписываются в сложившиеся каноны врачебного мышления. Новым направлением является переход от качественных к количественным оценкам, представлению о возможности измерить и выразить в условно-количественных соотношениях основное свойство любого организма - его способность противостоять разнообразным стрессорным воздействиям и неблагоприятному влиянию факторов окружающей среды.

Снижение адаптационных возможностей организма служит прогностически неблагоприятным признаком и одной из ведущих причин возникновения и развития заболеваний. Обширные экспериментальные материалы массовых обследований, подтверждают это и вместе с тем свидетельствуют, что снижение адаптационных возможностей выявляется задолго до того, как обнаруживаются первые признаки болезни. Однако такой переход происходит постепенно. В данном случае хорошим примером может быть изучение длительного воздействия на организм психоэмоционального напряжения. При этом сначала возникает специфическая интеграция информационно-регуляторных и энергетических процессов, которая позволяет организму сохранять гомеостаз. Однако по мере нарастания силы и продолжительности психоэмоционального напряжения оно приобретает стрессорный характер, истощаются энергетические и пластические возможности организма, возникает дезинтеграция регуляторных приспособительных механизмов и формируется патология. В частности, нарушение вегетативного и гормонального баланса является одним из важных патогенетических факторов развития и про-

грессирования атеросклероза. Аналогичная картина формирования специфических патологических изменений в результате дезадаптации к воздействию определенных факторов среды наблюдается у каждого человека по мере перехода от здоровья к болезни.

Для физиолога переход от здоровья к болезни связан с нарушением биологических констант организма, определяющих гомеостаз, или с ухудшением его приспособительных свойств. Клиницист видит проявления болезни в определенных патологических изменениях структуры и функции, в появлении конкретных симптомов и синдромов. А вот пограничные между здоровьем и болезнью так называемые донозологические или преморбидные состояния, вызывающие наибольший интерес у физиологов и клиницистов профилактической и страховой медицины не поддаются контролю с точки зрения оценки и прогноза "риск развития заболеваний".

Следует отметить, что проблема оценки адаптационных возможностей организма у людей, находящихся в состояниях, пограничных между здоровьем и болезнью, является крайне сложной как в научно-теоретическом, так и методологическом плане. Решение этой проблемы прежде всего затрудняется отсутствием общепризнанных критериев предболезни, а также методов и систем количественной оценки уровней здоровья, соответствующих этим критериям.

Современная медицина располагает неисчислимыми возможностями диагностики и лечения самых сложных заболеваний. Уникальная аппаратура для ядерно-магнитного резонанса и эхографии позволяет на всех уровнях от клеточного и молекулярного до организменного исследовать живой организм и выявлять нарушения в микроструктуре тканей и органов. Создано огромное число фармакологических средств, эффективно действующих как на организм в целом, так и избирательно на отдельные системы и органы. Фантастические успехи хирургии и трансплантологии открывают путь к замене почти любого больного органа. И несмотря на все это современная медицина зашла в тупик, из которого невозможно выбраться, идя традиционным путем. Следует указать минимум на три тупиковые ситуации в современной медицине. Во-первых, это невозможность помочь всем больным по чисто экономическим причинам (высокая стоимость диагностических процедур, лекарств и операций). Поэтому самыми передовыми достижениями медицины может пользоваться только очень ограниченный круг людей. Во-вторых, медицина может помочь человеку только выжить (и то, лишь на определенный ограниченный срок). Но, она в принципе не способна вернуть людям утерянное здоровье, понимая его как способность продолжать в полном объеме свою производственную и социальную деятельность и личную жизнь. В-третьих, медицина, несмотря на формальное провозглашение принципов и задач профилактики заболеваний, реально имеет дело только с уже заболевшими людьми, нуждающимися в медицинской помощи. Это означает, что она не умеет прогнозировать и предупреждать заболевания, а лишь пассивно ожидает пока здоровый человек не превратиться в пациента, требующего внимания медицины.

Ускорение технического прогресса, прогрессирующее загрязнение окружающей среды, значительный рост стрессогенности современного образа жизни

увеличивает риск развития заболеваний и делает каждого потенциальным "пациентом" медицинских учреждений или целителей. Это ставит во главу проблемы здоровья ее прогностический аспект - необходимость предсказания индивидуальной траектории движения от здоровья к болезни. Следует иметь в виду, что развитие болезни является неотвратимым событием в жизни каждого человека так же как и его смерть. Избежать этого невозможно, но все заинтересованы в том, чтобы отсрочить эти события, "отложить" их на как можно более дальний срок.

За выполнение этой задачи взялась специальная наука - профилактическая медицина. Положение о том, что предупредить болезнь легче, чем ее лечить, в свое время послужило основанием для развертывания целой сети профилактических медицинских учреждений. Эти учреждения-диспансеры были организованы по нозологическому принципу ("нозос"- по-гречески болезнь). Были созданы кардиологические, туберкулезные, кожно-венерологические и другие диспансеры, которые взяли на учет всех лиц с признаками тех или иных заболеваний и пытались лечить их на ранних стадиях болезни. В 20-е и 80-е годы в СССР была провозглашена всеобщая диспансеризация населения, цель которой состояла в том, чтобы выявить всех потенциальных больных, особенно с начальными формами заболеваний и провести их превентивное лечение. Но первые же шаги всеобщей диспансеризации показали невыполнимость этой задачи, поскольку "больными" оказалось не менее 80-90% всех обследованных людей. Это означало необходимость огромных затрат на лечение и значительного увеличения числа больничных коек. Выход из сложившегося тупика подсказала "донозологическая диагностика" - новое научное направление, получившее развитие в конце 70-х - начале 80-х годов (Казначеев, Баевский, 1979). Было разработано учение о донозологических состояниях, пограничных между здоровьем и болезнью. Были созданы методы и приборы для оценки и измерения донозологических состояний (Казначеев В.П., Баевский Р.М., Берсенева А.П., 1980). Было показано, что большинство из так называемых "больных" на самом деле находятся в состояниях между здоровьем и болезнью. Они не нуждаются в дорогостоящих обследованиях и лекарствах и задача состоит не в том, чтобы лечить, а в том, чтобы сохранить и укрепить их здоровье.

Учение о здоровье и болезни, несмотря на свою тысячелетнюю историю, до настоящего времени все еще не сформировалось как единая научная дисциплина. Более или менее законченными контурами характеризуется учение о болезни - нозология. Это объясняется тем, что за последние 100 лет основные усилия медиков, физиологов и биологов были направлены на изучение различных болезней: в начале века - инфекционных, а в последние десятилетия - так называемых "болезней цивилизации" (сердечно-сосудистые заболевания, психические болезни, СПИД). В итоге мы несравненно больше знаем о болезни, чем о здоровье. Это касается и врачей и населения. Врачей в институте учат диагностике и лечению заболеваний и развивают все более узкую специализацию по органам и системам организма. Санитарное просвещение и средства массовой информации широко пропагандируют средства и методы, направленные на предупреждение и лечение определенных болезней. Сложилось так, что в центре внимания и отдельного человека и общества находится болезнь. На нее ориентированы и дети, и взрослые, и студен-

ты, и пенсионеры. Именно поэтому в проблеме науки о здоровье, в качестве одного из важнейших критериев должен рассматриваться риск заболевания. Понятие риска как вероятностной категории, может быть применено к любому событию, в том числе к болезни. Ясно, что чем менее здоров человек, тем выше риск заболевания. Из этого вытекает, что степень риска болезни зависит от сопротивляемости организма болезнетворным влияниям, от его устойчивости при воздействии разнообразных стрессорных факторов, от **запаса жизненных сил (функциональных резервов организма)**. Все эти свойства определяют способность организма приспособливаться (адаптироваться) к изменениям условий окружающей среды. Так называемые "адаптационные возможности организма" могут рассматриваться как мера здоровья, как мера защиты от болезни, а количественная оценка адаптационных возможностей организма позволяет подойти к оценке риска развития заболеваний не со стороны болезни, а со стороны здоровья.

В настоящее время идет активное формирование науки о здоровье валеологии ("валео" - по-гречески означает здоровье). Донозологическая диагностика является частью валеологии. В её задачи входят определение уровня здоровья при различных функциональных состояниях организма и разработка методик динамического наблюдения за состоянием здоровья.

УРОВЕНЬ ЗДОРОВЬЯ И МЕТОДЫ ЕГО ОЦЕНКИ

За последние 30 лет благодаря темпам научно-технического прогресса существенно изменились как социальная, производственная и гигиеническая среда в которой живет современный человек, так и уровень его здоровья. Точнее изменились показатели заболеваемости, смертности и продолжительности жизни, которыми характеризует уровень здоровья населения официальная медицина. Принципиальная ориентация здравоохранения на нозологический подход к оценке здоровья привела к тому, что и меры первичной профилактики заболеваний разрабатываются по отношению к определенным видам вероятной патологии. Так, хорошо изучены факторы риска ишемической болезни сердца и убедительно показана эффективность борьбы с этим заболеванием путем применения конкретных мер социальной и медицинской профилактики. Однако, отсутствие патологических отклонений, которые необходимы для постановки диагноза, несмотря на наличие определенных факторов риска, дает врачу основание отнести пациента к категории здоровых или практически здоровых. Вместе с тем известно, что болезнь не возникает внезапно. Она является результатом снижения приспособительных (адаптационных) возможностей организма и развивается постепенно через стадии донозологических и преморбидных состояний.

Функциональное состояние организма в интервале между нормой и патологией определяет риск возникновения и развития болезни. В связи с этим уровень здоровья можно определить как способность организма противостоять болезни. Следовательно, чем выше уровень здоровья, тем ниже риск развития заболеваний. Проблема оценки текущего уровня индивидуального здоровья и контроля за его изменениями приобретает все более важное значение для населения в целом, но особенно для лиц, подверженных высоким психоэмоциональным или физическим

нагрузкам. Это в первую очередь относится к операторам сложных систем, летчикам, космонавтам, спортсменам. Не в меньшей мере это касается административно-управленческого аппарата и лиц умственного труда, а также деловых людей. Не все понимают, что здоровье нельзя купить в аптеке, за него надо "платить" ежедневными усилиями по сохранению необходимого запаса жизненных сил (функциональных резервов организма), которые необходимы для поддержания равновесия между организмом и окружающей средой. Поскольку оценка антропогенного влияния факторов среды - это один из важнейших аспектов валеологии и донозологической диагностики мы именно с него начнем обсуждения проблем здоровья.

Уровень здоровья определяется степенью адаптации организма к условиям окружающей среды

Существует около 100 определений понятия "здоровье". В большинстве случаев эти определения исходят из того, что здоровье является конкретным, качественно специфическим состоянием человека, которое характеризуется нормальным течением физиологических процессов, обеспечивающим его оптимальную жизнедеятельность. Здоровье как функциональный оптимум определяется соответствующими внутренними и внешними условиями, причинами, факторами (возраст, пол, наследственность, профессия, социальные, природные и производственные факторы). В уставе ВОЗ здоровье определяется как состояние полного физического, психического и социального благополучия, а не только как отсутствие болезни или физических дефектов. Следовательно, в понятие "здоровье" в качестве неперменного критерия должна входить возможность полноценной активной трудовой и общественной деятельности. Болезнь не только препятствует, но и нередко значительно ограничивает либо совсем лишает человека этой возможности. Переход от здоровья к болезни можно рассматривать как процесс постепенного снижения способности организма приспосабливаться к изменениям внешней и внутренней среды. Здоровье является необходимой предпосылкой для полной реализации всех интеллектуальных и физических возможностей человека. В общем плане под здоровьем понимают способность организма активно адаптироваться к условиям окружающей среды, взаимодействуя с ней свободно, на основе биологической, психологической и социальной сущности человека. Состояние здоровья человека динамично изменяется в соответствии с изменениями условий окружающей среды (Брехман И.И., 1990). Поэтому здоровье можно определить не как состояние, а как процесс. По В.П. Казначееву (1975), здоровье - это процесс сохранения и развития физиологических, биологических и психических функций, оптимальной трудовой и социальной активности при максимальной продолжительности активной творческой жизни. В общебиологическом плане здоровье можно определить как гармоническое единство всевозможных обменных процессов между организмом и окружающей средой и как результат этого согласованное течение разнообразных обменных процессов внутри самого организма, проявляющееся в оптимальной жизнедеятельности его органов и систем (Адо А.Д., Царегородцев Г.И., 1970; Руднев М.М., Антомонов М.Ю., 1981).

Организм человека, испытывающий в условиях современного научно-технического прогресса непрерывные стрессорные воздействия (производствен-

ные, психоэмоциональные и др.), необходимо рассматривать как динамическую систему, которая непрерывно приспосабливается к условиям окружающей среды путем изменения уровня функционирования отдельных систем и соответствующего напряжения регуляторных механизмов. Приспособление или адаптация к новым условиям достигается ценой затраты функциональных ресурсов организма, за счет определенной "биосоциальной платы" (Авцин А.Н., 1974). И.В. Давыдовский (1962) предложил термин "цена адаптации". Адаптация как одно из фундаментальных свойств живой материи является результатом и средством разрешения внутренних и внешних противоречий, она существует и формируется на грани жизни и смерти, здоровья и болезни, за счет их столкновения и взаимоперехода (Дичев Т.Г., Тарасов К.Е., 1976). Плата за адаптацию зависит от резервных возможностей организма. Плата, которая вышла за пределы "биосоциального бюджета" и требует от организма все новых усилий, ведет к поломке адаптационного механизма. Это носит не только биологический, но и социальный характер и достигается иногда ценой определенных повреждений, той или иной дисгармонией по сравнению с нормой (Авцин А.Н., 1974).

Реакция организма в процессе взаимодействия с факторами окружающей среды протекает по-разному, в зависимости от силы воздействующего фактора, времени воздействия и адаптационных возможностей организма, которые определяются наличием функциональных ресурсов. В ответ на воздействие факторов, имеющих стрессорный характер, в организме возникает общий адаптационный синдром (Селье Г., 1960), который имеет неспецифический характер. Он облегчает деятельность перенапряженных структур биосистемы и поэтому рационален и биоэнергетически целесообразен. В процессе неспецифической адаптационной реакции образуются дополнительные количества энергии, используемой организмом для сохранения функциональной устойчивости в неадекватных условиях среды. Если действующий фактор невелик по силе или его воздействие кратковременно, то организм может сохранить удовлетворительную адаптацию, т.е. высокие функциональные возможности. В случае значительной силы воздействия или большой его продолжительности возникает выраженное напряжение регуляторных систем, включая симпатoadреналовую систему и корковые механизмы регуляции. Перенапряжение систем регуляции может привести к истощению защитных сил организма, снижению его функциональных возможностей. Специфические изменения могут выявляться на всех стадиях адаптационного синдрома, но преобладающими они становятся на стадии истощения защитных сил организма. При этом формируются определенные синдромы патологических состояний или функциональных нарушений, характерные для конкретных условий.

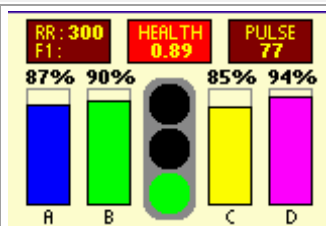
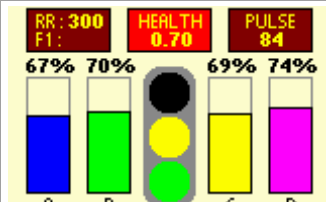
Состояние целостного организма как результат деятельности функциональной системы определяется оптимальностью управляющих воздействий, их способностью обеспечить уравновешенность организма со средой и его адаптацию к условиям существования. Адаптационно-приспособительная деятельность требует затрат энергии и информации, в связи с чем можно говорить о "цене" адаптации, которая определяется степенью напряжения регуляторных механизмов и величиной израсходованных функциональных резервов. Состояние обычной (средней) жизнедеятельности характеризуется наличием относительной уравновешен-

ности реакций организма со средой и одновременным поддержанием гомеостаза внутри живой системы. Изменения уровня функционирования системы или ее элементов, в частности усиление информационных, энергетических или метаболических процессов, не ведет к нарушению сложившегося гомеостаза, если не возникает перенапряжения регуляторных механизмов и не истощается функциональный резерв.

Концепция гомеостаза в настоящее время играет важную роль при анализе жизненных процессов на разных уровнях биологической системы. Гомеостатические свойства целостного организма являются результатом одновременного действия многочисленных и сложно организованных регуляторных механизмов, среди которых одно из важных центральных мест занимает вегетативная регуляция, обеспечивающая постоянство уровней вещества и энергии в организме, его органах и тканях. После основополагающих работ К.Бернара, И.М. Сеченова и У. Кеннона новый шаг в развитии идеи гомеостаза был сделан Н. Винером, который предложил применять методы теории управления при моделировании гомеостатических систем. С точки зрения кибернетики, гомеостаз обеспечивается за счет управления внутренними параметрами системы на основе переработки поступающей на ее вход информации о состоянии внешней среды (Степанский Г.А., 1972). Способность к уравниванию со средой или адаптационные возможности организма являются одной из важнейших особенностей живой системы. Адаптация как функциональное свойство биологических объектов наряду с гомеостазом относится к центральным понятиям биологии (Дильман В.М., 1987).

Классификация функциональных состояний организма, основанная на представлениях о гомеостазе и адаптации и их оценка с помощью цифрового анализатора биоритмов «Динамика-100» приведена в табл. 1

Таблица 1. Классификация функциональных состояний

Диаграмма здоровья	Состояние регуляторных систем	Компьютерное заключение
	<p>Физиологическая норма Оптимальный уровень адаптации</p>	<p>Уровень адаптации высокий. Вегетативная регуляция в норме. Энергетическое обеспечение организма оптимальное. Высокая психоэмоциональная активность. СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ В НОРМЕ. Рекомендуется дыхательная гимнастика по программе «управляемое дыхание в режиме биологической обратной связи»</p>
	<p>Физиологическая норма Нормальный уровень Умеренное функциональное напряжение</p>	<p>Уровень адаптации нормальный. Вегетативная регуляция понижена. Энергетическое обеспечение</p>

		<p>печение организма в норме.</p> <p>Психоэмоциональное состояние хорошее.</p> <p>СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ В ПРЕДЕЛАХ НОРМЫ</p> <p>Рекомендуется повторное обследование на приборе до и после дыхательной упражнений по программе «управляемое дыхание»</p>
	<p>Донозологические состояния</p> <p>Выраженное функциональное напряжение</p> <p>Резко выраженное функциональное напряжение</p> <p>Перенапряжение регуляторных механизмов</p>	<p>Уровень адаптации умеренно снижен. Вегетативная нервная система в состоянии напряжения. Энергетическое обеспечение в пределах нормы. Психоэмоциональная активность понижена. Признаки утомления.</p> <p>СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НЕ СООТВЕТСТВУЕТ НОРМЕ</p> <p>Рекомендуется регулярная гимнастика по программе «управляемое дыхание»</p>
	<p>Преморбидные состояния</p> <p>Резко выраженное перенапряжение регуляторных механизмов</p>	
	<p>Срыв адаптации</p> <p>Истощение регуляторных систем</p> <p>Резко выраженное истощение регуляторных систем</p>	<p>Уровень адаптации низкий.</p> <p>Вегетативная нервная система в состоянии перенапряжения. Энергетическое обеспечение ниже нормы. Ресурсы организма низ-</p>

		<p>кие. Психоэмоциональное состояние не соответствует норме.</p> <p>Признаки нервного перенапряжения и накопленной усталости</p> <p>ПРЕДБОЛЕЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ</p> <p>Рекомендуются консультации у врачей-специалистов</p>
	<p>Полом (срыв) механизмов регуляции</p>	

Используя 10- бальную шкалу, можно выделить достаточно точные градации функциональных состояний у здоровых и практически здоровых людей. В области космической медицины была разработана концепция о возможности использования системы кровообращения в качестве индикатора адапционных реакций целостного организма. Если представить организм как кибернетическую систему, состоящую из управляемого (опорно-двигательный аппарат и внутренние органы) элементов, то согласующим звеном между ними является аппарат кровообращения (Рис.1). Как известно, ведущую роль в регуляции деятельности сердца и сосудов играет вегетативная нервная система. Кроме хроно и инотропного влияния на миокард, симпатические и парасимпатические нервные волокна обеспечивают регуляцию сосудистого тонуса. Таким образом, миокардиально-гемостатический гомеостаз тесно связан с вегетативной регуляцией функций, со взаимодействием симпатической и парасимпатической систем, т.е. с вегетативным гомеостазом.

Рассмотрим двухконтурную систему, состоящую из двух гомеостазов: вегетативного как управляющего и миокардиально-гемодинамического как управляемого. Тогда процесс адаптации организма к условиям среды может быть описан, исходя из взаимодействия между управляющим и исполнительным контурами. С учетом роли каждого из них в реализации адапционных реакций организма переход от одного функционального состояния к другому происходит в результате изменений одного из 3 свойств биосистемы: **1) уровня функционирования; 2) функционального резерва; 3) степени напряжения регуляторных механизмов.**

Уровень функционирования, определяемый значениями основных показателей системы кровообращения, есть не что иное, как характеристика миокардиально-гемостатического гомеостаза. В каждый текущий момент времени

складывается такое соотношение этих показателей, которое обеспечивает необходимый кровоток через работающие органы. Мы фактически имеем дело с эффекторным интегралом, величина которого может не изменяться при изменениях соотношений между отдельными показателями. Например, известно, что увеличение минутного объема может быть обеспечено за счет повышения как частоты пульса, так и ударного объема. Выбор обобщенного показателя эффективности функционирования системы кровообращения является нелегкой задачей. Если рассматривать обобщенный показатель эффективности функционирования миокардиально-гемодинамического гомеостаза, то им является минутный объем кровообращения, хотя не менее важна его "энергетическая цена". Под "энергетической ценой" минутного объема мы понимаем расход энергии на изгнание крови или уровень внешней работы сердца. Наиболее адекватно это понятие представлено в интенсивности функционирования структур миокарда, имеющем глубокое патофизиологическое обоснование в работах Ф.З. Меерсона (1975, 1981).

Функциональный резерв системы кровообращения традиционно определяется путем применения функциональных нагрузочных проб. Чем выше функциональный резерв, тем меньше усилий требуется для адаптации к обычным условиям существования, условиям покоя. Резервные "мощности" системы кровообращения создают запас прочности на случай неадекватных воздействий на организм и благодаря этому ее исходный уровень функционирования снижается. Текущая деятельность организма всегда связана с расходом резервов, но вместе с тем происходит и их восполнение. Поэтому важное значение имеет не только своевременная мобилизация резервов, но и соответствующая стимуляция процессов восстановления и защиты. Вот почему при обсуждении вопроса о функциональном резерве системы кровообращения необходимо комплексно рассматривать и миокардиально-гемодинамический гомеостаз и вегетативный гомеостаз (Айдаралиев А.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П., 1988). Последний имеет прямое отношение к управлению функциональными резервами организма и системы кровообращения в частности. Степень напряжения регуляторных систем, в том числе тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, влияет на уровень функционирования кровообращения путем мобилизации той или иной части функционального резерва. Неблагоприятное воздействие факторов окружающей среды при достаточном функциональном резерве нередко в течение долгого времени не вызывает нарушения миокардиально гемодинамического гомеостаза, а лишь ведет к некоторому смещению значений физиологических показателей в пределах общепринятого диапазона норм. Это сопровождается соответствующим напряжением регуляторных систем. Наоборот, когда функциональный резерв невелик, то уже небольшое увеличение степени напряжения регуляторных систем в ответ на стрессорное воздействие среды может вызвать нарушение гомеостаза. В самом общем виде допустимо считать, что функциональный резерв имеет прямую связь с уровнем функционирования и обратную связь со степенью напряжения регуляторных систем. Из этого следует, что о функциональном резерве можно судить и не измеряя его непосредственно, а анализируя соотношения между уровнем функционирования и степенью напряжения регуляторных систем. В данном

случае может быть использовано сопоставление показателей миокардиально-гемодинамического и вегетативного гомеостаза.

Как видно из [табл. 1](#), переход к каждой новой градации адаптации сопровождается качественно новыми изменениями гомеостатических систем. Состояние напряжения механизмов адаптации связаны с увеличением степени напряжения регуляторных систем и адекватны росту уровня функционирования при достаточном функциональном резерва. Состояние неудовлетворительной адаптации характеризуется дальнейшим повышением степени напряжения регуляторных систем, но уже сопровождается снижением функционального резерва. При срыве адаптации основное значение приобретает падение уровня функционирования системы, происходящее в результате значительного уменьшения функционального резерва и истощения регуляторных систем. Важно обратить внимание на то, что каждое из функциональных состояний отличается своеобразным состоянием УФ, СН, ФР (см выше). Это отражает взаимоотношения между вегетативным и миокардиально-гемодинамическим гомеостазом. В донозологических и преморбидных состояниях преобладают изменения вегетативного гомеостаза. Лишь развитие специфических преморбидных состояний нозологических форм болезней характеризуется отклонениями в состоянии миокардиально-гемодинамического гомеостаза. Однако изменения со стороны отдельных элементов этого гомеостаза могут наблюдаться и при донозологических состояниях. В первую очередь это касается "энергетической цены" минутного объема крови, поскольку нарушение в энергетическом звене адаптации является пусковым механизмом всего процесса развития приспособительных, защитных и компенсаторных реакций.

Способность адаптироваться к воздействию фактору (или адекватно отреагировать на воздействие) без нарушения миокардиально-гемодинамического гомеостаза и полома механизмов адаптации может проявиться только при достаточном адаптационном потенциале. Это зависит не только от имеющихся функциональных резервов, но и (в меньшей степени) от адекватности и экономичности реагирования, а также эффективности управления расходом и восстановлением резервов. "Цена адаптации" миокардиально-гемодинамического гомеостаза определяется состоянием вегетативной регуляции, с одной стороны, и энергетическими затратами на поддержание необходимого уровня функционирования системы кровообращения (например, минутного объема), с другой. Эти два условия взаимосвязаны благодаря одновременному хроно- и инотропному влиянию вегетативной нервной системы на сердце. Тем не менее во врачебной практике обычно учитывается лишь конечный результат регуляторных влияний - частота пульса, ударный и минутный объем кровообращения, т.е. показателя уровня функционирования системы кровообращения. Поэтому одним из важнейших методологических вопросов при диагностике донозологических и преморбидных состояний является выбор адекватных показателей вегетативного гомеостаза.

Среди большого числа методов исследования вегетативной нервной системы привлекает внимание относительно новый метод математический анализ сердечного ритма. Накопленный опыт позволяет говорить о возможности количественной оценки вегетативного гомеостаза по математико-статистическим показа-

телям сердечного ритма, что в свою очередь позволяет характеризовать изменения уровня здоровья при отсутствии сдвигов основных физиологических показателей. Как показано выше, гомеостаз может быть сохранен путем активации энергетических механизмов, повышения тонуса симпатической нервной системы. Такого рода изменения нередко возникают у людей в процессе их повседневной социальной деятельности. Однако эти изменения остаются вне сферы внимания медицинских работников до тех пор, пока не обнаруживается заметный выход за пределы общепринятой "клинической нормы" одного из жизненно важных показателей - артериального давления или частоты пульса. С точки зрения физиологии, необходимо развивать прогностический подход к вероятной сердечно-сосудистой патологии на основе определения "цены адаптации" системы кровообращения к стрессорному влиянию факторов окружающей среды. Применение такого подхода особенно важно в тех случаях, когда причины заболеваний заключаются в длительных и чрезмерных психоэмоциональных напряжениях.

Оценка адаптационных возможностей организма все в большей мере рассматривается как один из важных критериев здоровья. Так Т. Abelin (1986), выдвигая новую концепцию здоровья, учитывает его динамический характер. Адаптация организма к среде осуществляется в зависимости от физических, психических и социальных ресурсов. Динамическое равновесие организма со средой обозначается как баланс здоровья. Данная концепция названа автором позитивной, поскольку предполагает необходимость увеличения резервов и улучшение условий жизни для повышения ресурсов здоровья. К. Cillond (1986) рассматривает здоровье в двух аспектах: как нормальное состояние отдельных органов и как состояние организма, способствующее достижению человеком его целей. Второе определение по существу соответствует представлениям о здоровье как способности адаптироваться к условиям окружающей среды. Вместе с тем некоторые исследователи критикуют широкий подход к пониманию здоровья с учетом физических, психических и социальных его аспектов, как это принято в определении ВОЗ. L. Nordenfelt (1986) предлагает ограничиться медицинским аспектом здоровья и делать упор на критерии болезни, так как всестороннее благополучие человека возможно лишь в идеале. Но современное понимание болезни включает в себя и представление о защитных механизмах, прежде всего о механизмах адаптации и компенсации, которые активируются при действии внешних повреждающих факторов (Василенко В.Х., 1985). Чем выше адаптационные возможности организма, тем меньше риск болезни, поскольку более надежна защита от болезни.

АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗМА

2.1. Общие принципы оценки адаптационных возможностей организма

Адаптационные возможности организма представляют собой одно из фундаментальных его свойств. Прежде всего, следует определить, что адаптационные возможности - это запас функциональных резервов, которые постоянно расходуются на поддержание равновесия между организмом и средой. Запас функциональных резервов - это информационные, энергетические и метаболические ресурсы, расходование которых сопровождается постоянным восполнением.

Таким образом, в каждый данный момент времени существует некоторый положительный или отрицательный баланс функциональных ресурсов по отношению к некоторому среднему их уровню. Средний уровень функциональных ресурсов в свою очередь также изменяется со временем. Так можно выделить суточные и сезонные колебания функциональных ресурсов. Но наиболее существенными являются возрастные изменения.

Расходование функциональных резервов происходит в интересах поддержания необходимого уровня функционирования основных систем организма. Последние в свою очередь играют ведущую роль в сохранении постоянства внутренней среды организма, в обеспечении гомеостаза. В неадекватных условиях организм вынужден адаптироваться, приспосабливаться к окружающей среде путем изменения уровней функционирования отдельных систем, что требует расходования функциональных резервов. Благодаря деятельности регуляторных механизмов происходит перестройка внутренней среды в соответствии с внешними условиями. При этом из-за нелинейного характера гомеостатических кривых существуют лишь ограниченные области внешних условий, где возможно сохранение гомеостаза (Новосельцев В.Н., 1978).

Гомеостатические зависимости переменных внутренней среды от внешних условий имеют различный характер, который обусловлен как индивидуальными особенностями организма, так и спецификой возмущающих факторов. Необходимость приспособления к изменяющимся условиям внешней среды и поддержания гомеостаза требует определенного напряжения регуляторных механизмов (Баевский Р.М., 1979). Чем выше функциональные резервы, тем ниже степень напряжения этих механизмов, необходимая для адаптации к условиям внешней среды, для поддержания гомеостаза. Это следует из понимания резервов как потенциальной способности тех или иных систем увеличить интенсивность своей работы, а не как физического наличия запасов. Функциональный резерв складывается из информационного, энергетического и метаболического резервов, которые взаимосвязаны в единой приспособительной реакции и имеют свою структурную основу. Нельзя говорить о функциональном резерве организма или отдельных его систем, рассматривая только один из компонентов Ф.З. Меерсон (1973) пишет: "Основой увеличения функциональных возможностей системы, ответственной за адаптацию, является изменение соотношения клеточных структур, развивающихся в процессе формирования системного структурного следа - избирательное увеличение массы и мощности структур, ответственных за управление, ионный транспорт, энергообеспечение. Таким образом, развитие системного структурного следа связано с мобилизацией информационных, энергетических и метаболических ресурсов. Именно благодаря этому растет мощность доминирующих систем, обеспечиваются переход от оперативной, срочной адаптации к долговременной, снижается стресс-синдром, с которым связано неспецифическое увеличение напряжения адаптационных механизмов".

Адаптация организма к воздействию неадекватных факторов окружающей среды происходит путем мобилизации и расходования функциональных резервов. Процессы мобилизации этих резервов могут быть описаны в общепринятых представлениях теории адаптации с выделением срочного и долговременного этапов.

При срочной адаптации мобилизуются уже существующие адаптационные механизмы и в зависимости от их мощности используются определенные ресурсы. В зависимости от степени тренированности и подготовленности организма мощность этих ресурсов при действии тех или иных факторов может быть достаточной или недостаточной для уравнивания организма со средой, для сохранения гомеостаза основных жизненно важных систем. Так, спортсмен значительно быстрее и полнее адаптируется к физическим нагрузкам, чем человек, не занимающийся спортом. Это происходит потому, что исходная мощность механизмов адаптации у спортсмена выше. Его сердце способно при одной и той же частоте пульса обеспечить более высокий минутный объем кровообращения, т.е. обладает более высокими энергетическими и метаболическими ресурсами. Вместе с тем один и тот же минутный объем сердца спортсмена обеспечивает большую доставку и утилизацию кислорода при меньшем напряжении регуляторных систем, т.е. характеризуется также более высокими информационными ресурсами.

Как известно, именно недостаток энергетических ресурсов является на уровне клетки пусковым механизмом в долговременной адаптации (Меерсон Ф.З., 1981, 1983). Благодаря этому механизму происходит активация синтеза белков и нуклеиновых кислот, увеличение мощности митохондриального аппарата клеток за счет соответствующих структурных перестроек (формирование системного структурного следа). Переход от срочной адаптации к долговременной означает значительное возрастание функциональных резервов организма и в частности, особенно тех систем, которые ответственны за адаптацию. Достаточность функциональных резервов лежит в основе обеспечения необходимого уровня функционирования организма, которые непосредственно реагируют на воздействие данного фактора. Так, при воздействии физических нагрузок, гипоксии, температурных факторов важнейшую роль играют резервные адаптационные возможности кардиореспираторной системы. Необходимые уровни минутного объема дыхания и кровообращения, скорости кровотока, артериального давления обеспечиваются только в случае наличия соответствующего функционального резерва. Если необходимые информационные, энергетические, метаболические ресурсы отсутствуют, то возникает функциональная недостаточность организма, которая проявляется патологическими синдромами или заболеваниями.

Следует отметить, что процесс расходования функциональных резервов зависит от регуляторных механизмов. В упрощенном виде управление функциональными резервами можно представить как регулирование темпов их расходования. В действительности процесс этот крайне сложен, поскольку должны учитываться адаптационные возможности различных структур организма и динамика реагирования на возмущающий фактор, необходимо постоянно поддерживать уровень функционирования основных систем в пределах гомеостаза, важно прогнозировать запас функциональных возможностей и своевременно включать в процесс дополнительные функциональные резервы. Наши современные познания не позволяют глубоко детализировать работу механизмов регуляции, ответственных за мобилизацию и расходование функциональных резервов организма. На данном этапе мы можем лишь схематично, и пользуясь пока только качественными оценками анализировать состояние этих механизмов. На рис. 2 представлена

схема, характеризующая иерархию функционального взаимодействия при комплексном подходе к оценке функциональных резервов организма. Мобилизуемые на этапе срочной адаптации, они обозначены как ФР. Их расходом ведают регуляторные механизмы низшего звена, так называемые автономные системы регуляции (РСа), в частности симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы. Каждая из систем организма (а,б,в) имеет определенный уровень функционирования (УФа, УФб, УФв) и обеспечивается конкретными функциональными резервами, подразделяющимися на оперативные (ФР1а, ФР1б, ФР1в) и стратегические (ФР2а, ФР2б, ФР2в). Оперативные резервы мобилизуются и расходуются автономными регуляторными механизмами (РСа), а стратегические - центральными (РСц).

Любое воздействие среды на организм вызывает прежде всего стресс-реакцию, которая выражается в увеличении уровня функционирования определенных систем организма (например, при физической нагрузке систем кровообращения и дыхания), одновременно включаются регуляторные системы, которые мобилизуют функциональные резервы. Контролируя уровень функционирования (обратная связь) и управления им (прямая связь), регуляторные системы так регулируют расходование функционального резерва, чтобы обеспечить гомеостатический режим взаимодействия систем, участвующих в реакции на воздействующий фактор. Если автономные механизмы не обеспечивают поддержания необходимого уровня функционирования отдельных систем, мобилизация стратегических резервов осуществляется центральными регуляторными механизмами. Важно отметить способность центральных механизмов регуляции обеспечивать реакции компенсации, т.е. при недостатке функциональных резервов одной из систем активировать расход функциональных резервов другой, связанной с ней системы, что позволяет получить необходимый конечный результат различными путями. В этом плане полезным является представление об эффекторном интеграле, объясняющее мультипараметрический характер гомеостаза (Новосельцев В.Н., 1978). Иными словами, у разных людей один и тот же уровень потребления кислорода под влиянием физической нагрузки достигается при различных значениях показателей минутного объема дыхания, потребления кислорода, концентрации кислорода в крови, ударного и минутного объема, частоты пульса и артериального давления. Следовательно, постоянство уровня функционирования одной из доминирующих систем при воздействии данного фактора сопровождается весьма существенными физиологическими сдвигами в других, функционально связанных с ней систем. Это обусловлено различным функциональным резервом каждой из систем, а также процессами адаптации и компенсации, протекающими при непосредственном участии центральных механизмов регуляции.

В данной работе рассматриваются преимущественно реакции системы кровообращения, как системы, ответственной за адаптацию организма к большому числу разнообразных факторов внешней среды. В большинстве случаев системе кровообращения можно рассматривать как индикатор адаптационных реакций целостного организма (Парин В.В. и др., 1967). С точки зрения оценки функционального резерва мобилизация и расходование его оперативных и стратегических резервов, которые мобилизуются на этапах срочной и долговременной адаптации,

изучение реакций системы кровообращения дает наиболее наглядные и типичные примеры.

Во-первых, хорошо известны и общедоступны измерения уровня функционирования системы кровообращения (минутный и ударный объем, частота пульса, артериальное давление).

Во-вторых, чувствительные рецепторные приборы - баро и хеморецепторы контролируют различные параметры кровообращения в самых разных точках сосудистого русла и в самом сердце и постоянно информируют центральную нервную систему о происходящих изменениях. Это обеспечивает гибкость приспособления сердца и сосудов к непрерывно изменяющимся условиям окружающей среды в результате деятельности весьма совершенных механизмов регуляции. В свою очередь существуют доступные методы оценки состояния регуляторных механизмов системы кровообращения, одним из которых является математический анализ ритма сердца.

В-третьих, функциональные резервы сердечно-сосудистой системы хорошо известны и также поддаются измерению и оценке. К ним относятся рефлекторные механизмы, увеличение легочной вентиляции, скорости кровотока, потребления кислорода, гиперфункция сердца, оптимизация метаболических процессов в тканях и др. Функциональные резервы системы кровообращения можно разделить на внутренние и внешние. Последние по существу являются ресурсами других систем организма, которые прямо или косвенно связаны с выполнением основной функции кровообращения - доставкой тканям адекватного количества кислорода и питательных веществ.

Оценка функциональных резервов организма может быть осуществлена на основе сопоставления двух измеряемых показателей - уровня функционирования доминирующей системы и степени напряжения регуляторных систем:

$$\text{функциональный резерв (ФР)} = \frac{\text{Уровень функционирования (УФ)}}{\text{Степень напряжения (СН)}} ;$$

Функциональный резерв может быть определен непосредственно на основании результатов функционально-нагрузочных тестов. Чем он выше, тем меньше усилий требуется для адаптации к обычным условиям существования, к покою. Резервные "мощности" системы кровообращения создают запас прочности на случай неадекватных воздействий на организм и, благодаря этому, ее исходный уровень функционирования снижается. Текущая деятельность организма всегда связана с расходом резервов, но вместе с тем происходит и их восполнение. Поэтому важное значение имеет не только своевременная мобилизация резервов, но и соответствующая стимуляция процессов восстановления и защиты. Вот почему при обсуждении вопроса о функциональном резерве системы кровообращения необходимо комплексно рассматривать и миокардиально-гемодинамический и вегетативный гомеостаз. Последний имеет прямое отношение к управлению функциональными резервами организма и системой кровообращения в частности. Степень напряжения регуляторных систем, в том числе тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, влияет на уровень функционирования кро-

вообращения за счет мобилизации той или иной части функционального резерва. Неблагоприятное воздействие факторов окружающей среды при достаточном функциональном резерве нередко в течение долгого времени не вызывает нарушения миокардиально-гемодинамического гомеостаза, а лишь ведет к некоторому смещению значений физиологических показателей в пределах общепринятого диапазона норм. Это сопровождается соответствующим напряжением регуляторных систем. Когда же функциональный резерв невелик, уже небольшое увеличение степени напряжения регуляторных систем в ответ на стрессорное воздействие среды может вызвать нарушение гомеостаза. В самом общем виде допустимо считать, что функциональный резерв имеет прямую связь с уровнем функционирования и обратную со степенью напряжения регуляторных систем ($ФР=УФ/ФР$). Из этого следует, что о функциональном резерве можно судить и не измеряя его непосредственно, анализируя соотношения между уровнем функционирования и степенью напряжения регуляторных систем. В данном случае может быть использовано сопоставление показателей миокардиально-гемодинамического и вегетативного гомеостаза.

В [таблице 2](#) представлены критерии оценки степени адаптации (адаптационного потенциала) системы кровообращения по изменениям УФ, ФР, и СН. Из таблицы видно, что переход к каждой новой градации адаптационного потенциала сопровождается качественно новыми изменениями гомеостатических систем. Состояния напряжения адаптационных механизмов связано с увеличением степени напряжения регуляторных систем и повышением уровня функционирования. Состояние неудовлетворительной адаптации характеризуется дальнейшим ростом степени напряжения регуляторных систем, но уже сопровождается снижением функционального резерва. При срыве адаптации основное значение приобретает снижение уровня функционирования системы, происходящее в результате значительного снижения функционального резерва и истощения регуляторных систем.

Таблица 2. Изменения основных характеристик адаптационного потенциала системы кровообращения при различных функциональных состояниях

Адаптация	Направленность и степень измерений		
	УФ	СН	ФР
Удовлетворительная	0	0	0
Напряжение механизмов	+	+	0
Неудовлетворительная	0	+	-
Срыв	-	+ -	-

Важно обратить внимание на то, что каждое из функциональных состояний отличается своеобразным соотношением УФ,СН и ФР, что отражает взаимоотношения между вегетативным и миокардиально-гемодинамическим гомеостатами. В донозологических и преморбидных состояниях преобладают изменения вегетативного гомеостаза. Лишь развитие специфических преморбидных состояний и нозологических форм заболеваний характеризуется отклонениями в состоянии миокардиального гемодинамического гомеостаза. Однако изменения со стороны отдельных элементов миокардиально-гемодинамического гомеостаза могут наблюдаться и при донозологических состояниях. В первую очередь это касается "энергетической цены" минутного объема, поскольку нарушения в энергетическом звене адаптации являются пусковым механизмом всего процесса развития приспособительных, защитных и компенсаторных реакций.

Изменения адаптационного потенциала системы кровообращения могут быть наглядно отображены с помощью метода фазовой плоскости (рис. 3). Он основан на представлениях о пространстве состояний, которое строится в координатах УФ, ФР,СН (рис. 3а). Текущее функциональное состояние системы кровообращения, его адаптационный потенциал рассматриваются как точка в трехмерном пространстве. Соответственно выделяются 3 двумерные плоскости УФ-СН, УФ-ФР, СН-ФР. Проекция движения точки в пространстве состояний на каждую из этих плоскостей образуют соответствующие фазовые траектории, которые являются графиками динамики функционального состояния (рис.3б). Изменение его за определенный интервал времени на каждой из фазовых плоскостей отображается линией, соединяющей две точки (исходное и конечное значение адаптационного потенциала за указанный интервал времени). Эта линия, называемая вектором состояния, характеризуется величиной (амплитудой) и направлением. Величина вектора зависит от интенсивности адаптационной реакции. Можно считать неадекватной как чрезмерно большую амплитуду вектора, так и относительно малую его величину. Более существенным является анализ направленности вектора состояния, которая отражает механизм реакции на воздействие факторов среды. На том же рисунке (рис б) показаны проекции фазовых траекторий на каждую из плоскостей при изменениях функционального состояния системы кровообращения от удовлетворительной адаптации до ее срыва.

Рассмотрим проекции каждого из 3 векторов состояний. Вектор 1 характеризует переход от состояния удовлетворительной адаптации к напряжению механизмов адаптации. Он направлен в сторону увеличения УФ и СН и отражает отсутствие изменений ФР. Вектор 2 указывает на переход от состояния напряжения адаптационных механизмов к состоянию неудовлетворительной адаптации. Он направлен в сторону увеличения СН и отражает одновременное снижение ФР, УФ при этом не изменяется. Наконец, вектор 3 (переход от неудовлетворительной адаптации к ее срыву) показывает, что УФ,СН и ФР уменьшается.

Адаптационный потенциал системы кровообращения в каждой точке пространства состояний характеризуется конкретными координатами (значениями) УФ, СН,ФР. Способность адаптироваться к воздействию фактору (или адекватно реагировать на воздействие) без нарушения миокардиально-гемодинамического гомеостаза, без поломки механизмов адаптации возможна

только при достаточном адаптационном потенциале. Эта способность зависит не только от имеющихся функциональных резервов, но и в не меньшей степени от адекватности и экономичности реагирования, а также от эффективности управления расходованием и восстановлением резервов. "Цена адаптации" миокардиально-гемодинамического гомеостаза определяется состоянием вегетативной регуляции, с одной стороны, и энергетическими затратами на поддержание необходимого уровня функционирования системы кровообращения (например минутного объема), с другой. Эти два условия взаимосвязаны между собой из-за одновременного хроно и инотропного влияния вегетативной нервной системы на сердце. Тем не менее, во врачебной практике обычно учитывается лишь конечный результат регуляторных влияний - частота пульса, ударный и минутный объем кровообращения, т.е. показатели уровня функционирования системы кровообращения. Поэтому одним из важнейших методологических вопросов при диагностике донозологических и преморбидных состояний является выбор адекватных показателей вегетативного гомеостаза.

2.2. Оценка уровня функционирования системы кровообращения

В соответствии с изложенной выше концепцией о сердечно-сосудистой системе как индикаторе адаптационных возможностей организма уровень ее функционирования можно рассматривать как ведущий показатель, отражающий равновесие организма со средой. Уровень функционирования системы кровообращения является регулируемой величиной, постоянство которой поддерживается механизмами регуляции, путем изменения как межсистемных, так и внутрисистемных взаимодействий и взаимосвязей. Принципу поддержания постоянства уровня функционирования системы кровообращения соответствуют представления о миокардиально-гемодинамическом гомеостазе, который определяется притоком крови к сердцу и ее расходом, определенными функциональными возможностями миокарда и периферическим сосудистым сопротивлением.

А.П.Берсеновой (1986, 1991) для оценки уровня функционирования системы кровообращения и определения ее адаптационного потенциала был предложен индекс функциональных изменений (ИФИ). ИФИ определяется в условных единицах-баллах. Для вычисления ИФИ требуются лишь данные о частоте пульса (ЧП), артериального давления (САД - систолическое, ДАД - диастолическое), росте (Р), массе тела (МТ) и возрасте (В):

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

Данный вариант формулы для вычисления ИФИ получен в результате применения методики регрессионного анализа на информационном массиве в 2000 обследований. Значения ИФИ позволяют выделять 4 группы лиц, в соответствии с предложенной выше классификацией уровней здоровья. В [таблице 3](#) представлена шкала оценок уровня функционирования системы кровообращения или ее адаптационного потенциала по данным измерения ИФИ. Следует отметить, что для оценки уровня функционирования используется терминология тео-

рии адаптации (удовлетворительная адаптация, напряжение механизмов адаптации, неудовлетворительная адаптация, срыв адаптации). 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). Коэффициент корреляции между экспертной оценкой функционального состояния и его расчетными значениями равен 0,71.

Таблица 3. Оценка уровня функционирования системы кровообращения (адаптационного потенциала) по ИФИ

Уровень функционирования (адаптационный потенциал)	Значения 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 системы кровообращения по ИФИ, при всей своей простоте, обеспечивает системный подход к решению задачи количественного измерения уровня здоровья. Это определяется тем, что ИФИ как комплексный, интегральный показатель, отражает сложную структуру функциональных взаимосвязей характеризующих уровень функционирования сердечно-сосудистой системы. Дело в том, что исходные измеренные показатели, входящие в состав ИФИ, вместе с тем тесно связаны с основными параметрами гемодинамики, такими как ударный и минутный объем кровообращения (УОК, МОК), среднее динамическое давление (СДД), общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПС). Указанные показатели могут вычисляться по формулам (Виноградова Т.С., 1987; Hinderliter A. et al., 1987).

Оценка уровня функционирования системы кровообращения направлена на исследование миокардиально-гемодинамического гомеостаза в котором основными регулируемыми величинами являются частота пульса и минутный объем крови. Вегетативная регуляция этих параметров обеспечивается воздействием как на ритм сердца, так и на силу его сокращений (хроно и инотропный эффект). Для исследования сократительной функции сердца в космических исследованиях в последние годы были использованы методы сейсмокардиографии и баллистокардиографии (Moser M. et al., 1991). Учитывая простоту этих методик и их высокую информативность они были применены в системе массовых донологических исследований населения наряду с электрокардиографией (см. рис.4).

Электрокардиография. Биоэлектрические процессы в миокарде, регистрируемые в виде электрокардиограммы, позволяют получить важную информацию о функциональном состоянии сердца и являются одним из основных источников для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. В клинической прак-

тике ЭКГ используется не только для обследования больных с целью уточнения диагноза: патология сердечно-сосудистой системы, ряд заболеваний легких, нарушения обмена веществ и электролитов, некоторые эндокринные заболевания и поражения ЦНС. Метод электрокардиографии не нуждается в сколь-нибудь подробном изложении: ему посвящено множество монографий и учебных пособий (Дощицин В.Л., 1982, Орлов В.Н., Витрук С.К., 1990). Специфика применения ЭКГ при массовых исследованиях заключается в том, что здесь целью является не постановка диагноза заболевания, а оценка уровня здоровья и выявление отклонений от нормы.

При массовых профилактических обследованиях населения этот метод должен применяться с другой целью. Он необходим для того, чтобы более точно характеризовать адаптационные возможности системы кровообращения. Поэтому достаточным является разделение ЭКГ на 4 группы:

1. нормальная ЭКГ;
2. умеренные (несущественные физиологические) отклонения;
3. не резко выраженные (доклинические) изменения;
4. резко выраженные (клинические) изменения.

Разделение ЭКГ на эти группы не так просто, как это кажется с первого взгляда. В этом направлении в нашей лаборатории был проведен ряд исследований (Покровская М.В., Трапезин В.В. 1988). При этом для применения в системе массовых обследований населения предлагалось уменьшить число отведений до 4-6. По нашему мнению, группировку ЭКГ-данных целесообразно проводить с учетом Миннесотского кода, который используется в клинике. Предусматривается выделение 3 типов изменений ЭКГ (умеренные, выраженные и патологические). В [таблице 4](#) представлена разработанная нами схема балльных оценок электрокардиограммы с учетом Миннесотского кодирования. Другой путь к группировке ЭКГ заключается в том, чтобы использовать синдромальную оценку и на ее основе выделять разные степени патологических отклонений в зависимости от их клинической значимости. Как правило, врачи с достаточным опытом работы по функциональной диагностике уверенно осуществляют предварительную классификацию ЭКГ.

Таблица 4. Схема балльной оценки электрокардиограммы на основе критериев Миннесотского кода.

Критерии изменений ЭКГ по Миннесотскому коду	Типы ЭКГ изменений (баллы)		
	Умеренные (2 балла)	Выраженные (3 балла)	Патологические (4 балла)
Типы зубцов и интервалов	1-2-8	1-1-1	1-1-1
	1-3-1	1-2-2	1-1-2
	1-3-3	1-2-3	1-1-3

	1-3-4 1-3-5 1-3-6	1-1-4 1-2-5 1-2-6	1-1-4
Отклонения оси комплекса QRS		2-3; 2-5	2-1; 2-2 2-4
Высокоамплитудные зубцы Р		3-3; 3-4	3-1; 3-2
Снижение зубца Т	4-3	4-2; 4-4	4-1
Изменения зубца Т	5-4	5-5	5-1; 5-2
Нарушения проводимости А-V		6-5; 6-6	6-1; 6-2; 6-3; 6-4
Нарушения внутрижелудочковой проводимости		7-3; 7-5; 7-6	7-1; 7-2; 7-4; 7-7
Аритмии			8-1
Прочие изменения		9-5	9-1; 9-2; 9-3; 9-4

Баллистокардиография. 0 Основная функция сердца заключается в поддержании необходимого минутного и ударного объема кровообращения путем обеспечения соответствующего давления в сосудистой системе при соответствующей скорости кровотока. Эта функция обычно называется насосной, так как сердечная мышца, по существу, выполняет роль двух насосов, создающих необходимые скорости потока и величины давления в аорте и легочной артерии (кинетический и гидростатический эффекты). Способность сердца совершать полезную работу по перемещению крови в сосудистой системе является основным показателем функционального состояния миокарда. В результате преобразований энергии сердечного сокращения во внешнюю работу сердца обеспечивается определенный ударный объем и определенная скорость кровотока. Таким образом, ударный объем характеризуется "энергетической ценой", однако эта "цена" определяется состоянием всей цепи энергетических преобразований в миокарде. Поэтому внешняя работа сердца должна рассматриваться как результат сложных структурных, метаболических и энергетических процессов в сердечной мышце, которые включают в себя:

1. преобразование химической энергии (энергии фосфатных связей АТФ) в механическую энергию напряжения упругих элементов миофибрилл;
2. преобразование энергии миофибрилл в общую работу сердца (создание давления в сердечных полостях);
3. преобразование общей работы сердца во внешнюю, полезную работу по перемещению крови (Парин В.В. и др. 1967).

Для практических целей оценку внешней работы сердца наиболее удобно проводить с помощью метода баллистокардиографии. Этот метод заключается в том, что регистрирует микроперемещения тела человека, возникающие при каждом сердечном сокращении в результате передачи части энергии движения крови через окружающие ткани и скелет всему телу вследствие эффекта "отдачи". Именно последнему обязан метод своим названием, ибо баллистические явления, возникающие при выстреле из ружья (эффект "отдачи") характерны для выброса крови из желудочков в крупные сосуды. Баллистокардиограмму регистрируют с помощью чувствительных датчиков с тела лежащего на спине человека. Существуют специальные столы, которые смещаются вместе с пациентом, но эти приборы громоздки и непригодны для массовых обследований. Наиболее удобен датчик, устанавливаемый под ноги лежащего пациента (Баевский Р.М. 1960). Он регистрирует передаваемые ему пульсовые движения тела. Датчик состоит из двух жестко связанных между собой площадок с чувствительной электромагнитной системой, измеряющей их взаимные перемещения. Под влиянием сердечных сокращений верхняя площадка датчика с лежащими на ней ногами смещается относительно нижней. Сигнал на выходе электромагнитного датчика пропорционален скорости этого смещения. Баллистокардиограмма (БКГ) скорости обычно состоит (см. рис. 4) из 8 волн: Н, I, J, К, L, М, N, O, из которых 4 систолические и 4 диастолические.

В последние годы произошел почти полный отказ от баллистокардиографии в клинике, где требуется точная диагностика вида и места поражения сердечно-сосудистой системы. Однако, при исследовании практически здоровых людей в физиологии труда и спорта в профилактической медицине и при массовых осмотрах баллистокардиография сохраняет свое значение чувствительного индикатора устойчивости миокардиально-гемодинамического гомеостаза. Дело в том, что при достаточной энергии сердечных сокращений и отсутствии дискоординации между работой правых и левых отделов сердца, баллистокардиограмма имеет правильную форму и достаточную амплитуду всех волн.

Малейшее нарушение координированности сокращений правых и левых отделов сердца тотчас отражаются на амплитуде и форме баллистокардиографических комплексов.

Важное значение в оценке БКГ имеет учет влияния дыхания на форму и амплитуду волн. Это связано с тем, что на вдохе и выдохе происходят противоположные изменения гемодинамики левого и правого отделов сердца.

Обычно дыхательные колебания амплитуды БКГ комплексов не превышают 30-40 %, но в случае нарушения функциональных, энергетических и гемодинамических отношений между факторами притока и изгнания крови, дыхательные колебания амплитуды БКГ возрастают. По классификации Брауна, если более 40 % волн IJ и JK в два раза и более ниже их максимальных значений, то это расценивается как первая степень отклонения БКГ. Для удобства измерений определяют не амплитуды отдельных волн, а величину сегментов БКГ, то есть амплитудные значения расстояний между вершинами волн. Так, для суждения о внешней работе сердца измеряют сегмент IJ.

Как известно, различают 4 степени изменения БКГ по Брауну (см. рис.5):

1. - нормальная БКГ;
2. - умеренные изменения;
3. - выраженные изменения;- резкие изменения БКГ.

Вторая степень изменений определяется в случае деформации большинства комплексов в БКГ со снижением их амплитуды на выдохе; Третья степень определяется тогда, когда дифференцируются лишь отдельные комплексы БКГ, амплитуда систолических волн существенно снижена; при четвертой степени изменений отдельные комплексы БКГ не дифференцируются, их амплитуда резко снижена.

Оценка БКГ- записей при массовых обследованиях носит экспертный характер и является в значительной мере качественной. Экспертная оценка БКГ производится в двух направлениях: 1) Анализ максимальной амплитуды сегменты II, который характеризует условный уровень внешней работы сердца: 2) Анализ изменений амплитуды и формы БКГ-комплексов, обусловленных дыханием.

Сейсмокардиография 0. Метод сейсмокардиографии (СКГ) получил свое развитие в нашей стране в космической медицине (Баевский Р.М., и др, 1963) и в клинической практике (Юзбашев Ф.А, 1966) в 60-е годы и был впервые использован западными исследователями только в конце 80-х. годов. Этот метод заключается в регистрации с поверхности грудной клетки ускорений, связанных с сердечным сокращением. В полученной записи (см. рис.4) наряду с определением фаз сердечного цикла важное значение придают амплитуде 1-го колебательного цикла. Начало этого цикла соответствует началу фазы изометрического сокращения желудочков. Амплитуда 1-го цикла коррелирует с максимумом внутрижелудочкового давления и, таким образом, отражает общую работу сердца, т.е. характеризует ту энергию, которую генерирует сердечная мышца при каждом сокращении. Сравнение общей работы сердца (по СКГ) с ее внешней работой (по БКГ) позволяет определить коэффициент полезного действия сердца, эффективность расходования энергии на полезную работу по перемещению крови в сосудистом русле. При анализе данных СКГ наряду с измерением амплитуды 1-го колебательного цикла определяется форма СКГ- комплексов с выделением 4-х степеней изменений. Для 1-й степени характерны четкие контуры 1-го и 2-го колебательных циклов со значительным преобладанием амплитуды 1-го цикла. При 2-й степени изменений отмечается расширение одного из циклов, увеличение амплитуды 2-го цикла или появление дополнительных колебаний. При 3-й степени изменений либо имеется значительное уширение колебательных циклов, либо выраженное снижение их амплитуды. При 4-й степени отклонений отмечается значительное снижение амплитуды СКГ, или слияние обоих циклов, или вообще плохо различимые контуры СКГ.

2.3. Оценка степени напряжения регуляторных систем

Регуляторные системы организма - это постоянно действующий аппарат слежения за состоянием всех систем и органов, их взаимодействием и за соблюдением равновесия между организмом и средой. Активность регуляторных систем зависит от функционального состояния организма. Можно условно различать три уровня активности:

1. уровень контроля,
2. уровень регуляции,
3. уровень управления (Парин В.В., Баевский Р.М., 1966).

В обычных условиях, когда регулируемая (контролируемая) система работает в нормальном режиме, не испытывая дополнительных нагрузок, регуляторный механизм выполняет лишь контрольные функции, т.е. воспринимает информацию о состоянии регулируемой системы и не вмешивается в ее работу. Если же возникают дополнительные нагрузки, если регулируемой системе требуется увеличить расход энергии на выполнение своих функций, то механизм регуляции переходит на более высокий уровень активности - уровень регуляции. В этом случае через соответствующие нервные и гуморальные каналы в регулирующую систему посылаются сигналы управления, обеспечивающие мобилизацию необходимых дополнительных функциональных резервов. Если же собственные резервы регулируемой системы оказываются недостаточными для достижения необходимого эффекта, то механизмы регуляции переходят на режим управления. Здесь их активность значительно возрастает, поскольку к процессу управления необходимо подключить и другие более высокие уровни регуляции, что обеспечивает мобилизацию функциональных резервов других систем. Соответственно трем уровням активности напряжение регуляторных механизмов (их активность) возрастает.

Степень напряжения регуляторных систем - есть интегральный ответ организма на весь комплекс воздействующих на него факторов, независимо от того с чем они связаны. При воздействии комплекса факторов экстремального характера возникает общий адаптационный синдром, который представляет собой универсальный ответ организма на стрессорные воздействия любой природы и проявляется этот синдром однотипно в виде мобилизации функциональных резервов организма. Здоровый организм, обладая достаточным запасом функциональных возможностей, отвечает на стрессорное воздействие обычным, нормальным, так называемым рабочим напряжением регуляторных систем. Если нам приходится подниматься по лестнице, то естественно энерготраты возрастают и необходима мобилизация дополнительных ресурсов. Однако, для одних людей такая мобилизация не сопровождается значительным напряжением регуляторных систем, а пульс при подъеме, например на 5-й этаж учащается всего на 3-5 ударов. Для других людей эта нагрузка слишком велика и возникает выраженное напряжение регуляторных систем с учащением пульса на 15-20 и более ударов.

Даже в условиях покоя напряжение регуляторных систем может быть высоким, если человек не имеет достаточных функциональных резервов. Это выражается, в частности, в высокой стабильности сердечного ритма, характерной

для повышенного тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы. Этот отдел регуляторного механизма, ответственный за экстренную мобилизацию энергетических и метаболических ресурсов при любых видах стресса, активируется через нервные и гуморальные каналы. Он является составным элементом гипоталамо-гипофизарно-адренокортикотропной системы, реализующей ответ организма на стрессорное воздействие. Важная роль при этом принадлежит центральной нервной системе, которая координирует и направляет все процессы в организме.

Сердце является весьма чувствительным индикатором всех происходящих в организме событий. Ритм, а также сила его сокращений, регулируемые через симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы, очень чутко реагируют на любые стрессорные воздействия. Не случайно, пульсовая диагностика занимает столь значительное место в китайской медицине. Древние врачи в Китае и Тибете умели на основе прощупывания пульса ставить диагноз, назначать лечение, прогнозировать течение заболеваний. Сила и ритм сердечных сокращений несут информацию о состоянии регулирующих их систем. Сегодня мы в какой то мере научились уже с помощью электронных приборов и вычислительных средств получать на основе анализа ритма сердца объективные данные о состоянии симпатической и парасимпатической системы, их взаимодействии и о более высоких уровнях регуляции в подкорковых центрах и коре головного мозга.

Судить о степени напряжения регуляторных систем можно с помощью многих методов: путем изучения содержания в крови гормонов адреналина и норадреналина, по изменению диаметра зрачка, по величине потоотделения и т.д. Но наиболее простой и доступный метод, и главное, позволяющий вести непрерывный динамический контроль, - это математический анализ ритма сердца. Изменение ритма сердца - универсальная оперативная реакция целостного организма в ответ на любое воздействие факторов внешней среды. Однако традиционно измеряемая средняя частота пульса отражает лишь конечный эффект многочисленных регуляторных влияний на аппарат кровообращения, характеризует особенности уже сложившегося гомеостатического механизма. Одна из важных задач этого механизма состоит в том, чтобы обеспечить баланс между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы (вегетативный гомеостаз). Одной и той же частоте пульса могут соответствовать различные комбинации активностей звеньев системы, управляющей вегетативным гомеостазом. Кроме того, на ритм сердца оказывают влияние и более высокие уровни регуляции. Это дает основание рассматривать синусовый узел как чувствительный индикатор адаптационных реакций организма в процессе его приспособления к условиям окружающей среды.

В каждый момент своей жизни организм испытывает непрерывное влияние факторов, отклоняющих равновесие в ту или иную сторону. Одновременно вступают в действие регуляторные механизмы, предотвращающие или компенсирующие уже возникшие или наметившиеся сдвиги. Совершенно естественно в связи с этим, что с проблемой адаптации организма к меняющимся условиям среды, к требованиям, предъявляемым живой системе при стрессорных условиях, самым

тесным образом связана проблема гомеостаза. Сопоставление результатов большого числа клинических и клинико-физиологических наблюдений и исследований показывает, что некоторые нарушения нормальной жизнедеятельности организма можно расценивать как особый вид патологии - "болезнь гомеостаза" (Кассиль, 1966). К ним относятся состояния, обусловленные недостаточностью, избытком или неадекватностью приспособительных систем организма. С известной условностью к ним следует причислить нарушение функций, связанные с процессом старения, некоторыми функциональными расстройствами, истощением нервной системы, эндокринного аппарата, заболеваниями типа вегетативной дисфункции и т.д. (Гращенко, 1964; Кассиль, 1966; Горизонтов, 1976).

2 3.1. Механизмы регуляции сердечного ритма

Благодаря успехам космической медицины использование сердечно-сосудистой системы в качестве индикатора адаптационных реакций всего организма в настоящее время считается вполне обоснованным и, в частности, все более широкое распространение получают методы математического анализа ритма сердца, разработанные более 30 лет назад в рамках космической кардиологии (Газенко О.Г., Баевский Р.М., 1965). Основная информация о состоянии систем, регулирующих ритм сердца, заключена в "функции разброса" длительностей кардиоинтервалов. Синусовая аритмия отражает сложные процессы взаимодействия различных контуров регуляции сердечного ритма.

В 1968 году нами была предложена двухконтурная модель регуляции сердечного ритма (Баевский Р.М., 1968). Она основывалась на кибернетическом подходе, при котором система управления синусовым узлом представлялась в виде двух взаимосвязанных контуров: центрального и автономного, управляющего и управляемого с каналами прямой и обратной связи. В настоящее время эта модель существенно дополнена с учетом накопленных клинических и экспериментальных данных. Если представить систему управления ритмом сердца в виде двух контуров, как показано на рис. 6, то на основе известных данных о дыхательной и недыхательной составляющих сердечного ритма могут быть рассмотрены следующие положения. Синусовый узел, блуждающие нервы и их ядра в продолговатом мозгу являются рабочими органами управляемого (низшего, автономного) контура регуляции. Индикатором активности этого контура является дыхательная синусовая аритмия. При этом дыхательная система может рассматриваться как элемент обратной связи в автономном контуре регуляции сердечного ритма. Управляющий (высший, центральный) контур регуляции характеризуется различными медленноволновыми составляющими сердечного ритма. Его индикатором является недыхательная синусовая аритмия. Прямая связь между управляющим и управляемым контурами осуществляется через нервные (в основном симпатические) и гуморальные каналы. Обратная связь также обеспечивается нервным и гуморальным путем, но при этом важную роль играет афферентная импульсация с барорецепторов сердца и сосудов, с хеморецепторов и с обширных рецепторных зон других органов и тканей.

Управляемый контур в условиях покоя работает в автономном режиме, который характеризуется наличием выраженной дыхательной аритмии. Дыхательные волны усиливаются во время сна или при наркозе, когда уменьшаются центральные влияния на автономный контур регуляции. Различные нагрузки на организм, требующие включения в процесс управления сердечным ритмом центрального контура регуляции, ведут к ослаблению дыхательного компонента синусовой аритмии и к усилению ее недыхательного компонента. Общая закономерность состоит в том, что более высокие уровни управления тормозят активность более низких уровней. В ответ на нагрузочные (стрессорные) воздействия могут наблюдаться разные реакции ритма сердца. При оптимальном регулировании - управление происходит с минимальным участием высших уровней управления, с минимальной централизацией управления. При неоптимальном управлении - необходима активация все более высоких уровней управления. Это проявляется усилением недыхательного компонента синусовой аритмии, появлением медленных волн все более высоких порядков. Чем более высокие уровни управления активируются, тем длиннее период соответствующих медленных волн сердечного ритма.

Управляющий, или центральный контур управления сердечным ритмом можно представить состоящим из трех уровней. Этим уровням соответствуют определенные анатомо-морфологические структуры системы управления физиологическими функциями организма:

- подкорковые нервные центры, обеспечивающие уравнивание различных параметров внутри отдельных систем, внутрисистемный, в том числе вегетативный, гомеостаз (уровень В);
- высшие вегетативные центры, осуществляющие уравнивание различных систем организма между собой, межсистемный гомеостаз, в том числе управление гипоталамо-гипофизарной системой, обеспечивающий гормонально-вегетативный гомеостаз (уровень Б);
- центральная нервная система, включая корковые механизмы регуляции, координирующая функциональную деятельность всех систем организма в соответствии с изменениями условий внешней среды, адаптационная деятельность организма (уровень А).

В настоящее время известно несколько составляющих ритма сердца: дыхательная, или синусовая, аритмия, медленные и сверхмедленные волны недыхательного генеза с различными периодами (от 10 секунд до нескольких десятков минут). На рис. 7 представлены два варианта изменений кардиоинтервалограммы при ортостатической пробе: у молодой и пожилой женщин. По оси абсцисс - порядковые номера последовательного ряда кардиоинтервалов, по оси ординат - длительность кардиоинтервалов. Верхние кривые получены у молодой женщины и отражают хорошую работу регуляторных механизмов. В положении "лежа" имеются четко выраженные дыхательные волны. При переходе в положение "стоя" появляются четкие вазомоторные волны большой амплитуды, которые указывают на адекватную реакцию системы регуляции артериального давления. У

пожилой женщины и в покое и после нагрузки кардиоинтервалограмма сохраняет стабильный характер без выраженных колебаний.

Недыхательная синусовая аритмия представляет собой колебания сердечного ритма с периодами выше 7 секунд. Медленные (недыхательные) колебания сердечного ритма коррелируют с аналогичными волнами артериального давления и плетизмограммы. Различают медленные волны 1-го, 2-го и более высоких порядков. Общепринято считать волнами 1-го порядка колебания с периодами от 10 до 20 с., волнами 2-го порядка - с 20 до 70 с. Высказывают мнение, что медленные волны 1-го порядка связаны с деятельностью системы регуляции артериального давления, с активностью вазомоторного центра, а волны 2-го порядка с системой терморегуляции (Sayers, 1973).

Периодические колебания частоты сердечных сокращений, не вызванные нарушением функции автоматизма, проводимости и возбудимости, получили название "синусовой аритмии", открытой в прошлом веке (Ludwig, 1847). Единого мнения о происхождении дыхательной аритмии нет, хотя большинство исследователей считают неоспоримым фактом влияние дыхания на ритм сердца и активное участие в этом процессе ядер блуждающих нервов, торможение и возбуждение которых передается к синусовому узлу через соответствующие нервные окончания, вызывая укорочение продолжительности кардиоинтервалов на вдохе и удлинение на выдохе (Ludwig, 1847; Фогельсон, 1951; Кингисепп, Эплер, 1968).

По мнению Сайерса (1973) дыхание влияет на длительность кардиоциклов через интерплевральное давление и активность барорецепторов. М. Клаймсом (1963) была разработана модель дыхательной регуляции частоты сердечных сокращений. Эта модель основывается на положении теории автоматического регулирования и интерпретирует зависимость между дыханием и величиной "вагусного" торможения сердца с помощью передаточных функций, построенных по реальным кривым переходных процессов ритма сердца при вдохе и выдохе.

Существующий уровень знаний не позволяет достаточно точно указать источник происхождения каждого из видов медленных волн. Сайерс (1973) считает, что медленные волны сердечного ритма первого порядка связаны с деятельностью системы регуляции артериального давления, а волны второго порядка - с системой терморегуляции. Предполагается, что колебания с периодом более 20 секунд определяются механическими характеристиками гладких мышц сосудов, подчеркивается нелинейность этой механической системы и возможность интерференции медленных колебаний с дыхательными, особенно при большой глубине дыхания, в частности, при умственной и физической нагрузках.

Навакатилян с соавторами (1979) выявил связь медленных волн сердечного ритма с колебаниями содержания в крови катехоламинов и кортикостероидов. Отмечена связь между медленными волнами сердечного ритма и активностью системы гипофиз-надпочечники (Карпенко, 1977; Навакатилян, Кржановская, 1979).

Показано, что у спортсменов с низким уровнем работоспособности как и у нетренированных лиц, существенно чаще наблюдается выраженное увеличение ЧСС и появление медленноволновой периодики. Кепеженас и Жемайтите (1983) при длительных физических нагрузках и при снижении тренированности спорт-

сменов отметили изменение типа ритмограммы с переходом от ритмограмм парасимпатикотонического типа с медленным ритмом и с большой амплитудой дыхательных волн к тем типам ритмограмм, которые отражают снижение парасимпатических влияний на функцию синусового узла и далее к появлению ритмограмм с преобладанием медленных волн. Другими словами, ритмограмма отражает соотношение симпатического воздействия на периферическую структуру сердечного ритма (Баевский, 1976; Жемайтите, 1980). Кардиоинтервалограммы, зарегистрированные в стационарных условиях, не всегда отражают истинное состояние адаптивных механизмов и уровень функционирования регулирующих систем организма. Поэтому для изучения корректности связей между отдельными системами организма применяются нагрузочные пробы. Они позволяют правильно оценить скорость адаптационной перестройки, ее траекторию, провести анализ переходных процессов. Практический смысл имеет изучение реакции ритма сердца по данным КИГ на клиноортостатическое воздействие (Вентцель и др., 1968; Янушкявичус и др. 1968, Грабаускас, 1971; Белоконь, Кубергер, 1987). Как установлено (Вентцель, 1968), пассивная ортостатическая проба у здоровых лиц сопровождается уменьшением общего размаха колебаний длительности кардиоинтервалов, увеличением оценки асимметрии и эксцесса с переходом последних в область отличных от нуля положительных значений.

2.3.2. Основные методы анализа variability ритма сердца

Выделяются три группы методов, направленные, соответственно, на исследование средней частоты пульса, его variability и переходных процессов. Центральное место в этой классификации занимают методы изучения variability сердечного ритма. Эти методы можно условно разделить на три группы:

1. методы оценки общих статистических характеристик;
2. методы оценки связи между кардиоинтервалами;
3. методы выявления скрытой периодичности динамического ряда кардиоинтервалов.

Статистические характеристики динамического ряда кардиоинтервалов включают: математическое ожидание M , дисперсию D , среднее квадратическое отклонение $СКО$, коэффициент вариации V . Эти показатели являются общепринятыми и наиболее распространенными, и в отношении их медицинской интерпретации не существует заметных разногласий. Математическое ожидание как величина обратная частоте пульса характеризует текущий уровень функционирования сердечно-сосудистой системы и зависит как от условий, воздействующих в данный момент на организма, так и от индивидуальных типологических особенностей. Различают нормокардию, брадикардию и тахикардию, соответственно с нормальным, редким и частым пульсом. Важное значение придается показателям разброса значений кардиоинтервалов: дисперсии, $СКО$ и коэффициенту вариации $1(KB) 0$. Эти показатели характеризуют состояние системы регуляции. Наиболее удобен для практического использования коэффициент вариации, так как он

представляет собой нормированную оценку дисперсии и может сравниваться у лиц с различными значениями частоты пульса. Многочисленными исследованиями в нашей стране и за рубежом показано, что уменьшение величины СКО свидетельствует об усилении активности симпатического отдела вегетативной нервной системы. Установлено, что уменьшение величины СКО ниже 50 миллисекунд в 2-3 раза повышает риск внезапной смерти у больных коронарной болезнью. При СКО ниже 35 миллисекунд риск увеличивается в 10 раз (van Ravenswaaij-Arts С.М., Kollee А.А., Hopman J.C.W. et al., 1993).

Вариационная пульсометрия. Сущность вариационной пульсометрии заключается в получении закона распределения кардиоинтервалов как случайных величин. Для этого строится кривая распределения - гистограмма. На рис. 8б представлена типичная кривая распределения с обозначенными на ней основными математическими показателями: M_0 (мода), AM_0 (амплитуда моды), VAR (вариационный размах). Ниже дается краткая медико-физиологическая интерпретация указанных показателей.

Мода - это наиболее часто встречающееся в данном динамическом ряде значение кардиоинтервала. В физиологическом смысле - это наиболее вероятный уровень функционирования сердечно-сосудистой системы. При нормальном распределении и высокой стационарности исследуемого процесса M_0 мало отличается от математического ожидания.

Амплитуда моды (AM_0)- это число кардиоинтервалов, соответствующих значению моды, в % к объему выборки. Этот показатель отражает стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца, который обусловлен, в основном, степенью активации симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Вариационный размах (VAR) отражает степень вариативности значений кардиоинтервалов в исследуемом динамическом ряде. Он вычисляется по разности максимального и минимального значений кардиоинтервалов и поэтому при аритмиях или артефактах может быть искажен. При вычислении VAR следует отбрасывать крайние значения кардиоинтервалов, если они составляют менее 3 процентов от общего объема анализируемой выборки. Физиологический смысл VAR обычно связан с активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. При объеме выборки, равном 100 кардиоинтервалам, и в отсутствии переходных процессов обычно амплитуда дыхательных волн преобладает над амплитудой недыхательных колебаний сердечного ритма. Однако, в ряде случаев при значительной амплитуде медленноволновых составляющих значения VAR в большей мере могут отражать состояние подкорковых нервных центров.

По данным вариационной пульсометрии вычисляется ряд производных показателей, среди которых наиболее употребителен индекс напряжения регуляторных систем ($Ин$), который отражает степень централизации управления ритмом сердца и характеризует, в основном, активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. Этот показатель получил широкое применение в спортивной медицине, физиологии труда, космических исследованиях, а также в клинике. Величина $Ин$ в норме колеблется в пределах от 50 до 150 условных единиц. При эмоциональном стрессе и физической работе у здоровых людей значения $Ин$

увеличиваются до 300 -500 единиц, а у людей старшего возраста со сниженными резервами такие значения наблюдаются в покое. При наличии стенокардии Ин достигает 600-700 единиц, а в предынфарктном состоянии даже 900-1100 единиц.

Корреляционная ритмография (КРГ) - это метод графического представления динамического ряда кардиоинтервалов в виде "облака" (скатерграммы) путем построения ряда точек в прямоугольной системе координат. Ее фазовыми координатами являются: по оси ординат - текущий R-R интервал, а по оси абсцисс - последующий R-R интервал. На рис. 8г представлен типичный образец КРГ. Важным достоинством этого метода является то, что он позволяет эффективно распознавать и анализировать сердечные аритмии. Числовыми показателями КРГ являются величины длинной и короткой осей эллипса, образованного облаком точек (а и б) и их отношение а/б. Физиологический смысл отношения а/б близок к Ин, он характеризует степень централизации управления ритмом сердца, активность симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Автокорреляционный анализ. Вычисление и построение автокорреляционной функции динамического ряда кардиоинтервалов (см. рис.8в) направлено на изучение внутренней структуры этого ряда как случайного процесса. Автокорреляционная функция представляет собой график динамики коэффициентов корреляции, получаемых при последовательном смещении анализируемого динамического ряда на одно число по отношению к своему собственному ряду. После первого сдвига на одно значение коэффициент корреляции тем меньше единицы, чем более выражены дыхательные волны. Если в исследуемой выборке доминируют медленноволновые компоненты, то коэффициент корреляции после первого сдвига будет лишь незначительно ниже единицы. Последующие сдвиги ведут к постепенному уменьшению коэффициента корреляции вплоть до появления отрицательных корреляционных коэффициентов. Физиологический смысл использования корреляционного анализа заключается в оценке степени влияния центрального контура управления на автономный. Чем сильнее это влияние, тем больше значение коэффициента корреляции при первом сдвиге. Автокорреллограмма позволяет судить о скрытой периодичности сердечного ритма. Такой анализ носит лишь качественный характер.

Спектральный анализ. Для точной количественной оценки периодических процессов в сердечном ритме служит спектральный анализ. Физиологический смысл спектрального анализа состоит в том, что с его помощью оцениваем взаимодействие отдельных уровней управления ритмом сердца. Одна из гипотез заключается в том, что активность соответствующих уровней регуляции тем выше, чем больше мощность соответствующих медленноволновых составляющих спектра сердечного ритма. Чем выше уровень, тем больший объем информации он должен перерабатывать, тем длиннее период колебаний, связанный с его деятельностью. Поэтому смещение периода спектральной составляющей в сторону увеличения можно интерпретировать как передачу управления на более высокие уровни, как включение в процесс управления дополнительных звеньев.

На рис. 8д представлен образец типичного спектра сердечного ритма для выборки объемом в 100 кардиоинтервалов. Здесь по оси абсцисс откладываются значения периодов колебаний в секундах, по оси ординат откладываются мощно-

сти соответствующих спектральных составляющих в условных единицах. При спектральном анализе динамических рядов кардиоинтервалов с объемами выборок 100-128 кардиоинтервалов (или 128 секунд) можно измерить только мощности дыхательных волн и медленных волн 1-го порядка. Что касается медленных волн 2-го порядка, учитывая, что верхняя граница диапазона их значений достигает 70-80 секунд, то основная мощность этой медленноволновой составляющей отражается, как правило, 1-й гармоникой спектра. При спектральном анализе обычно вычисляются средние мощности спектров дыхательных волн и медленных волн 1-го и 2-го порядков. По данным спектрального анализа сердечного ритма вычисляются два важных показателя: индекс централизации (ИЦ) и индекс активации подкорковых нервных центров (ИАП). ИЦ отражает степень преобладания недыхательных составляющих синусовой аритмии над дыхательными. Фактически - это количественная характеристика соотношений между центральным и автономным контурами регуляции сердечного ритма. Второй индекс ИАП характеризует активность сердечно-сосудистого подкоркового нервного центра по отношению к более высоким уровням управления. Повышенная активность подкорковых нервных центров проявляется ростом ИАП. С помощью этого индекса могут контролироваться процессы коркового торможения.

Комплексная оценка variability сердечного ритма может осуществляться по показателю активности регуляторных систем (ПАРС). Он вычисляется в баллах по специальному алгоритму, учитывающему статистические показатели, показатели гистограммы и данные спектрального анализа кардиоинтервалов. ПАРС позволяет дифференцировать различные степени напряжения регуляторных систем (см.табл.5).

Таблица 5. Оценка степени напряжения регуляторных систем по значениям ПАРС

Значение ПАРС в баллах	Оценка степени напряжения регуляторных систем
1 - 2	Норма (оптимальный уровень напряжения регуляторных систем)
3 - 4	Умеренное функциональное напряжение
5 - 6	Выраженное функциональное напряжение
7 - 8	Состояние перенапряжения регуляторных механизмов
9 - 10	Состояние истощения регуляторных систем, явления астенизации, срыв адаптации

ПАРС был предложен еще в начале 80-х годов (Баевский Р.М. и др.,1964) и оказался довольно эффективным в оценке адаптационных возможностей организма. Алгоритм его вычисления постепенно совершенствовался и к настоящему времени разработан новый алгоритм, учитывающий значения 5 основных показате-

телей вариабельности сердечного ритма: ЧП, СКО, ИН, МВ-1, МВ-2 . Дополнительно учитываются также значения RMSSD, SPT, ДВ, ИЦ.

Вычисление ПАРС осуществляется по алгоритму, учитывающему следующие пять критериев:

А. Суммарный эффект регуляции по показателям частоты пульса (ЧП),

Б. Суммарная активность регуляторных механизмов по среднему квадратичному отклонению - СКО (или по суммарной мощности спектра-SPT (Spectral Power Total),

В. Суммарная активность симпатического отдела вегетативной нервной системы по индексу напряжения регуляторных систем (ИН) или вегетативной баланс по комплексу показателей: RMSSD, ДВ и ИЦ= (МВ-1 + МВ-2)/ДВ,

Г. Активность вазомоторного центра, регулирующего сосудистый тонус, по мощности спектра медленных волн 1-го порядка (МВ-1),

Д. Активность сердечно-сосудистого подкоркового нервного центра или надсегментарных уровней регуляции по мощности спектра медленных волн 2-го порядка (МВ-2).

Таблица 6. Виды заключений по показателям вариабельности сердечного ритма

	Балльная оценка	Медико-физиологическая оценка
П Ч	+2	Выраженная тахикардия
	+1	Умеренная тахикардия
	0	Нормокардия
	-1	Умеренная брадикардия
	-2	Выраженная брадикардия
КО С	+2	Резкое усиление активности автономного контура
	+1	Повышенная активность автономного контура
	0	Нормальная активность механизмов регуляции
	-1	Повышенная активность центрального контура
	-2	Резкое усиление активности центрального контура
Н И	+2	Резкое усиление активности симпатической системы
	+1	Повышенная активность симпати-

		ческой системы	
	0	Нормальная активность симпатической системы	
	-1	Пониженная активность симпатической системы	
	-2	Резкое снижение активности симпатической системы	
В-1	М	+2	Резкое усиление активности вазомоторного центра
		+1	Повышенная активность вазомоторного центра
		0	Нормальная активность вазомоторного центра
		-1	Пониженная активность вазомоторного центра
		-2	Резкое снижение активности вазомоторного центра
В-2	М	+2	Резкое усиление активности подкоркового с-с центра
		+1	Повышенная активность подкоркового с-с центра
		0	Нормальная активность подкоркового с-с центра
		-1	Пониженная активность подкоркового с-с центра
		-2	Резкое снижение активности подкоркового с-с центра

Каждый из используемых показателей определяется как среднегрупповая величина (М) и в пределах ошибки средней ($M \pm m$) выделяется зона нормы (0 баллов). В пределах $M \pm СКО$ (среднее квадратичное отклонение) выделяется зона умеренных отклонений ("+" или "-" 1 балл). Если значение показателя выходит за пределы $M \pm СКО$ диагностируются выраженные отклонения от нормы (± 2 балла). По сумме баллов (абсолютных значений, без учета знака) определяется величина ПАРС и по [таблице 6](#) формируется заключение о состоянии регуляторных механизмов. Ниже представлено краткое описание входящих в ПАРС показателей.

1. ЧАСТОТА ПУЛЬСА. Это самый известный показатель. Он отражает общее состояние не только сердечно-сосудистой системы, но и всего организма в целом. В зависимости от потребностей организма, от его энергетических затрат и нервного напряжения на данный момент времени частота пульса может изменять-

ся в довольно значительных пределах. Для условий относительного покоя существуют возрастно-половые нормативы. У женщин частота пульса несколько выше, чем у мужчин. В детском возрасте пульс значительно чаще, чем у взрослых (особенно в возрастных группах дошкольников). С возрастом пульс урежается. Таким образом, средняя частота пульса в покое уже говорит о многом. Если частота пульса превышает ее среднее значение для данной возрастно-половой группы, это означает, что организм затрачивает больше усилий для поддержания нормального равновесия с окружающей средой. Поэтому алгоритм оценки средней частоты пульса как и остальных показателей, входящих в ПАРС, предусматривает соответствующие границы значений в каждой возрастно - половой группе. В [таблице 6](#) представлены виды заключений по каждому их анализируемых показателей.

Если в условиях относительного покоя балльная оценка частоты пульса равна +1 или - 1, это указывает на отклонение от нормы, которое может быть связано либо с индивидуальными особенностями регуляции сердца, либо с предшествующим воздействием на организм определенных факторов (например, эмоциональный стресс или физическая нагрузка), или это результат внутренней перестройки сердечно-сосудистой системы на более высокий или более низкий уровень функционирования в связи с изменившимися потребностями организма (например, после перенесенного заболевания). При балльной оценке +2 или -2 речь идет уже о серьезном отклонении, которое требует участия врача. Для частоты пульса, как и для некоторых других показателей, устанавливаются также критические значения, выход за пределы которых требует срочного врачебного вмешательства (следует также обязательно исключить технические ошибки при съеме и обработке информации !!). Например, для частоты пульса это 120 уд/мин (верхний порог) и 40 уд/мин (нижний порог). Разумеется эти пороги могут быть разными для людей различного возраста. Алгоритм предусматривает, что при выходе значений любого из показателей за указанные пределы в "Заключение" выдается текст: 2Необходимо срочно обратиться к врачу.

2. СРЕДНЕЕ КВАДРАТИЧНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ. Наиболее простая оценка variability сердечного ритма состоит в вычислении среднего квадратичного отклонения (СКО) длительности кардиоинтервалов. Это хорошо известная стандартная статистическая процедура. Значения СКО выражаются в мс (в миллисекундах). Нормальные значения СКО находятся в пределах 40-80 мс. Однако, эти значения имеют возрастно-половые особенности, которые учитываются при формировании оценки. СКО это наиболее простой и наиболее популярный показатель активности механизмов регуляции.

СКО является чрезвычайно чувствительным показателем состояния механизмов регуляции. Однако рост или уменьшение СКО могут быть связаны как с автономным контуром регуляции, так и с центральным. Как правило рост СКО указывает на усиление автономной регуляции, т.е. влияния дыхания на ритм сердца, что чаще всего наблюдается во сне. Уменьшение СКО обычно связывают с усилением симпатической регуляции, которая подавляет активность автономного контура. Резкое снижение СКО связывают со значительным напряжением регуляторных систем, когда в процесс регуляции включаются высшие уровни

управления и это ведет к почти полному подавлению активности автономного контура.

Информацию, аналогичную СКО можно получить по показателю суммарной мощности спектра - SPT. Этот показатель отличается тем, что характеризует только периодические процессы в ритме сердца и не содержит так называемой фрактальной части процесса, т.е. нелинейных и непериодических составляющих. В этом случае можно пользоваться не абсолютными, а относительными значениями компонентов спектра, выражая их в процентах.

3. ИНДЕКС НАПРЯЖЕНИЯ РЕГУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ (ИН) характеризует активность механизмов симпатической регуляции, состояние центрального контура. Этот показатель вычисляется на основании анализа графика распределения кардиоинтервалов - гистограммы. На рис. 9. показаны три графика распределения: а) во время сна, б) в обычном состоянии покоя. в) при физической нагрузке. Отчетливо видна разница в распределении кардиоинтервалов. Активация центрального контура, усиление симпатической регуляции во время нагрузки проявляется стабилизацией ритма, уменьшением разброса длительностей кардиоинтервалов, увеличением количества однотипных по длительности интервалов (рост амплитуды моды числа интервалов соответствующего значению моды - наиболее часто встречаемому значению). Анализ формы гистограмм или метод вариационной пульсометрии наглядно демонстрирует как рост симпатической активности, рост напряжения регуляции, связанного с мобилизацией функциональных резервов организма, ведет к сужению гистограммы и росту амплитуды моды. Количественно это может быть выражено отношением высоты гистограммы к ее ширине. Этот показатель получил название индекса напряжения регуляторных систем и вычисляется по формуле в которую входят амплитуда моды (АМо), величина разброса кардиоинтервалов (вариационный размах-ВАР) и значение моды (Мо):

$$И_{н} = \frac{АМо}{(2 * Мо * ВАР)}$$

В норме ИН колеблется в пределах 80-150 условных единиц. Этот показатель очень чувствителен к усилению тонууса симпатической нервной системы. Небольшая нагрузка (физическая или эмоциональная) увеличивают Ин в 1,5-2 раза. При значительных нагрузках он растет в 5-10 раз. У больных с постоянным напряжением регуляторных систем ИН в покое может быть равен 400-600 условных единиц. У больных с приступами стенокардии и с инфарктом миокарда ИН в покое достигает 1000-1500 единиц.

Активность симпатического отдела вегетативной нервной системы как одного из компонентов вегетативного баланса можно оценить по степени торможения (подавления) активности автономного контура регуляции, за который ответственен парасимпатический отдел. Это хорошо отражает показатель мощности дыхательных волн сердечного ритма в абсолютно и процентном виде. 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 ДВ падает ниже 2-3% то можно говорить о резком преобладании симпатиче-

ской активности. В этом случае существенно уменьшается и показатель RMSSD (Root Mean Sum Successive Differences), который вычисляется как среднее значение суммы квадратов разностей последовательных RR-интервалов. Чем стабильнее ритм, тем меньше разности между кардиоинтервалами и тем ниже значение RMSSD. Наоборот рост этого показателя указывает на увеличение активности парасимпатической системы. Соотношение между автономным и центральным контурами регуляции сердечного ритма хорошо отражает индекс централизации:

$$\text{ИЦ}=(\text{MB1}+\text{MB2})/\text{ДВ}.$$

Этот показатель позволяет судить об активности сердечно-сосудистого подкоркового центра, связанного с деятельностью высших уровней управления.

4. МОЩНОСТЬ МЕДЛЕННЫХ ВОЛН 1-ГО ПОРЯДКА (ВАЗОМОТОРНЫХ ВОЛН). Этот показатель (МВ-1) характеризует состояние системы регуляции сосудистого тонуса. 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 секунд; в среднем оно равно 10 секундам. Поэтому в ритме сердца можно обнаружить волны с частотой 0,1 гц (10 с.), которые получили название вазомоторных. Впервые эти волны наблюдали Майер с соавторами (1931) и поэтому они иногда называются волнами Майера.

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 сердечного ритма. Активность вазомоторного центра падает с возрастом и у лиц пожилого возраста этот эффект практически отсутствует. Вместо медленных волн 1-го порядка, увеличивается мощность медленных волн 2-го порядка. Это означает, что процесс регуляции артериального давления осуществляется при участии неспецифических механизмов путем активации симпатического отдела вегетативной нервной системы. Обычно в норме процентная доля вазомоторных волн в положении "лежа" составляет от 15 до 35-40%.

5. МОЩНОСТЬ МЕДЛЕННЫХ ВОЛН 2-ГО ПОРЯДКА (МВ-2). Спектральная составляющая сердечного ритма в диапазоне 0,05-0,015 гц (20-70 с) по мнению многих зарубежных авторов (Pagani M., 1989, 1994, Maliani, 1991) характеризует активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. Однако, в данном случае речь идет о надсегментарном уровне управления, поскольку амплитуда МВ-2 тесно связана с психо-эмоциональным напряжением (Кудрявцева В.И., 1974, Меницкий Д.Н., 1978). Данные Н.Б.Хаспековой (1996) достоверно показали, что МВ-2 отражает церебральные эрготропные влияния на низележа-

шие уровни управления и позволяет судить о функциональном состоянии мозга при психогенной и органической патологии мозга. Таким образом, МВ-2 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 МВ-2 составляет 15-30% суммарной мощности спектра.

6. АРИТМИЯ - показатель наличия и выраженности аритмичных сердечных сокращений. К аритмии относятся внеочередные сокращения или задержка очередного сокращения. В первом случае это связано с повышенной возбудимостью миокарда или нервных центров. При этом различают внутрижелудочковые и внежелудочковые (суправентрикулярные) внеочередные сокращения (экстрасистолы). Во втором случае речь идет о блокировании возбуждения распространяющегося по сердечной мышце в результате функциональных или органических нарушений. Независимо от вида нарушений ритма число аритмий может выражаться в % к общему числу сердечных сокращений. В норме не должно быть более 1-2% аритмий, т.е. на 100 сердечных сокращений 1-2 аритмичных сокращения. Поскольку повышенное число аритмий - признак развития патологии, следует с осторожностью относиться к этому показателю. При оценке аритмий особенно важно учитывать так называемые "критические пороги"- предельные значения показателя. Превышение которого требует немедленного обращения к врачу. Показатель аритмий не входит в оценку ПАРС и выдается в заключении отдельно. Это обусловлено, во-первых, клинической значимостью аритмий; во-вторых, тем, что при математическом анализе ритма сердца единичные аритмии исключаются из расчетов и интерполируются соседними значениями RR-интервалов. Если в массиве RR-интервалов имеется более 2-4% аритмий, особенно если это не единичные, а групповые аритмии, то целый ряд показателей не вычисляется. Это полностью относится к спектральному анализу.

2.4. Оценка функциональных резервов организма

Выше проблема оценки функциональных резервов (ФР) была рассмотрена с позиций системного подхода. Было показано, что этот показатель можно оценить косвенно по степени напряжения регуляторных систем. В единой функциональной системе, формируемой для поддержания равновесия между организмом и окружающей средой, сохранение внутреннего гомеостаза является главной целью. Для этого мобилизуются ФР, что проявляется определенной величиной напряжения регуляторных механизмов. Чем ниже ФР организма, тем более высокое напряжение регуляторных механизмов требуется для поддержания гомеостаза. Однако, косвенная оценка ФР по степени напряжения регуляторных механизмов не дает ответа на вопрос о том, каков же запас ФР, какие нагрузки мог бы перенести организм, где предел его устойчивости. Иными словами косвенная оценка ФР по степени напряжения регуляторных механизмов дает диагностическую, но не прогностическую информацию. Для того чтобы прогнозировать возможные реакции организма на изменения условий окружающей среды целесообразно использовать

функциональные нагрузочные тесты. При этом для получения сравнимых данных важно предъявлять разным людям одни и те же дозированные нагрузки.

Несмотря на наличие огромного числа функциональных нагрузочных тестов выбор их для использования при массовых донозологических обследованиях населения весьма ограничен. Это обусловлено ограничениями по времени обследования, по объему используемой аппаратуры и по состоянию обследуемых лиц. Последнее связано с тем, что многим людям особенно старшего возраста противопоказаны пробы с физическими нагрузками, в то время как молодым людям должны предъявляться нагрузки, адекватные их резервным возможностям. Мы предлагаем использование наиболее простого функционального теста - активной ортостатической пробы. Он позволяет оценивать резервные возможности системы регуляции кровообращения, что можно считать достаточным, имея в виду принятую нами концепцию о сердечно-сосудистой системе, как индикаторе адаптационных реакций всего организма.

При ортостатической пробе регистрация сердечного ритма и артериального давления проводится в положениях "лежа" и "стоя". Обычная схема исследований включает 5-и минутные отрезки записи в каждом из положений и 1,5-2 минуты на переходный процесс. Измерения артериального давления проводятся обычно трижды. в положении "лежа" - в конце этого периода, сразу же после перехода в положение "стоя" и в конце этого периода. Важное значение имеет анализ переходного процесса, так как здесь проявляются индивидуальные особенности барорефлекторной реакции и типа регуляции. Ортостатический индекс (ОИ) по Б.М. Кушелевскому вычисляется по формуле:

$$\text{ОИ} = \frac{\text{ЧП (стоя)}}{\text{ЧП (лежа)}} + \frac{\text{САД (стоя)}}{\text{САД (лежа)}} + \frac{\text{ДАД (стоя)}}{\text{ДАД (лежа)}};$$

где ЧП-частота пульса в уд/мин., САД и ДАД - систолическое и диастолическое артериальное давление в мм.рт.ст.

Существует две разновидности ортостатических проб: активная и пассивная. Последняя проводится с помощью специального поворотного стола и является более щадящей, так как пациент фиксирован к столу и от него не требуется активных усилий для перехода в положение "стоя". Для некоторых больных (например, после перенесенного инфаркта) это единственный способ исследования функциональных резервов системы кровообращения.

2.5. Алгоритмы оценки адаптационных возможностей организма при массовых донозологических обследованиях

Вопросы построения алгоритмов распознавания различных классов донозологических состояний являются основными при решении задач автоматизации массовой донозологической диагностики, связанной с обследованием больших контингентов населения. Здесь необходим отбор наиболее информативных показателей, их минимизация с разработкой оптимальных решающих правил. Алгоритм, как точное предписание о порядке выполнения некоторой системы действий или операций, приводящих к решению поставленной задачи, должен опираться

ся на научно обоснованные критерии. В данном случае, говоря об алгоритмах донозологической диагностики, имеются в виду физиологические критерии.

Особенностью разработки алгоритмов донозологической диагностики является отсутствие каких-либо аналогов в литературе и учебниках, как это имеет место при создании автоматизированных систем для клинической диагностики. Опыт диагностики заболеваний накапливался веками. Этот опыт реализован в хорошо разработанных перечнях симптомов и синдромов для конкретных заболеваний, дифференциально-диагностических признаках и прогностических критериях. Иначе обстоит дело с донозологической диагностикой, которая целиком базируется на физиологических критериях, еще не получивших широкого распространения и недостаточно известных врачам. Поэтому, создать хорошо обоснованные алгоритмы донозологической диагностики означает обеспечить унификацию заключений по результатам автоматизированных массовых донозологических обследований.

Различные физиологические показатели, используемые при оценке функционального состояния, имеют разную информативность и, соответственно вносят неодинаковый вклад в получение окончательного результата в постановку донозологического диагноза. Известно, что при снижении адаптации организма, ухудшение его функционального состояния происходит за счет неоднозначного изменения показателей, так как процессы компенсации и поддержания гомеостаза протекают по-разному в зависимости от исходного функционального состояния, возраста и пола. Это дало основание ввести представление о донозологическом синдроме как показателе комплекса определенных отклонений отдельных показателей. Распознавание донозологических синдромов могло бы явиться одним из эффективных принципов построения системы автоматической оценки функциональных состояний.

Каждое из рассматриваемых нами 4-х функциональных состояний может быть названо донозологическим синдромом, имеющим свою специфику в зависимости от пола, возраста и других особенностей микропопуляции (профессия, климатические условия и др.). Поэтому важно установить физиологические критерии, позволяющие с достаточной достоверностью отнести каждого пациента к определенному классу функциональных состояний. Важным этапом разработки диагностического алгоритма является изучение информативности отдельных показателей (симптомов), что необходимо для выбора наиболее эффективного и минимального их набора.

2.5.1. Отбор информативных признаков

Для отбора наиболее информативных признаков мы использовали нормативно-статистический подход. Нормативно-статистический подход заключается в сравнительном анализе среднegrupповых показателей в микропопуляциях различных по полу, возрасту и функциональному состоянию. Для решения этой задачи были использованы результаты массовых обследований 500 пациентов (ра-

ботников 3-да "Экситон"), разделенных на 20 групп (таблица 8). Разделение пациентов на группы З,Ж1, Ж" и К по адаптационным возможностям организма на данном этапе работы проводилось экспертным путем.

Таблица 8. Среднегрупповые значения физиологических показателей в зависимости от возраста, пола и функционального состояния

Степени адаптации	Возраст лет	Дельта веса	Д П	АД max	Д min	КГ	КГ	БКГ	И н
1	2	3		5				9	0
М У Ж Ч И Н Ы									
Удовлетворительная адаптация	о	Д 25	-	116,9				11,	
		3,6	5,0	+2,1	0,6	,0	,3	0	7
		+1,9	+2,2	116,2	+1,8	+0,0	+0,1	+0,8	+10
	26-40	4,3	76,9	+1,1	74,1	1,0	1,2	9,6	112
Функциональное напряжение		+2,5	+3,1	114,0	+2,0	+0,0	+0,1	+0,9	+22
	ст. 40	5,8	75,6	+3,5	72,0	1,0	1,0	7,4	95
		+2,4	+7,5		+5,2	+0,0	+0,0	+1,1	+20
	о	Д 25	-	130,5				10,	
	6,2	7,1	+2,4	4,2	,4	,3	0	73	
	+1,1	+2,4	125,8	+1,2	+0,1	+0,1	+0,6	+73	
26-40	5,8	75,7	+2,4	80,0	1,3	1,8	8,6	123	
Неудовлетворительная адаптация		+1,8	+1,4	129,0	+1,4	+0,1	+0,1	+0,6	+23
	ст. 40	7,9	71,4	+4,5	77,0	1,1	1,8	6,1	200
		+2,8	+4,0		+2,0	+0,1	+0,1	+0,1	+47
	о	Д 25	-	138,2				8,6	
	1,2	9,2	+5,2	0,0	,6	,6	+2,2	03	
	+3,7	+3,1	140,0	+5,6	+0,2	+0,2	8,6	+91	
26-40	6,0	80,0	+8,3	88,5	1,7	2,4	+1,8	156	
Срыв адаптации		+2,6	+3,6	140,0	+5,1	+0,2	+0,3	5,1	+24
	ст. 40	6,9	77,7	+3,3	84,1	1,7	2,6	+0,5	148
		+1,9	+2,4		+1,8	+0,14	+0,1		+28
	с	7		170,0				3,5	
т. 40	,44	6,6		6,6	,2	,1		59	
Ж Е Н Щ И Н Ы									
Удовлетворительная адаптация	о	Д 25	-	11,1				7,9	
		0,7	1,8	+1,0	9,6	,0	,2	+0,3	6
		+0,8	+1,1	111,2	+1,0	+0,01	+0,1	6,7	+8
26-40	10,7	73,0	+1,2	68,1	1,0	1,3	+0,3	97	

	ст. 40	+1,4 10,2 +4,7	+1,5 78,0 +2,1	116,2 +3,2	+1,0 70,0 +3,5	+0,0 1,0 +0,0	+0,2 1,2 +0,2	7,0P>+1,9	+9 -
Функциональ- ное напряжение	о Д 25	,0 +3,1	2 9,3 +2,9	122,7 +2,1 118,4P>+1,8	8,1 +1,4	,3 +0,1	,9 +0,1	+0,6 5,9	83 +18
	26-40	11,6 +1,6	74,3 +1,4	125,1 +2,9	74,4 +1,1	1,2 +0,1	1,9 +0,1	+0,3 5,6	133 +18
	ст. 40	15,4 +1,9	75,2 +2,3		76,3 +1,7	1,4 +0,1	1,9 +0,1	+0,5	-
Неудовлетвори- тельная адаптация	о Д 25	,5 +5,6	7 2,0 +5,6	113,7 +8,1 130,9	2,5 +2,1	,7 +0,2	,2 +0,2	+0,8 4,5	20 +32
	26-40	17,7 +1,6	76,8 +1,5	+2,6 134,2	79,8 +1,3	1,8 +0,1	2,7 +0,1	+0,3 4,1	189 +35
	ст. 40	16,9 +2,2	77,7 +4,6	+4,2	77,0 +2,5	1,6 +0,1	2,7 +0,13	+0,4	157 +20
Степени адапта- ции	с т. 40	8,0 +2,6	1 1,8 +7,1	150,8 +7,8	3,5 +3,4	,3 +0,1	,2 +0,1	+0,6	4,8 76 +36

При сравнительном статистическом анализе возрастных различий средне-групповые значения показателей у лиц от 26 до 40 лет и старше 40 лет сопоставлялись с аналогичными показателями у лиц того же пола в возрасте до 25 лет (при одинаковых оценках функционального состояния). При сравнительной оценке использовали доверительный интервал равный 95 % ($p < 0.05$), что является наиболее приемлемым в медико-биологических исследованиях. Наиболее четкие возрастные отличия определяются по дефициту массы тела. Этот показатель достоверно увеличивается с возрастом. В подавляющем большинстве случаев определяется возрастное снижение амплитуды II сегмента БКГ, особенно у лиц старше 40 лет. Возрастное увеличение степени отклонения БКГ наблюдается у мужчин в состоянии функционального напряжения и у женщин с неудовлетворительной адаптацией. Изменения частоты пульса и ЭКГ в связи с возрастом практически отсутствуют, колебания артериального давления наблюдаются у женщин 26-40 лет, при этом, состояние функционального напряжения характеризуется снижением систолического и диастолического давления, а состояние неудовлетворительной адаптации - их повышением.

Таким образом, возрастные изменения сократительной способности миокарда и дефицит массы тела у мужчин и женщин выявляются независимо от функционального состояния организма. Изменения артериального давления и миокардиально-гемодинамического гомеостаза (по степени отклонений БКГ) в связи с возрастом у мужчин проявляются в состоянии функционального напряжения, у женщин - в состоянии неудовлетворительной адаптации.

Большой интерес представляет анализ различий физиологических показателей у лиц разного пола. Для этого сравнивали среднегрупповые данные мужчин и женщин в аналогичных по возрасту и функциональному состоянию группах. Основные различия выявлены по избытку массы тела и сократительной функции миокарда. У женщин избыточная масса во всех группах была больше, а амплитуда ИЖ БКГ - меньше (исключение составляли женщины старше 40 лет со срывом адаптации, у которых уровень внешней работы сердца выше, чем у мужчин). Отмечено также более низкое систолическое и диастолическое артериальное давление у женщин, большинства рассматриваемых групп.

Наиболее значительные различия среднегрупповых значений физиологических показателей наблюдаются при неодинаковых функциональных состояниях. При сравнении соответствующих возрастно-половых групп установлено, что у мужчин наиболее информативными показателями являются: АД(макс), АД(мин), ЭКГ, БКГ; у женщин - АД(макс), ЭКГ, БКГ и ИЖ БКГ. Указанные показатели в большинстве групп статистически достоверно отличаются от аналогичных среднегрупповых значений в равнозначных по полу и возрасту группах с удовлетворительной адаптацией организма к условиям среды.

Таким образом, в физиологических критериях для распознавания донологических состояний должны учитываться пол и возраст пациентов. Представленные в [таблице 8](#) данные можно рассматривать как нормативные значения физиологических показателей и на их основе строить соответствующие алгоритмы распознавания функциональных состояний.

С целью верификации отобранных нами наиболее информативных показателей аналогичное нормативно-статистическое исследование было проведено на другом массиве данных, которые были получены при обследовании 1960 рабочих и служащих завода "Экситон".

В [таблице 9](#) представлены среднегрупповые значения семи физиологических показателей при различных функциональных состояниях организма. Как видно из этой таблицы, межгрупповые различия всех показателей (кроме ДМТ в группах Ж2 и К) статистически достоверны ($p < 0,01$). Это означает, что данный набор показателей достаточно информативен для распознавания функциональных состояний. Используя табличный алгоритм с фиксированными пределами значений показателей для каждого из функциональных состояний, можно обеспечить достаточное для практических целей распознавание состояний от удовлетворительной адаптации до срыва адаптации.

Таблица 9. Среднегрупповые значения физиологических показателей при различных функциональных состояниях организма (М \pm м)

Показатели	Удовлетворительная адаптация	Функциональное напряжение	Неудовлетворительная адаптация	Степени адаптации
Возраст, лет	17,3 \pm 0,03	20,9 \pm 0,03	25,6 \pm 0,03	28,2 \pm 0,04

	ДМТ , кг	3,55±0,47	6,71±0,46	14,4±0,53	15,4 ±1,09
	ЧП, уд/мин	72,5±0,46	7,45±0,47	76,7±0,49	83,6 ±1,3
	САД, мм.рт.ст	112,0±0,42	123,2±0,55	133,3±0,79	159, 6±2,3
	ДАД , мм.рт.ст	71,9±0,38	77,7±0,38	83,4±0,49	93,7 ±1,3
	ЭКГ, балл	1,03±0,008	1,38±0,02	1,76±0,02	2,3± 0,06
	БКГ, балл	1,29±0,02	1,91±0,01	2,72±0,02	3,16 ±0,04

2.5.2. Разработка алгоритмов донозологической диагностики на основе применения пошагового регрессионного анализа

Пошаговый регрессионный анализ проводился с помощью пакета прикладных программ BMDP (программа 2M). Использовался уже упомянутый информационный массив по 1960 обследованиям на заводе "Экситон". В качестве независимой переменной было принято значение экспертной оценки функционального состояния (ФС = 1,2,3,4); в качестве зависимых переменных использовались 9 показателей (САД, ДАД, ЧП, ДМТ, В, П, БКГ, ЭКГ, ИБ, БКГ). В результате пошагового регрессионного анализа было отобрано 7 показателей, обеспечивающих получение коэффициента множественной корреляции с оценкой функционального состояния (ФС), равного 0,88.

Вид уравнения множественной регрессии был следующим:

$$\text{ФС} = 0,08(\text{В}) - 0,06(\text{П}) + 0,006(\text{ИБ}) + 0,002(\text{ЧП}) + 0,012(\text{САД}) + 0,3(\text{ЭКГ}) + 0,62(\text{БКГ}) - 1,47, (1)$$

где: В - возраст (1 - до 25 лет; 2 - 26-40 лет; 3 - старше 40 лет); П - пол (М=1, Ж=2), ИБ - индекс Брока - соотношение массы тела с ростом в кг; ЧП - частота пульса в уд/мин; САД - систолическое артериальное давление в мм.рт.ст.; ЭКГ и БКГ степень изменения - в баллах - (1-норма, 2 - умеренные изменения, 3 - выраженные изменения, 4 - резкие или клинически значимые изменения).

Полученное уравнение множественной регрессии представляет не только практический интерес, как алгоритмическое решение задачи распознавания функциональных состояний, но и как математическая модель. В данной модели каждый показатель как бы "взвешен" по своему вкладу в формирование функционального состояния. О соотношении "весов" отдельных показателей дает представление [таблица 10](#), где даны результаты множественного корреляционного анализа на каждом из шагов работы программы. На первом шаге отобран показа-

тель, имеющий наибольший коэффициент корреляции с оценкой ФС. Этот коэффициент достаточно велик ($r=0,80$) для самостоятельного использования этого показателя (БКГ) в целях распознавания функциональных состояний. На втором-третьем месте стоят САД и ЭКГ.

Таблица 10. Результирующая таблица пошагового регрессионного анализа

N шага	Переменные	Приращение		
1 2 3	БКГ	0,	0,	0
	САД	806	650	,650
	ЭКГ	0,856	0,732	0,082
4 5 6 7	ДМТ	0,	0,	0
	Возраст	877	770	,009
	ЧП	0,897	0,773	0,003
	Пол	0,879	0,774	0,001
		0,880	0,775	0,001

Указанные три показателя вместе дают коэффициент множественной корреляции с ФС, равный 0,87. Таким образом, вполне достаточным для автоматического распознавания функциональных состояний явилось бы измерение 3-х показателей (БКГ, ЭКГ и САД). При этом, алгоритм в виде уравнения множественной регрессии имеет следующий вид:

$$ФС = 0,69 (БКГ) + 0,13 (САД) + 0,3 (ЭКГ) - 1,36. (2)$$

Физиологическая интерпретация данного уравнения как математической модели функционального состояния организма, с нашей точки зрения, достаточно ясна. Бесспорно, ведущей в процессе адаптации сердечно-сосудистой системы к условиям окружающей среды является механическая активность сердца (БКГ), благодаря которой обеспечивается доставка питательных веществ и кислорода всем тканям организма. Механическая активность в значительной мере зависит от наполнения сердца кровью и периферического сосудистого сопротивления, что отражается показателем САД. Третий компонент функциональной системы - биоэлектрические процессы в миокарде (ЭКГ) характеризуют управление механическими и гемодинамическими проявлениями сердечной деятельности, ибо функции автоматизма, проводимости и возбудимости составляют как бы первичный контур системы кровообращения. Здесь уместно вспомнить слова основоположника баллистокардиографии, известного американского кардиолога И. Старра (1946): "Сердце - это не только динамо, но и насос". Придавая ведущее значение ЭКГ-исследованиям, мы обычно забываем, что главная функция сердца это обеспечение движения крови в сосудистом русле, а биологические процессы в миокарде направлены на обеспечение именно этой главной насосной функции сердца.

Если обратиться к первому, более полному уравнению множественной регрессии, то математическая модель сердечно-сосудистого гомеостаза может быть дополнена еще одним гомеостазом, который можно условно назвать энергометаболическим. Этот гомеостаз включает в себя показатели ИБ, ЧП, В и П. Известно, что росто-весовые соотношения в значительной мере зависят от процессов обмена веществ и энергии. Частота пульса может рассматриваться как интегральный показатель уровня функционирования сердечно-сосудистой системы, который зависит от энергетических потребностей организма. Включение в состав энергометаболического гомеостаза показателей возраста и пола отражает возрастную-половую обусловленность процессов энергетического и метаболического обеспечения. На рис.14 энергометаболический гомеостаз представлен в виде блок-схемы, характеризующей связь между составляющими его элементами. Учитывая, что факторы пола и возраста существенно влияют не только на энерго-метаболические процессы, мы провели пошаговый регрессионный анализ данных в каждой возрастно-половой группе. Полученные результаты представлены в таблице 11.

Таблица 11. Регрессионные модели функциональных состояний организма в разных возрастно-половых группах

Пол	Возраст	МТ	АД	КГ	КГ	П	Свободный член	
М	до 25 лет	,014	,018	,40	,56	-	,90	,81
	26-40 лет	0,008	0,016	0,31	0,45	-	1,45	0,82
	с 40 лет	-	0,014	0,21	0,63	-	1,12	0,83
Ж	до 25 лет	,006	0,013	,013	,48	-	,47	,81
	26-40 лет	0,006	0,010	0,35	0,67	-	1,45	0,82
	с 40 лет	0,005		0,25	0,67	0,004	1,18	0,83
		-0,06 0,08						
		,004	,012	,31	,62	,002	,40	,82

Работа пошагового регрессионного анализа была организована таким образом, что отбор показателей завершался на "шаге", в результате которого приращение квадрата множественной корреляции становилось ниже 0,002. Поэтому в разных возрастно-половых группах было отобрано разное число показателей. Можно отметить, что в одинаковых возрастных группах мужчин и женщин были получены одинаковые коэффициенты множественной регрессии с ростом их значений при увеличении возраста. Показатели сердечно-сосудистого гомеостаза (БКГ, СКГ, ЭКГ) присутствуют в математических моделях во всех возрастно-половых группах. Показатель ИБ энерго-метаболического гомеостаза у мужчин включается в модель только в молодом и среднем возрасте, а у женщин во всех возрастных группах. Показатель ЧП - энерго-метаболического гомеостаза вклю-

чается в модель только у женщин в среднем и старшем возрасте. Таким образом, выявляется существенное различие между старшими возрастными группами мужчин и женщин. У первых в математическую модель входят только показатели сердечно-сосудистого гомеостаза: сердечно-сосудистый и энерго-метаболический. Это можно объяснить тем, что развитие возрастных и, в частности, климактерических изменений в организме женщин ведет к повышению роли энерго-метаболических процессов в адаптационных реакциях. Для получения алгоритмов донозологической диагностики с различными наборами физиологических показателей был проанализирован информационный массив, включающий результаты обследования 935 человек-рабочих и служащих совхоза "Московский", в том числе: 560 мужчин и 375 женщин (средний возраст обследованных - 35,5 лет). Полученные уравнения множественной регрессии представлены в таблице 12.

Таблица 12. Регрессионные модели функциональных состояний организма (алгоритмы донозологической диагностики) для различных наборов физиологических показателей

N пп	Физиологические показатели	Коэффициенты множественной регрессии для различных моделей		
		1	2	3
	Рост, см	-0,001	-0,004	-0,009
	МТ, кг	-0,001	0,006	0,009
2	ЧП, уд/мин	0,003	0,009	0,011
3	САД, мм.рт.ст.	0,010	0,013	0,014
4	ДАД, мм.рт.ст.	0,003	0,005	0,008
5	Возраст, лет	0,006	0,011	0,014
6	Пол (М-1, Ж-2)	0,71	0,029	0,005
7	ЭКГ, балл	0,193	0,313	-
8	БКГ, балл	0,628	-	-
9	Свободный член	-1,206	-1,039	-0,273
	R	0,87	0,75	0,71

Из этой таблицы видно, что более полный набор физиологических показателей позволяет получить очень высокий коэффициент множественной корреляции расчетного значения ФС с экспертной оценкой ($r = 0,87$). Важно отметить, что это уравнение, по существу мало отличается от уравнения по тем же показателям, полученным на другом информационном массиве (см. выше). Получение однотипных регрессионных моделей при использовании данных, полученных в разных сериях массовых обследований подтверждает возможность объективной оценки функциональных состояний организма с помощью предлагаемых алгоритмов донозологической диагностики.

Учитывая, что в широкой медицинской практике не используется метод баллистокардиографии, были разработаны алгоритмы, основанные на применении

показателей, традиционных для диспансерных обследований. В [таблице 12](#) - это уравнения 2 и 3. Они отличаются лишь тем, что в одном из них используется только ЭКГ, что дает снижение коэффициента множественной корреляции с 0,87 до 0,75.

Наиболее простой алгоритм донозологической диагностики основан на показателях, подлежащих обязательному измерению при диспансерных осмотрах (САД, ДАД, ЧП, Рост, МТ, Возраст, Пол). Несмотря на относительно низкую точность оценки функционального состояния ($r = 0,71$), этот алгоритм вполне обеспечивает возможность динамического контроля за выделенными группами здоровых и практически здоровых людей. Диагностические возможности данного алгоритма вытекают из физиологической интерпретации математической модели, которая идентифицируется рассматриваемым уравнением:

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

и характеризует связь между миокардиально-гемодинамическим (ЧП, САД, ДАД) и структурно-метаболическим (Р, МТ) гомеостазом. При этом, показатель В играет роль элемента обратной связи между этими гомеостазом (см. рис. 10). Из рисунка видно, что каждый из элементов модели подвержен влиянию факторов внешней среды. Миокардиально-гемодинамический гомеостаз оперативно реагирует на изменения условий окружающей среды, обеспечивая адекватное изменение транспорта кислорода и питательных веществ.

Сердечно-сосудистая система как чувствительный индикатор адаптационных реакций целостного организма первой реагирует на все колебания условий внешней среды, является регулятором внутренней среды организма, поддерживая гомеостаз его органов и систем путем их адекватного кровоснабжения. Структурно-метаболический гомеостаз участвует в обеспечении долговременной адаптации к окружающим условиям. Он определяет интенсивность обмена веществ в организме и может действовать по анаболическому или катаболическому типу. Возраст как фактор, ведущий к снижению адаптационных возможностей организма, усиливает активность миокардиально-гемодинамического гомеостаза по мере перехода от катаболического к анаболическому типу обмена веществ. С увеличением возраста растет и избыточная масса тела, усиливается риск возникновения заболеваний, связанных с нарушением липидного обмена. По данным Г. Геллера с соавт. (1979), индекс Брока хорошо коррелирует с такими параметрами липидного обмена, как содержание в крови холестерина и мочевой кислоты. Из модели следует, что структурно-метаболический гомеостаз характеризуется, по существу, индексом Брока, так как избыточный вес тела больше, чем больше масса тела (+) и чем меньше рост (-).

Упрощенный алгоритм донозологической диагностики хорошо описывает функциональные состояния, где сохраняется устойчивая взаимосвязь между основными физиологическими показателями. Как следует из данных, представленных в главе 3, факторная структура показателей, входящих в математическую модель остается неизменной в состояниях З и Ж1, а начиная с Ж2, происходят за-

метные изменения факторной структуры то есть, изменяются соотношения между физиологическими показателями. Поскольку распознавание функциональных состояний с помощью упрощенного алгоритма происходит без использования показателей ЭКГ и БКГ "вес" которых в полном алгоритме весьма значителен, пороги для разделения лиц на группы по функциональным состояниям требуют определенной коррекции.

Если при полном наборе показателей (модель 1 в [таблице 12](#)) границы между состояниями "З", "Ж1", "Ж2" и "К" могут быть приняты соответственно равными 2,01; 3,01; 4,01, то при сокращенном наборе показателей (модели 2 и 3), эти пороги требуют коррекции. Для широко используемой нами модели 3 такая коррекция была проведена путем повторной экспертной оценки результатов анализа упомянутого выше массива (935 человек). При проверке совпадения автоматических оценок с экспертными оказалось, что для группы лиц в состояниях удовлетворительной адаптации (З), была характерна гипердиагностика, то есть относительное число лиц старшего возраста с относительно высокими цифрами артериального давления (в пределах возрастной нормы) попадало в группу Ж1. Вместе с тем, лица со срывом адаптации из-за отсутствия данных ЭКГ и БКГ нередко попадали в группу Ж2, то есть в этом случае, имела место гиподиагностика. Поэтому при сохранении неизменным порога разделяющего состояния Ж1 и Ж2, два других порога были скорректированы: порог между состояниями З и Ж1 был увеличен с 2,10 до 2,59, а порог между состояниями Ж2 и К был уменьшен с 4,1 до 3,49. Новые пороги были установлены путем нескольких повторных проверок разных порогов на отобранном массиве данных 2000 обследованных тремя независимыми экспертами.

2.5.3. Алгоритмы донозологической диагностики на основе использования дискриминантного анализа

Рассмотренные выше алгоритмы донозологической диагностики на основе регрессионных моделей физиологических состояний исходят из представления о том, что вся шкала переходов от одного состояния к другому может быть описана линейной функцией. На самом деле, сложные физиологические и патологические процессы адаптации организма к условиям окружающей среды вряд ли имеют линейный характер. Это обусловлено тем, что на разных стадиях адаптации взаимодействие процессов гомеостаза, компенсации и собственно адаптационных механизмов складывается по-разному. Пространства, в которых разворачиваются процессы взаимодействия организма со средой, крайне неоднородны и поэтому для точного их описания, следовало бы использовать более конкретные математические методы, в частности нелинейные регрессионные уравнения или полиномы различной степени. Однако, создание адекватных математических моделей с использованием сложного математического аппарата, по-видимому, дело отдаленного будущего. Оно требует дальнейшего накопления данных и привлечения к проблеме серьезным математическим силам. На современном этапе, одним из путей повышения точности распознавания донозологических состояний является ис-

пользование дискриминантного анализа. Это один из общепризнанных методов теории распознавания [Антомонов Ю.Г., 1987].

Суть дискриминантного анализа состоит в том, что в пространстве состояний строится ряд линий, каждая из которых пересекает центр области, соответствующий определенному функциональному состоянию. Решающее правило состоит, таким образом, из набора уравнений число которых равно числу распознаваемых состояний. Чем ближе к центру соответствующей области функциональное состояние обследуемого пациента, тем меньше величина получаемого в результате вычисления числового показателя.

Для разработки алгоритма донозологической диагностики на основе дискриминантного анализа был использован пакет прикладных программ ВМДР-7М. Анализировался массив данных, полученных при обследованиях в совхозе "Московский". Данные были предварительно расклассифицированы на основе экспертной оценки. База данных включала 35 показателей, полученных при обследовании 705 лиц и была сформирована на ЭВМ ЕС 1033. Эта база является одним из информационных массивов банка данных, созданного по результатам обследования 1950 человек в совхозе "Московский". В группе 705 человек удовлетворительная адаптация наблюдалась у 48, функциональное напряжение - у 399, неудовлетворительная адаптация - у 246 и срыв адаптации - у 12 человек. Программа пошагового дискриминантного анализа должна найти такой набор показателей, на основе которого возможно с высокой достоверностью разделить отдельные функциональные состояния. В результате процедуры дискриминантного анализа, были выделены четыре таких показателя как: САДп (систолическое артериальное давление в покое), ЭКГ, БКГ, СКГ. Функции классификации представлены в таблице 13.

Таблица 13. Алгоритмы донозологической диагностики на основе дискриминантного анализа

Показатели	Коэффициенты дискриминантных функций			
	Удов-летво- рительная адаптация	Функ- циональ- ное напряже- ние	Не- удовлетво- рительная адаптация	Срыв адаптации
САДп	0,71	0,72	0,77	0,84
ЭКГ	4,68	6,32	7,76	9,83
СКГ	2,68	4,20	5,21	7,66
БКГ	5,55	11,72	18,25	19,56
Кон- станты:	-49,8	-85,45	-92,40	-116,90

Исходя из сущности дискриминантного анализа как метода распознавания близости данного набора значений показателей к соответствующей области в пространстве состояний, производится расчет по 4-м уравнениям. Полученные ре-

зультатирующие значения сравниваются и наименьший результат указывает к какому из функциональных состояний относится обследуемый пациент. При сравнении оценок, полученных по описанному алгоритму с экспертными оценками, процент верных оценок составляет: 82,3 % и 82,7 %. При этом, по отдельным функциональным состояниям процент ответов равняется соответственно: З - 85.4 % ; Ж1 - 83.2 %; Ж2 - 81.50 % и К - 83.7 %. Таким образом, точность донозологической диагностики при использовании дискриминантного анализа достаточно высока при решении практических задач для массовых прогностических обследований населения.

Одним из серьезных недостатков классического дискриминантного анализа является то, что он позволяет решать задачи дискретного типа, т.е. относить исследуемый объект к конкретному классу объектов. Если же мы имеем дело с непрерывным рядом постепенно переходящих друг в друга функциональных состояний, то важное значение приобретают не столько диагностика определенного класса состояний, сколько оценка степени близости конкретного состояния к тому или иному классу. В частности, это важно для оценки уровня здоровья лиц, находящихся в зонах перехода из одной группы в другую. Подобная задача хорошо решается при проведении дискриминантного анализа с вычислением так называемых канонических переменных.

Каноническая дискриминантная функция является линейной комбинацией дискриминантных переменных и являются мерой связи (степени зависимости) между группами и дискриминантной функцией. Каноническая переменная L характеризует целый комплекс переменных (физиологических показателей) и по существу может рассматриваться как некоторое конкретное состояние в пространстве состояний. Каждый из классифицируемых объектов находится в определенной точке пространства состояний и его положение может быть точно вычислено. Расстояние между классами объектов в пространстве состояний является мерой сходства и различия классифицируемых объектов и классов. Такого рода представление физиологической сущности канонических переменных обеспечивает понимание того, что переход из одного состояния в другое является не дискретным, а непрерывным процессом.

2.5.4. Факторная структура функциональных состояний

При разработке алгоритмов донозологической диагностики весьма перспективным направлением является оценка взаимосвязей между различными физиологическими показателями. При пошаговом регрессионном анализе мы фактически определяем эти взаимосвязи по вошедшим в уравнение показателям. При дискриминантном анализе мы формируем канонические переменные, которые характеризуют комплекс взаимосвязанных показателей. С точки зрения теории функциональных систем (Анохин П.Г., 1965) анализ взаимосвязей в биологической системе направлен на определение структуры доминирующей в данных условиях функциональной системы. Таким путем мы подходим к пониманию механизма управления функциями и диагностике его нарушений при переходе от здоровья к

болезни. Одним из информативных методов для оценки особенностей взаимосвязи показателей в сложных системах является факторный анализ, позволяющий выделять отдельные группы взаимосвязанных показателей - так называемые - факторы. Факторный анализ предназначен для интерпретации корреляционных связей между показателями путем извлечения факторов, определяющих эти корреляции (Окунь Я., 1974). Факторный анализ исследует полную дисперсию всех показателей, чтобы выделить определенное число компонентов, обуславливающих корреляции в группах показателей. Для каждого из выделенных факторов определяется факторная нагрузка, которая представляет собой сумму коэффициентов корреляции между показателями, входящими в данный фактор.

Рассмотрим результаты факторного анализа в группе мужчин и женщин старше 40 лет (см. [таблицу 14](#)). У мужчин состав 1-го фактора характеризует сердечно-сосудистый гомеостаз, 2-го фактора - энергометаболический гомеостаз. 3-й фактор отражает сократительную функцию сердца (силу сокращений) и по своей значимости (величине факторной нагрузки) вполне сопоставим со 2-м фактором. В этой связи следует упомянуть учение о пресбикардии, развитое американским кардиологом В.Доком (1961), который считал, что сила сердечных сокращений естественным путем снижается с возрастом в результате атеросклероза сердца и сосудов, а также уменьшения интенсивности метаболических процессов в миокарде. Возможно поэтому показатель И, отражающий скорость, с которой сердце выбрасывает кровь в крупные сосуды, выделился в особый фактор (инотропный), так как величина этого показателя (амплитуда И) определяется не только гемодинамическими, но и энергометаболическими факторами. Это особенно наглядно проявляется в группе женщин, где 3-й фактор содержит показатели И и ИБ. Вместе с тем ИБ входит и в 1-й фактор, отражая высокую значимость энергометаболических процессов для функционирования сердечно-сосудистого гомеостаза. Другой элемент энергометаболического гомеостаза - ЧП вошел в состав 2-го фактора - сосудистого. Таким образом, в группе женщин показатели, характеризующие энергометаболические процессы, входят в состав всех трех факторов: сердечно-сосудистого, сосудистого и инотропного. Можно полагать, что это обусловлено особенностями обменных процессов у женщин старшего возраста в связи с климактерическим периодом.

Таблица 14. Результаты факторного анализа в группах мужчин и женщин старшего возраста

Мужчины			Женщины		
Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
БК	ИБ	И	БК	СА	И
Г САД ДАД	ЧП		Г ЭКГ ИБ	Д ДАД ЧП	ИБ

7	3,1	7	1,1	5	1,0	6	2,3	1	1,3	04	1,
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	----	----

Примечание: В нижней части указан условный "вес" фактора.

Факторный анализ был использован при обработке данных пациентов с различными уровнями здоровья.

В [таблице 15](#) представлены соответствующие факторные структуры. Здесь также отчетливо выделяются: сосудистый сердечный и энергометаболический факторы. Однако, в отличие от возрастно-половых групп, наиболее мощным является не сердечный, а сосудистый фактор. Обращает на себя внимание почти полное сходство факторных структур при удовлетворительной адаптации и при напряжении механизмов адаптации. Во втором случае лишь несколько выше вес факторных нагрузок первых двух факторов, это указывает на усиление взаимосвязей между показателями. В состоянии неудовлетворительной адаптации наблюдается значительная перестройка факторной структуры. Стираются различия между сердечными и метаболическими факторами. Показатель БКГ переходит из 3-го во 2-й фактор, а 3-й фактор дополняется показателем ЧП. При срыве адаптации происходит полная перестройка структуры всех факторов.

Таблица 15. Результаты факторного анализа в группах с различными функциональными состояниями сердечно-сосудистой системы

Группы	Гр	Фактор 1		Фактор 2		Фактор 3	
		со став	"ве с"	со став	"ве с"	со став	"в ес"
3	Ж	С	1,7	В	1,7	Э	1,
		АД ДАД	2	ДМТР	1	КГ БКГ	15
1	Ж	С	1,9	В	1,8	Э	1,
		АД ДАД П	0	П ДМТ	8	КГ БКГ	14
2	Ж	С	2,1	В	1,5	Э	1,
		АД ДВД П ДМТ	1	П БКГ ДМТ	9	КГ ЧП	11
	К	С	2,1	П	1,6	В	1,
		АД ДАД В	2	ДМТ ЧП	1	П ЭКГ БКГ	43

Физиологическая интерпретация изменения факторной структуры при переходе в состояние неудовлетворительной адаптации и срыва адаптации требует

привлечения результатов экспериментальных исследований, которые представлены ниже. Однако, с точки зрения оценки информативности анализируемых показателей можно отметить, что они адекватно отражают происходящие в организме изменения. В состоянии неудовлетворительной адаптации, когда гомеостаз еще не нарушен, благодаря включению компенсаторных механизмов, исходная факторная структура в целом также сохранена. Здесь дополнительно включаются в фактор 1 -ДМТ и в фактор 3 ЧП. Показатель БКГ - перемещается из 3-го во 2-й фактор. Вес 1-го фактора увеличивается, 2-й фактор усиливается за счет включения в него БКГ, что отражает более тесную связь силы и координированности сердечных сокращений с возрастными изменениями. Подобную перестройку факторной структуры можно назвать компенсаторной, когда за счет появления новых связей внутри сложившейся структуры происходит "укрепление" существующей функциональной системы. Совсем иная картина выявляется при срыве адаптации. Здесь факторная структура полностью изменилась. В 1-м факторе, который отличается наибольшей устойчивостью, показатель "П" заменен на "В", что придает ему совершенно иной физиологический смысл. Новую физиологическую интерпретацию получает 2-й фактор, который в данном случае отражает структурно-метаболические особенности, обусловленные половыми различиями. 3-й фактор характеризует возрастные особенности сердечной динамики и отличается относительно "большим весом". Через показатель "В" 3-й фактор связан с 1-м фактором и, таким образом, можно говорить о появлении качественно новой факторной структуры.

Результаты факторного анализа показывают, что изменчивость физиологических показателей при различных функциональных состояниях носит закономерный характер и обусловлена взаимодействием механизмов адаптации, гомеостаза, компенсации. Перестройка факторной структуры при различных функциональных состояниях организма представляет практический интерес при выборе алгоритмов распознавания донозологических состояний и для оценки особенностей адаптивного поведения микропопуляций различного возрастного-полового и профессионального состава.

ГЛАВА 3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ МАССОВЫХ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ НАСЕЛЕНИЯ

3.1. Проблема массовых профилактических осмотров населения

Исторически сложилось так, что в советский период диспансеризация являлась одним из ведущих принципов профилактической медицины. Диспансерный метод прошел несколько этапов своего развития, пока в середине 80 годов не была выдвинута идея всеобщей ежегодной диспансеризации населения. Применительно к этой идее началась активная разработка различных методик, организационных принципов и автоматизированных систем. По мнению Г.З. Демченковой, М.Л. Полонского (1984,1985, 1987) ежегодная диспансеризация должна завершаться клинической оценкой состояния здоровья каждого жителя с выделением от трех до пяти групп: здоровые, практически здоровые (имеющие факторы риска), больные (в стадии компенсации и декомпенсации). Во всех группах следует

выделять лиц с факторами риска по туберкулезу, сердечно-сосудистым заболеваниям, онкологическим, пульмонологическим и другим заболеваниям.

Массовой диспансеризацией, по А.Е. Романенко (1981), считался смотр 833 человек на 1000 городского населения. Диспансеризация рассматривалась как один из основных путей повышения качества медицинской помощи, которая должна проводиться в несколько этапов (Кулагин С.М., 1985; Петров П.П., 1985; Вельтищев Ю.Е., Бедный Н.С., 1986; Зайцев Г.А., Миняев В.А., Поляков И.В. и др., 1986; Грязева Л.А., Ушаков А.П., Егин Л.И. и др., 1987).

Наиболее широко в литературе представлены материалы диспансеризации организованных контингентов на промышленных предприятиях. Следует указать, что диспансеризация, проводимая медицинскими учреждениями, направлена преимущественно на выявление больных с целью вторичной профилактики и лечения. Поэтому большое число публикаций посвящено вопросам диспансерного обслуживания больных с различными заболеваниями. Здесь существует определенная специфика в зависимости от контингента обследуемых и выявления нозологических форм. Так, Б.М. Пистерман и С.Н. Кулешова (1984) выявили следующие тенденции диспансеризации. Среди диспансерных больных преобладают женщины. За 7 лет увеличилось число лиц старшего возраста и число служащих. Болезни органов кровообращения, пищеварения, дыхания составили 77,9 % всех нозологических форм. Ряд работ посвящен разработке критериев диспансеризации и оценке ее экономической эффективности и качества (Цинкер М.Н., 1987; Матушенко А.Г., 1987; Шедько Н.А., 1988; и др.).

Переходя к рассмотрению вопросов проведения массовых профилактических обследований за рубежом, следует, прежде всего, остановиться на опыте таких работ в Народной республике Болгарии (НРБ), где большое внимание в НРБ придавалось прогнозированию здоровья населения. Был разработан новый принцип автоматизированного кратковременного прогнозирования заболеваемости в связи с ухудшением условий окружающей среды. Была создана система "Среда - Здоровье" для мониторингового наблюдения. При этом использовались данные физического развития, социальное анкетирование. Выделялось 4 группы лиц: здоровые; практически здоровые; больные, у которых развитие болезни поддается контролю; и больные, не поддающиеся лечебному воздействию. Об эффективности данных работ свидетельствует положительная динамика ряда показателей (Соколов Д.К., 1986). В Польше проводились периодические медицинские обследования для предупреждения заболеваний с привлечением практикующих врачей (Bryld M., Rydlewska-Liszkowska I., Smolen M., 1988). Были созданы специализированные кабинеты для проведения массовых обследований и выявления заболеваний.

В ряде развивающихся стран массовые медицинские осмотры построены по принципу всеобщей диспансеризации. Так, в Нигерии организованы для этой цели общественные медицинские центры, обслуживающие в основном сельское население в радиусе до 100 км (Egwul I., Obot I., 1987). В ряде стран Европы массовые медицинские обследования носят специализированный характер. В Финляндии, например, в 1972 году принят закон о первичной медицинской помощи. Согласно этому закону, муниципалитеты должны создавать "Центры здоровья", осуществляющие, кроме первичной помощи, все виды профилактического обслужи-

живания до 30 000 человек. Все население охвачено страхованием по болезни (Backman G., 1988). Во Франции (Jouve A., Ebagosti A., 1983) при анализе работы "Центра по выявлению и профилактике сердечно-сосудистых заболеваний" среди обследованных выявлено от 7,3 % до 10,5 % больных ИБС.

В США большое внимание уделяется разработке различных программ от скрининга для раннего выявления различных форм рака (Prorok P., Connor R., 1986) до программ оздоровления рабочих мест, включающих гигиеническое воспитание, скрининг состояния здоровья, факторы риска, поддержание здорового поведения работающих (Kotarba J., Bentley P., 1988). Серьезно изучаются стоимость и эффективность ежегодных и динамических многофакторных профилактических исследований (Howard R., 1983; Friedman G., Collen M., Fireman B., 1986). P. Mathes (1988) указывает, что в ФРГ ежегодно выявляется 600-800 тысяч первичных больных сердечно-сосудистыми заболеваниями, в том числе 250 тыс. лиц - с инфарктами миокарда. Многие из этих программ нацелены на индивидуальный контроль здоровья, раннее выявление болезней, протекающих без симптомов и требующих индивидуального подхода с учетом пола и возраста. В Северной Америке еще до Второй мировой войны и по настоящее время используется опыт семейной медицины. Этот опыт в наши дни нашел широкое распространение в ФРГ (De Buda J., 1987; Sehrt U., 1987; Bremer G., 1987). За рубежом решаются вопросы периодических осмотров. Так, Канадскими исследователями (Beaulieu M.D., 1988) указывается, что каждый здоровый мужчина в возрасте 20-65 лет должен посещать врача один раз в пять лет. Каждый профилактический осмотр должен сопровождаться консультацией в отношении здорового образа жизни. В США в рамках программы "Национальное обследование состояния здоровья и питания" проводятся динамические эпидемиологические обследования различных контингентов с определением данных о смертности и дожитии до определенного возраста. На основании этих данных разрабатываются программы профилактики (Madans J., Cox Ch., Kleinman J. et al, 1986; Terris M., 1986). Изучается проблема посещаемости врача (Briscoe M.E., 1987). Установлено, что для мужчин большое значение имеют факторы состояния здоровья (необходимость) и социальной роли, у женщин превалирует психологический фактор.

Таким образом, различные системы массовых профилактических обследований населения во многих странах играют важную роль для сохранения и укрепления здоровья. Система всеобщей диспансеризации, развивавшаяся в нашей стране в 80-е годы оказалась несостоятельной. Попытки пойти по аналогичному пути в других странах, также себя не оправдали. В частности, это касается системы диспансеризации, проводимой Государственной медицинской службой Великобритании (Ryan M., 1985). Вместе с тем, как у нас, так и за рубежом, накоплен опыт массовых медицинских осмотров отдельных категорий населения, развивается индивидуальный подход к каждому пациенту с учетом его возрастнополовых особенностей. Серьезное внимание уделяется анализу факторов, способствующих развитию заболеваний и влияющих на уровень здоровья. Все чаще ставится вопрос о диспансеризации здоровых, имея в виду профилактику заболеваний путем повышения неспецифической устойчивости организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. В целом, несмотря на серьезное

внимание, уделяемое выявлению заболеваний и их лечению, общая тенденция как в нашей стране, так и в особенности за рубежом, заключается в том, чтобы сделать целью массовых медицинских осмотров изучение здоровых контингентов.

В этом плане заслуживает внимания отечественный опыт массовой донозологической диагностики, который на современном этапе представляет интерес для самых различных областей практической медицины и прикладной физиологии. Почти 20-летний опыт исследований позволяет адекватно подойти к развитию системы массовых профилактических осмотров на основе использования как новейших достижений в области технологий космической медицины (Адамович Б.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. и др., 1991, Григорьев А.И., Баевский Р.М., Овчинников В.В., 1993, Баевский Р.М., 1995), так и современных возможностей вычислительной техники и электроники (Семенов Ю.Н., Баевский Р.М., 1996). Как следует из развиваемого в этой книге донозологического подхода к проблемам здоровья и болезни, обследования контингентов так называемых практически здоровых людей имеют своей целью не постановку диагноза заболевания, а определение риска его развития, путем оценки адаптационных возможностей организма. Решение этой задачи требует развития соответствующих технологий исследования, которые были бы простыми, доступными, комфортными, экономичными, не требовали бы большого времени и вместе с тем были бы высокоинформативными в отношении диагностики донозологических состояний.

Ниже излагается современное состояние в области разработки автоматизированных систем для массовой донозологической диагностики и рассматривается современная технология донозологических исследований, ориентированная не столько на лечение заболеваний, сколько на управление здоровьем.

3.2. Автоматизированные системы для массовых обследований населения

Появление и совершенствование автоматизированных систем для массовых обследований населения нельзя рассматривать в отрыве от процессов, связанных с проникновением идеологии использования ЭВМ во врачебное мышление. Если на заре развития медицинской кибернетики речь шла о создании диагностических машин для постановки диагноза и контроля за процессом лечения (Парин В.В., Баевский Р.М., 1966; Быховский М.Л., Вишневский А.А., 1971; Вольфовская Р.Н., 1974; Гублер В.Е., 1978 и др), то в последние годы ставится задача создания автоматизированных систем - советчиков врача. Предпосылки к созданию такого рода систем исходят из общей постановки проблемы использования ЭВМ в медицине. Как указывает I. Demling (1986), применение ЭВМ в медицине тесно связано с повышением квалификации врачей. По данным разных авторов, лишь от 5 до 25 % врачей имеют возможность пользоваться в своей деятельности ЭВМ, к концу столетия это число приблизится к 50 %. Ускорение привлечения врачей к решению медицинских вопросов средствами вычислительной техники требует соответствующей коррекции медицинского образования (Friedman E., 1983). Р. Hall (1982) указывает, что неудачи, сопутствовавшие применению вычислительной техники в медицине, связаны с недостаточным пониманием ограниченных возможностей ЭВМ, их неспособности заменить врача в принятии решений. А.

Hasman (1987) подчеркивает, что ЭВМ не может заменить врача и что во всех областях медицины, где возможно применение ЭВМ, требуется активная работа по использованию знания врачей по созданию баз знаний и экспертных систем.

Одной из первых информационных медицинских систем для массовых обследований населения следует считать систему Кайзера (штат Калифорния, США). Главное ее назначение состоит в накоплении и хранении медицинских данных о пациенте (Van Brunt E., 1974). В Японии было осуществлено значительно более широкое применение ЭВМ для профилактических медицинских обследований с целью "своевременного" и раннего выявления сердечно-сосудистых заболеваний и отдельных форм рака (Kobayashi T. et al, 1974). В нашей стране автоматизированные системы, разрабатываемые для массовых профилактических осмотров населения (АСПОН) вначале рассматривались как системы управления профилактическими отделениями поликлиник и больниц (Жданов А.Н., 1975). Предлагался ряд автоматизированных систем профилактических осмотров населения типа АСПОН в качестве доврачебной диагностической системы (Ермаков В.В., Миндлин Я.С., 1984); для выявления групп здоровых и групп риска в отношении различного ряда заболеваний (Косач Л.А., Гринберг А.С., 1986); для разделения потока обследуемых на 3 основные группы: здоровые, практически здоровые, больные (Астахов Л.П., 1988).

Ю.П.Гичев, Я.В.Поляков, Д.В.Демин (1985), Ю.П.Гичев (1989) разработали автоматизированную систему оценки риска вероятности развития заболеваний АСОРЗ. По данным анкетного опроса выдается заключение о наличии до 7 основных профилей (АГ, ИБС, легочной, желудочной патологии и др.). Особое место занимают специализированные автоматизированные системы массовых кардиологических обследований. Основной целью таких обследований является обнаружение больных с заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Известно специализированное вычислительное устройство (АЭКС-1), разработанное И.Д. Пупко и соавторами (1977). Это устройство позволяет разделить обследуемых на 2 класса: здоровые и больные, которые нуждаются в дополнительном врачебном обследовании. В группе здоровых лиц изменения ЭКГ были обнаружены в 11,5 % случаев Чирейкин Л.В. и др., 1977). Принципы автоматизации системы оценки риска сердечно-сосудистых заболеваний изложены в материалах. Первой международной конференции по профилактической кардиологии (Москва, 1985). Наряду с автоматизированными системами для выявления ИБС, артериальной гипертонии и их факторов риска, были представлены сообщения об автоматизированных системах, позволяющих выделять лиц с высокой вероятностью сердечно-сосудистых заболеваний для последующего углубленного обследования. Одна из таких систем выделяет три группы пациентов: здоровые; с угрозой ИБС или артериальной гипертонии; больные с уточнением диагноза в последующих двух группах на втором этапе обследования (Камышева Е.П., 1985). Другая система обеспечивает выделение 4-х групп: здоровых, пациентов нуждающихся в дополнительном обследовании; с угрозой ИБС; и больных, требующих неотложного лечения. Разделение это проводится с помощью автоинтервью (52 вопроса), регистрации ЭКГ и измерением артериального давления (Масленников О.В., Матусова А.П., Бубель М.М., 1985; Масленников О.В., Бубель М.С., Великовская Л.В. и др., 1986).

Н.А.Андреев, Р.Х.Эренштейн (1986) разработали такого же типа систему для профилактических обследований, кроме того, ими решались задачи накопления базы данных и управления процессом диспансеризации кардиологических больных. Значительное распространение в 80-е годы получила комплексная автоматизированная система медицинских осмотров населения (КАСМОН). Она была разработана Рижским медицинским институтом и предусматривала анкетный вариант сбора данных о жалобах (67 вопросов), собираемых средним медицинским персоналом у сельских жителей. С помощью микро-ЭВМ выделяется 10 групп патологий, предусматривается передача данных анамнеза по телетайпу или телефону. В результате анализа данных выделяется 2 группы лиц: здоровые, для которых медицинский осмотр на этом заканчивается, и больные или подозрительные на заболевания, которым необходимо проконсультироваться у врачей-специалистов. Проведен расчет трудозатрат медицинских кадров. Для обследования 2 млн. взрослого населения необходимо 160 врачей и 1280 средних работников (Каннеп В.В., Попов Т.С., Соломонов С.Л., 1983). Впоследствии КАСМОН совершенствовалась и позволила по ответам на 67 анамнестических вопросов и проведения стандартных медицинских измерений выявлять больных по 16-ти наиболее распространенным классам заболеваний на доврачебном этапе. (Соломонов С.Л., 1986; Попов Г.С., Соломонов С.Л., Паэгле Н.С., 1988). На основе опыта использования КАСМОН, сотрудники Киевского института усовершенствования врачей (Минцер О.П., Платонов С.А., Снитковский А.И. и др., 1989) в качестве показателя, характеризующего уровень здоровья, предлагают использовать "индекс отклонений" для выделения патологии.

Таким образом, развитие автоматизированных систем для массовых профилактических осмотров населения несмотря на свою "нозологическую" ориентацию в конце 80-х годов приобрело определенную тенденцию к выделению групп лиц, промежуточных между здоровьем и болезнью, к оценке факторов риска конкретных заболеваний, к определению профилей вероятной патологии. Эти тенденции совпадали с работами по созданию принципиально нового класса автоматизированных систем, ориентированных на донозологический подход к оценке здоровья.

3.3. Автоматизированные системы для массовой донозологической диагностики

Одной из первых автоматизированных систем донозологической диагностики была ИВК-ДОН (Измерительно-Вычислительный Комплекс Для массовых Обследований Населения), созданная на базе микро-ЭВМ "Электроника Д-3-26" (Берсенева А.П. и др., 1983, 1984), В "ИВК-ДОН" использовался наиболее простой вариант алгоритмов, основанный на сравнении текущих значений комплекса измеряемых показателей с заданными значениями для каждого из четырех вышеуказанных классов состояний. Конструктивно, комплекс ИВК-ДОН состоял из комплекта датчиков (ЭКГ электроды, БКГ и СКГ - датчики), усилительно-преобразовательного блока, микро-ЭВМ, ленточного перфоратора и алфавитно-цифрового печатающего устройства. Наряду с системой ИВК-ДОН в состав комплекса массовых донозологических обследований входило следующее оборудо-

вание: весы медицинские, спирометр сухой, аппарат для измерения артериального давления, динамометр и медицинский термометр. Для опроса пациентов использовались специальные бланки: "Карта анкетного опроса".

Дальнейшее развитие аппаратурно-программных средств для массовых до-нозологических обследований связано с созданием передвижной автоматизированной лаборатории "Автосан-82" и с проведением в 1985-1987 гг анализом полученных данных на ЭВМ типа ЕС-1033 с использованием специализированных программных средств регрессионного, дискриминантного и факторного анализа. Созданные новые алгоритмы были вначале реализованы на ЭВМ-СМ-1420, затем на персональных компьютерах: ДВК-4, ЕС-1020, IBM-PC. Первым образцом автоматизированной системы нового типа явился прогностический комплекс "ВИТА-87". Затем, были разработаны его модификации: "ВИТА-89" и "ВИТА-90".

В 1982 году была создана передвижная автоматизированная лаборатория АВТОСАН-82, предназначенная для экспресс-оценки состояния здоровья и углубленных медицинских обследований. Для оценки адаптационных возможностей организма в этой лаборатории была применена микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Д" с фотосчитывающим устройством ФС-1501, перфоратором ПЛ-150М, ЭПМ "Консул- 260" и дисплеем типа VT-340.

Передвижная лаборатория "Автосан-82" создавалась Институтом Медико-Биологических Проблем и Московским Областным Клиническим Институтом и в ней были использованы элементы технологии обследования космонавтов. В состав лаборатории вошел ряд приборов: разработанных для использования в космосе. Лаборатория обеспечивала одновременное обследование трех пациентов в режиме экспресс-оценки. Общее время обследования одного пациента не превышало 15 минут. В режиме углубленного обследования время, затрачиваемое на одного пациента - не более 45 минут.

Для решения задач оценки здоровья и выдачи рекомендаций по результатам обследований в передвижной автоматизированной лаборатории "Автосан- 82" создан автоинтервьюер нового типа, в котором анализ результатов анкетного опроса осуществлялся одновременно с анализом данных объективных измерений. По результатам обследований и автоинтервью обеспечивалось получение трех видов итоговых документов:

1)"Карты оценки состояния здоровья", в которой отражаются основные данные медицинского обследования, дается оценка функционального состояния, указываются факторы риска и формируются рекомендации о необходимости профилактических или углубленных обследований или осмотра соответствующими специалистами;

2)"Карты результатов обследования", в которой представлены в закодированном виде все данные объективных измерений и анкетного опроса;

3) Перфоленты со всеми результатами обследований в восьми или пятидорожечном варианте соответственно для ввода данных в информационно-поисковую систему на мощной ЭВМ и для передачи информации по телеграфному и телефонному каналам.

В ходе массовых прогностических обследований, помимо экспресс-оценки состояния здоровья с выдачей индивидуальных заключений о степени адаптации

пациента к условиям окружающей среды, с указанием факторов риска и медико-профилактических рекомендаций, в передвижной автоматизированной лаборатории предусматривалось углубленное, преимущественно кардиологического профиля, обследование лиц, у которых выявлено снижение функциональных возможностей организма или состояний, свидетельствующих о наличии явлений срыва адаптации. С этой целью АВТОСАН 82 - снабжена аппаратурой, предназначенной для дистанционных медицинских обследований, которая позволяет передавать информацию о пациенте в консультативно-диагностический центр (КДЦ) для получения квалифицированного медицинского заключения о состоянии здоровья пациента с указанием ориентировочного диагноза и специальных лечебно-профилактических рекомендаций. По телетайпному и телефонному каналам предусматривался также обмен между специалистами КДЦ и персоналом передвижной лаборатории. КДЦ, таким образом, являлся составной частью АВТОСАН-82, обеспечивая прием, обработку и анализ информации.

Консультативно-диагностический центр представлял собой группу высококвалифицированных специалистов-консультантов, оснащенных аппаратурой приема, передачи и отображения информации и комплексом вычислительных средств. КДЦ выдавал заключения на основе экспертной оценки результатов углубленных медицинских обследований, которые осуществлялись дистанционно с использованием оборудования и специалистов передвижной лаборатории.

Дальнейшее развитие этого направления по разработке автоматизированных систем для массовых прогностических обследований населения было связано как с научно-теоретическими, так и с техническими аспектами. Бурный технический прогресс последних лет позволил реализовать программное обеспечение, подобное системе "АВТОСАН-82" на различных микро-ЭВМ, включая бытовой компьютер типа "Электроника БК-0010". Были созданы три модификации программ с помощью которых в 1983-1985 гг. были проведены обследования на ряде крупных промышленных предприятий. Одна из модификаций была связана с переоборудованием передвижной автоматизированной лаборатории специально для массовых кардиологических обследований (Новиков В.Т., Баевский Р.М., Берсенева А.П., 1985). Идеология "АВТОСАН-82" была использована при создании иерархической многоуровневой системы "ПОТОК" для массовых кардиологических обследований на базе мини-ЭВМ типа СМ-1420. Был разработан специализированный банк данных на основе стандартной СУБД "ОКА" (Воробьев Е.И., Баевский Р.М., Жуланов А.М. и др., 1986).

Результаты практического применения автоматизированных систем для массовых прогностических обследований на ряде промышленных предприятий позволили накопить определенный опыт и, наряду с научными выводами о роли донозологических и преморбидных состояний в развитии заболеваний, продолжить совершенствование алгоритмов и программ диагностики функциональных состояний (Берсенева А.П., 1983; Сазонов А.М. и др., 1983; Берсенева А.П., Баевский Р.М., Круглов Р.А., 1985; Баевский Р.М., Берсенева А.П., Палеев Н.Р., 1987; Палеев Н.Р., 1987).

Как уже указывалось, отличительной чертой прогностических систем является их целевая функция - направленность на оценку уровня здоровья и определе-

ние адаптационных возможностей организма. Вместе с тем, для назначения адекватных средств оздоровления и профилактики врач должен знать об индивидуальных факторах риска и их выраженности, а также о наличии вероятных профилей патологии. Поэтому при разработке новой автоматизированной системы, которая могла бы выступать в роли "советчика врача", требовалось учитывать эти факторы, важные для практического использования такой системы в поликлиниках и медсанчастях. Все это было учтено при создании автоматизированного комплекса для массовых прогностических обследований, получившего название "Вита-87". Это видно из схемы на рис. 11, где представлена технология исследований и структура "Карты оценки состояния здоровья".

3.4. Автоматизированный прогностический комплекс "Вита-87"

Комплекс "ВИТА-87" представляет собой сочетание организационных, технических и алгоритмических средств, реализующих программу медицинских осмотров с использованием ЭВМ, утвержденную МЗ СССР (1990). Программа модифицирована применительно к первичному скринингу на доврачебном этапе медицинских осмотров. Учитывая отсутствие в нашей стране стандартных, серийно выпускаемых автоматизированных систем сбора информации при профилактических осмотрах, на первом этапе предлагается бланковый вариант методики. Это позволяет использовать штатные структуры поликлиник и медсанчастей. Итоговый документ - "Карта оценки состояния здоровья" формируется с помощью ЭВМ на основе информации, собираемой на доврачебном этапе. "Карта" состоит из следующих разделов:

- оценка функциональных возможностей организма;
- факторы риска и их интенсивность;
- вероятные профили патологии;
- комплексная оценка уровня здоровья;
- перечень рекомендаций по дообследованию.

При оценке функционального состояния организма (уровня здоровья) ведущая роль принадлежит оценке адаптационных возможностей, их снижение является фактором риска развития заболеваний.

Выделяются четыре группы пациентов с различным уровнем адаптационных возможностей организма.

При определении индивидуальных факторов риска в развитии заболеваний, наряду с общепринятыми факторами, такими, как курение, малоподвижный образ жизни, избыточный вес и т.п., предусматривается выделение и ряда других факторов, играющих важную роль не столько для дифференцировки нозологических форм, сколько для правильного выбора комплекса оздоровительных и профилактических мероприятий, направленных на улучшение функционального состояния организма, на увеличение "запасов здоровья".

Вероятные профили патологии определяются на основе анализа анамнестических данных, жалоб, результатов объективных обследований и осмотра. При этом предусматриваются три градации риска развития заболеваний: низкий уро-

вень риска; средний уровень риска; высокий уровень риска данного профиля патологии.

Подобная дифференцировка обеспечивает врачу-терапевту, проводящему диспансеризацию, возможность выбора тактики дальнейших обследований пациента с учетом всего объема информации. При этом врач имеет возможность учитывать наличие факторов риска и их интенсивность, функциональное состояние организма, а также конкретный набор признаков, характеризующих каждый данный профиль патологии.

Таким образом, автоматизированный прогностический комплекс "Вита" является системой - советчиком врача, которая обеспечивает его информацией, необходимой для принятий решений. Кроме того, при динамических повторных обследованиях она позволяет судить о тенденции изменений уровня здоровья, о вероятности развития определенных профилей патологии, а также эффективно выбирать комплекс оздоровительно-профилактических мероприятий с учетом индивидуальных факторов риска.

При комплексной оценке уровня здоровья выделяются три диспансерные группы: здоров, практически здоров, болен. Наиболее обширные группы практически здоровых лиц дифференцируются по уровню здоровья на 3 подгруппы: с первичными донозологическими изменениями; с донозологическими состояниями; с преморбидными состояниями.

Процесс обследования состоит из следующих этапов:

1. Регистрация обследуемых.
2. Анкетный опрос.
3. Антропометрические измерения.
4. Осмотр средним медицинским персоналом (фельдшер-акушер).
5. Кардиологические обследования.
6. Проведение функциональных проб.
7. Ввод результатов анкетного опроса и данных объективного обследования в ЭВМ, формирование базы данных
8. Обработка и анализ данных на ЭВМ и выдача врачу

"Карты оценки состояния здоровья".

Поскольку комплекс "Вита-87" в свое время был официально утвержден Минздравом СССР и является базовой системой для дальнейшего развития данного направления (см. следующий раздел), то в приложениях 1-9 представлены основные материалы этого комплекса в виде опросников, таблиц формирования заключений, алгоритмов и т.п. По-видимому, эти материалы могут быть полезны для тех, кто предполагает использовать подобного рода системы донозологических исследований.

В системе "Вита-87" используется бланковый метод сбора информации, то есть на этапах 1-7 результаты обследований вносятся в специальный бланк " Медицинскую информационную карту " При этом используется кодификатор. Такая технология позволяет использовать описываемую систему в любом лечебно-

профилактическом учреждении, не располагающем автоматизированными средствами сбора и обработки информации.

Описание алгоритма обработки и анализа информации. Алгоритм автоматического анализа данных предусматривает:

1. оценку функционального состояния сердечно-сосудистой системы;
2. выявление индивидуальных факторов риска с определением их интенсивности;
3. определение профилей вероятной патологии;
4. формирование комплексного заключения.

Оценка функционального состояния предусматривает не только определение принадлежности пациента к одной из четырех групп, но и количественное измерение уровня здоровья в условных баллах. Это позволяет при динамическом наблюдении выявлять тенденцию изменений функционального состояния пациента и прогнозировать вероятные в будущем сдвиги. Для оценки ИФИ используются уравнения множественной регрессии (см. [таблицу 12](#)).

Для выявления индивидуальных факторов риска разработан табличный алгоритм. При этом в качестве исходных показателей используются как результаты анкетного опроса, так и данные объективных обследований. Интенсивность каждого фактора риска определяется в процентах по индивидуальной сумме признаков, отнесенных к максимально возможной интенсивности (в баллах).

Алгоритм выявления факторов риска предусматривает также определение их интенсивности по числу имеющихся у пациента факторов риска. Различают высокую, среднюю и низкую интенсивность факторов риска (при 6 факторах и более - высокая, от 3 до 6 - средняя, 1-2 фактора - низкая).

Для определения профилей вероятной патологии используется так же табличный алгоритм. Предусматривается определение 10 профилей патологии по результатам анкетного опроса и данным объективных обследований. Все полученные данные оцениваются в баллах. На основе экспертной оценки специалистами - клиницистами для каждого профиля патологии все характерные признаки были разделены на 3 группы по их значимости. Наименее значимые признаки оценивались 1 баллом, более значимые - соответственно 2 или 3 баллами. Алгоритм предусматривает выделение трех градаций вероятной патологии:

1. - низкий риск;
2. - средний риск;
3. - высокий риск развития данного профиля патологии.

Для каждой из этих градаций подобран свой набор признаков. Для принятия решения о наличии определенного профиля патологии ЭВМ производит суммирование балльных оценок признаков отдельно для каждой градации, каждого профиля и сравнивает полученную сумму с пороговыми значениями. При этом балльные оценки каждого из признаков умножаются на номер градации профиля патологий. Пороги подбираются таким образом, чтобы обеспечить преобладание

гипердиагностики над гиподиагностикой потому, что в конечном итоге, окончательное решение принимает врач, для которого предпочтительнее "ложная тревога", чем пропуск значимого признака.

Чувствительность алгоритмов распознавания различных профилей патологии колеблется в пределах 0,83-0,95, а показатель специфичности находится в диапазоне 0,68 - 0,85.

Комплексная оценка состояния здоровья 0 В результате обработки и анализа данных ЭВМ формирует "Карту оценки состояния здоровья" (приложение 9), которая содержит оценку функционального состояния системы кровообращения, перечень факторов риска и их интенсивности, а также перечень вероятных профилей патологий с их градациями и списком признаков для врачебного контроля по каждому из выделенных профилей (основания для заключения). Указанная карта поступает к врачу-терапевту для использования в процессе обследования пациента для принятия решений. На основе обобщенной оценки функционального состояния, факторов риска, профилей патологии, ЭВМ формирует пять заключений: 1 Норма 2 Первичные физиологические изменения 3 Донозологические состояния (функциональное напряжение, компенсированные стадии заболеваний) 4 Преморбидные состояния (снижение функциональных возможностей организма) 5 Патологические состояния (субкомпенсированные стадии заболеваний)

Процесс принятия врачебного решения включает обобщение результатов обследования и комплексную оценку состояния здоровья, которая обычно ассоциируется с постановкой диагноза. Однако, практика диспансерных обследований и профилактических осмотров в соответствии с принятой классификацией требовала, прежде всего, отнесения пациентов к одной из трех диспансерных групп (здоровые, практически здоровые, больные), а в случае выявления заболеваний, установления их формы (компенсированная, субкомпенсированная, декомпенсированная). Поэтому машинный (автоматизированный) вариант такого диагностического решения, во-первых, может быть полезен врачу, во-вторых, обеспечивает унификацию комплексной оценки состояния здоровья. Что касается уточнения диагноза по выявленным профилям патологий, то, как правило, это требует дополнительных диагностических процедур, и поэтому в комплексе "Вита-87" предусмотрен алгоритм выдачи рекомендаций по дообследованию.

Автоматизированный прогностический комплекс "Вита-87" реализует идеологию донозологической диагностики, ориентируя врача на оздоровление и профилактику как на первоочередную задачу. Это соответствует позитивной концепции здоровья (Wilson 1986), рассматривающий потенциал здоровья в зависимости от наличия физических, психических и социальных ресурсов и определяющей баланс здоровья как динамическое равновесие организма и среды.

3.5. Автоматизированный комплекс "Вита-97" для оценки и прогнозирования уровня здоровья

За 10 лет, прошедших со времени разработки комплекса "Вита-87" произошли не только изменения в средствах сбора и анализа информации, но и в задачах, которые ставятся перед такими комплексами. Социально-экономические изменения в России 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 нуждаемости 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 большое 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.

Учитывая новые задачи медицинского обслуживания концепция автоматизированного комплекса "Вита-97" строится на следующих трех принципах:

1. Оценка риска развития заболеваний на основе измерения адаптационных возможностей организма и выявления основных факторов риска;
2. Прогнозирование дальнейшей динамики снижения адаптационных резервов на основе оценки функциональных резервов;
3. Формирование индивидуальных рекомендаций по сохранению здоровья или в случае необходимости по дообследованию.

Используя в значительной мере опыт разработки комплекса "Вита-87", на новом этапе развития методов донозологической диагностики введен ряд кардинальных изменений как технического, так и методологического плана. Возможность применения современных персональных компьютеров с большим быстродействием и огромными объемами памяти позволяет совершенно иначе строить систему сбора информации, ее обработки и хранения. На рис.12 представлена общая концепция построения комплекса "Вита-97", на которой обозначены основные принципы его работы. Технической базой комплекса является персональный компьютер IBM PC (не ниже 486 модели). В качестве устройства сбора и ввода информации используется прибор "Варикард -97", разработанный фирмой "XL" (Рязань). Этот прибор обеспечивает ввод ЭКГ в одном отведении (и при необходимости в 12 отведениях) с возможностью одновременного ввода фотоплетизмограммы (пальца, уха) или данных о механической активности сердца (баллистокардиограмма, сейсокардиограмма, кинетокардиограмма или реограмма). Важнейшей частью программного обеспечения являются программы математического анализа ритма сердца, включая и специализированный пакет программ "Контроль" разработанный фирмой "Конто" (Москва) и Клиникой Бавария Крейша (Германия).

Технологически удобной является система управления комплексом. Так, во время исследования на дисплее в реальном масштабе времени наблюдаются одно-

временно и ЭКГ и формируемая в результате оперативного измерения RR-интервалов кардиоинтервалограмма (см. рис.13). Это позволяет различать помехи, экстрасистолы или технические неисправности ввода и затем корректировать результаты обработки.

В состав комплекса "Вита-97" входят специализированные опросники по факторам риска, образу жизни, анамнезу и наследственности, а так же опросник Тейлора для оценки уровня тревоги. Последнее приобретает важное значение в плане выявления причин роста степени напряжения регуляторных систем. В приложении 10 представлен опросник Тейлора и алгоритм формирования заключений. При разработке опросников учитывается контингент обследуемых лиц. Специализированные опросники созданы для школьников, для пенсионеров, для деловых людей.

Специальное внимание при разработке комплекса "Вита-97" уделено оценке функциональных резервов. Для этого используется метод ортостатического тестирования с автоматизированной оценкой его результатов. На рис. 14 дан образец распечатки графиков математического анализа ритма сердца у здорового человека в положениях "лежа" и "стоя". а в [таблице 15](#) - распечатка результатов анализа этой информации. Наряду с данными анализа вариабельности ритма сердца дано процентное отношение значений показателей стоя/лежа (С/Л).

Важное место занимают в комплексе "Вита-97" формы выдачи заключений. Основным документов, как и предыдущем комплексе, является "Карта оценки состояния здоровья". Однако ее структура является гибкой и изменяется в зависимости от объема исследований, их цели, контингента обследуемых лиц. Современные программные средства позволяют все это осуществлять автоматически. Специальное внимание уделяется наглядности и доходчивости выдаваемых документов-заключений. На рис. 15 представлен один из фрагментов(образцов) заключения при оперативной оценке текущего функционального состояния на основании анализа вариабельности ритма сердца. Здесь использована наглядные схемы "Светофора" и "лестницы состояний". Указано (стрелкой) конкретное положения обследуемого лица на лестнице состояний. Выделены жирным шрифтом основные результаты обследования. На обороте стандартного бланка обычно содержится пояснительный текст о методике исследований, его целях и популярная информация о донозологических состояниях.

Дальнейшим развитием комплекса "Вита-97" является система группового донозологического контроля, которая включает от 4-х до 50 приборов типа "Варикард" с одновременным вводом в компьютер данных от соответствующего числа обследуемых лиц. Технологически система разворачивается в маленьком зале с удобными креслами, под каждым из которых устанавливает блок съема информации. Удобные комфортные электроды в виде "браслетов-прищепок" на руки фиксируются самими обследуемыми под контролем медицинского работника. Устанавливается также экран для демонстрации по видеоканалу необходимой пояснительной информации о целях и задачах исследования, а так же для демонстрации с экрана дисплея индивидуальных кардиоинтервалограмм в процессе исследования. Проблема групповых донозологических исследований является самостоятельным направлением донозологической диагностики. Такого рода исследования

могут быть полезны для изучения влияния на людей музыки, кинофильмов, гипноза, а так же для массовых обследований контингентов школьников, крупных промышленных предприятий и т.д.

ГЛАВА 4. МАССОВЫЕ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКИЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ И СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОЛЛЕКТИВОВ

4.1. "Структура здоровья" производственных коллективов различных предприятий

Известно, что факторы окружающей среды, в том числе производственные и социально-гигиенические, могут выступать не только в качестве непосредственных причин развития тех или иных заболеваний, но и условий, вызывающих в организме неспецифические предпатологические изменения. Оценка таких изменений весьма сложна или практически невозможна при использовании нозологического подхода. Развитие донозологической диагностики позволило выделить на грани нормы и патологии ряд переходных состояний, характеризующихся различной степенью адаптации организма к условиям окружающей среды. Применение донозологической диагностики в практике массовых обследований населения позволило не только получить индивидуальные оценки здоровья, но и оценить здоровье отдельных групп населения и производственных коллективов путем использования критериев структуры здоровья.

Структура здоровья, отражающая количество лиц с различной степенью адаптации организма к условиям окружающей среды к общей численности обследованных, является весьма чувствительным показателем воздействия производственных, профессиональных и социально-гигиенических факторов. Одни и те же неблагоприятные условия окружающей среды, воздействуя на лиц с различными адаптационными возможностями организма, вызывают определенные изменения в состоянии здоровья, что проявляется прежде всего в ухудшении функционального состояния (степени адаптации) организма, а затем в заболеваемости. Особенности структуры здоровья могут отражать воздействие факторов окружающей среды, которые вызывают минимальные и проходящие изменения и не могут послужить причиной заболевания, но являются условиями их развития в будущем. Поэтому изучение структуры здоровья отдельных групп и коллективов позволяет выявить неблагоприятные сдвиги в состоянии здоровья, возникающие при воздействии комплекса факторов среды, и своевременно провести необходимые защитные мероприятия, включая целенаправленное оздоровление и профилактику.

С помощью критериев структуры здоровья можно изучить воздействие на конкретный производственный коллектив самых разнообразных факторов: условий работы в отдельных цехах (подразделениях предприятия), профессиональных условий производственной деятельности, социально-бытовых условий, образа жизни. При этом надо иметь в виду, что существуют возрастно-половые особенности структуры здоровья, которые нельзя не учитывать при оценке воздействий факторов окружающей среды. В [таблице 16](#) представлены структуры здоровья на 7 различных предприятиях в разных регионах страны.

Таблица 16. Структуры здоровья семи различных предприятий в разных регионах страны.

Предприятие, и год обследо-	Число обследованных	Удельный вес лиц по степени адаптации в %			
		Удовлетвори- тельная адаптация “З”	Функцио- нальные напря- жения “Ж1”	Неудовлетвори- тельная адаптация “Ж2”	в ц
Завод "Сиб- аш" Сибирск, 1975	1756	14,4	30,4	36,4	
МПО Под- вье, 1980	1410	22,2	42,2	29,7	
ПО "Тантал", а	1015	29,4	40,6	26,8	
	500	24,8	55,3	17,9	2,
	500	14,2	43,3	28,4	13
Сов- осковский", осковье, 1983	1859	4,8	45,4	40,6	
Завод "Экси- Подмосковье,	1174	28,1	42,7	26,7	
	2140	26,2	40,9	25,1	7,
	1570	23,1	49,4	21,3	6,
Мытищинский строительный Подмосковье,	2246	43,5	31,4	17,8	7,
	3109	47,4	30,7	14,9	6,
	2997	43,1	36,8	13,7	6,
МОНИКИ им. мирского, 1988	1051	55,9	25,6	11,2	

Из таблицы видно, что количество лиц с удовлетворительной адаптацией (З), колеблется от 5 до 55% , лиц с функциональными напряжениями (Ж1) - от 25 до 40%. Суммарное количество здоровых и практически здоровых лиц (З + Ж1) на всех предприятиях довольно значительное 50 - 70%. Количество лиц с неудовлетворительной адаптацией (Ж2) варьировало в пределах 11 - 40%, а лиц со срывом адаптации - от 3 до 13%. В целом количество лиц, нуждающихся в углубленном

медицинском обследовании, составляло около 20 - 30% от числа всех обследованных.

Структура здоровья работников совхоза "Московский" (Подмосковье), оказалась наименее благоприятной из всех обследованных контингентов. Лица с удовлетворительной адаптацией составляли лишь 4,8%, а более 50% находились в состоянии неудовлетворительной адаптации и срыва адаптации. Количество людей с функциональными напряжениями составляло 45,4% и достигало 65% у мужчин и женщин в возрасте до 25 лет. Относительно высоко количество обследованных с неудовлетворительной адаптацией (40,6%), при этом наибольшее число лиц в таком состоянии было среди мужчин старше 40 лет (51,05%) и женщин в возрасте 26 - 40 лет (51,34%), т.е. в тех же возрастно-половых группах, в которых отмечалось минимальное число лиц с удовлетворительной адаптацией. В этих же группах выявлено наибольшее количество лиц со срывом адаптации (мужчины и женщины соответственно 18,9% и 13,8%, среднее для всего совхоза 9,25%).

Низким уровнем здоровья обладали мужчины-рабочие центральных ремонтных мастерских и механизаторы. На период обследования среди них оказалось 22,9% лиц со срывом адаптации и более 55% человек в состоянии неудовлетворительной адаптации. При обследовании именно этого контингента отмечалось большое число лиц, накануне потреблявших алкоголь. В большинстве подразделений, сформированных из рабочих мужского пола, основным фактором ухудшения здоровья является неправильный образ жизни и наличие вредных привычек (курение и потребление алкоголя).

Среди многочисленной группы работников тепличного хозяйства (обследованы 662 человека) количество лиц с удовлетворительной адаптацией также невелико (7,7%), около 50% обследованных имели функциональные напряжения, почти 25% лиц находились в состоянии неудовлетворительной адаптации. По-видимому, факторы нагревающего микроклимата и повышенная влажность в теплицах и влияют в первую очередь, на формирование состояния функционального напряжения и неудовлетворительной адаптации.

Наиболее благоприятной оказалась структура здоровья рабочих и служащих ПО "Тантал" (г. Саратов). Среди обследованных 29,4% лиц находились в состоянии удовлетворительной адаптации, 3,2% имели срыв адаптации, 40,6% - функциональное напряжение, а 26,8% рабочих - неудовлетворительную адаптацию к условиям окружающей среды. При организации обследований на ПО "Тантал" были созданы соответствующие службы для реализации социологических и прогностических обследований, проведения лечебно-оздоровительной работы, были выделены необходимые средства для технического обеспечения этих мероприятий.

Сравнение структуры здоровья на двух предприятиях машиностроения (завод "Сибсельмаш" в г. Новосибирск и Мытищинский машиностроительный завод в Подмосковье) показало, что структура здоровья сибирских рабочих значительно хуже, чем рабочих Подмосковья. Количество лиц с удовлетворительной адаптацией на Сибсельмаше почти в 3 раза меньше, а лиц с неудовлетворительной адаптацией и срывом адаптации в 3 раза больше чем на ММЗ. Такие различия могут быть, по-видимому, связаны как с климатогеографическими факторами, так и ус-

ловиями и характером труда на этих предприятиях. На ММЗ обследования проводились с 1986 по 1988 гг., в этот же период на предприятии была организована большая работа, связанная с профилактикой заболеваний, проводились санитарно-просветительные мероприятия и углубленные медицинские обследования. В результате структура здоровья контингента улучшалась за счет снижения количества лиц с неудовлетворительной адаптацией и срывом адаптации.

Два предприятия электронной промышленности (ПО "Тантал" в г. Саратов и завод "Экситон" в г. Павловский Посад - в Подмосковье) по структуре здоровья имели больше сходства, чем различий. Последние заключались в основном в превышении в 2,5 раза числа лиц со срывом адаптации среди работников завода "Экситон". Представляет интерес сравнение по структуре здоровья на двух предприятиях (Московское платочное производственное объединение МППО и завод "Экситон" - оба расположены в г. Павловский Посад). Оказалось, что по этому показателю два предприятия существенно не различаются, хотя количество лиц с удовлетворительной адаптацией на заводе "Экситон" было выше, но и людей со срывом адаптации здесь так же больше. В то же время, количество лиц с неудовлетворительной адаптацией оказалось больше на МППО. (см. табл. 18).

Таблица 18. Средние значения физиологических показателей у женщин с различными функциональными возможностями системы кровообращения ($M \pm m$)

Показатели	Группы по адаптации	Группы по возрасту (лет)		
		20-29	30-39	40-49
1. Рост (см)	1	161,4	-	-
	2	$\pm 5,4$	$160,1 \pm 10,6$	$158,7 \pm 6,8$
	3	$160,4 \pm 4$	$160,5 \pm 5,3$	$158,0 \pm 6,1$
	4	-	$159,6 \pm 3,2$	-
			-	
2. Масса тела (кг)	1	$60,1 \pm$	-	-
	2	10,1	$63,4 \pm 5,7$	$71,5 \pm 11,9$
	3	$64,4 \pm 9,3$	$75,7 \pm 12,1$	$8,1 \pm 12,2$
	4	-	-	$84,1 \pm 16,2$
			-	
3. Мышечная сила	1	$35,3 \pm$	-	-
	2	5,2	$27,7 \pm 4,6$	$33,1 \pm 6,6$
	3	$37,2 \pm 5,6$	$37,0 \pm 6,4$	$33,0 \pm 6,6$
	4	-	$31,4 \pm 3,0$	$32,8 \pm 6,2$
			-	
4. ЖЕЛ (мл)	1	$2875 \pm$	-	-
	2	640	2716 ± 190	2488 ± 411
	3	2756 ± 404	2610 ± 535	2324 ± 493

	4	-	2457±479	2237±489	
		-			
5.	1	114,6	-	-	
САД	2	±7,8	120,5±12,6	120,3±13,2	
(мм.рт.ст.)	3	115,5±10,1	128,1±16,8	138,1±15,9	
	4	-	144,3±28,6	174,4±32,8	
		-			
6.	1	70,4±	-	-	
ДАД	2	4,2	74,5±8,4	76,0±7,7	
(мм.рт.ст.)	3	71,5±8,5	80,5±9,9	86,2±10,5	
	4	-	89,3±12,7	100,6±11,2	
		-			
7. ЧП	1	74,4±	-	-	
уд/мин	2	9,1	72,3±9,4	70,6±10,7	
	3	76,4±10	76,9±10,2	77,2±	9,6
	4	-	86,9±15,0	78,4±12,7	
		-			
8. Ин	1	226,2	-	-	
(усл.ед)	2	±324	232,6±133	246,3±170,8	
	3	208,1±147	301,2±393	325,8±217,4	
	4	-	297,1±166	-	
		-			
9.	1	1,08±	-	-	
ЭКГ (балл)	2	0,29	1,63±0,49	1,57±0,5	
	3	1,60±0,5	1,80±0,5	2,09±0,52	
	4	-	2,60±0,8	2,54±0,66	
		-			
10.	1	1,42±	-	-	
БКГ (балл)	2	0,52	1,99±0,36	1,97±0,38	
	3	1,90±0,44	2,88±0,37	2,88±0,37	
	4	-	3,00±0,60	3,21±0,42	
		-			
11. П	1	1,13±	-	-	
БКГ (мв)	2	0,56	0,73±0,59	0,61±0,29	
	3	0,90±0,4	0,65±0,36	0,47±0,22	
	4	-	0,54±0,15	0,47±0,30	
		-			
12.	1	66,9±	-	-	
УОК (мл)	2	8,0	55,7±7,4	49,5±6,1	
	3	65,3±8,3	54,7±8,4	46,6±7,7	
	4	-	53,1± 6,2	46,8±9,1	

		-		
13.	1	1426±	-	-
ОПС (дин/см)	2	420	1829±437	2181±677
	3	1433±359	1934±591	2439±758
	4	-	1927±505	2911±924
		-		
14.	1	2,06±	-	-
ИФИ (балл)	2	0,61	2,89±0,53	3,14±0,63
	3	2,41±0,50	3,30±0,8	3,95±1,15
	4	-	4,00±0,5	4,59±1,13
		-		
15.	1	12	-	-
Число лиц	2	55	88	35
	3	-	35	66
	4	-	7	24

Итак, структура здоровья может служить "чувствительным" индикатором окружающей среды, а изменения здоровья являются следствием постепенного снижения адаптационных возможностей организма и срыва адаптации (Баевский Р.М., 1979). Поэтому изучение структуры здоровья отдельных групп и коллективов позволяет выявлять неблагоприятные сдвиги в состоянии здоровья, возникающие при воздействии комплекса факторов среды, и своевременно проводить необходимые мероприятия, включая целенаправленное оздоровление и профилактику.

4.2. Возрастные изменения структуры здоровья

С помощью критериев структуры здоровья можно исследовать воздействие на конкретный производственный коллектив самых разнообразных факторов: условий работы в отдельных цехах (подразделениях) предприятия, профессиональной и производственной деятельности, социально-бытовых условий, образа жизни. При этом надо иметь в виду, что существуют возрастно-половые особенности структуры здоровья, которые нельзя не учитывать при оценке воздействия факторов окружающей среды. Мы обследовали 1015 рабочих и служащих ПО "Тантал".

Известна зависимость изменения уровня здоровья от возраста. На рис. 16 представлена диаграмма изменений удельного веса лиц по степени адаптации в декадных возрастных группах. Оказалось, что у 60% обследованных в возрасте до 30 лет сохранилось состояние удовлетворительной адаптации к условиям окружающей среды. Для работников в возрасте 30-40 лет наиболее типично состояние функционального напряжения (55,5% случаев), но 17,2% этих лиц имели неудовлетворительную адаптацию. В возрасте 40-49 лет количество лиц с функциональным напряжением и неудовлетворительной адаптацией становилось одинаковым (86,6%). Только 10% работников имели состояние удовлетворительной адаптации, а 3,6% лиц находились на грани срыва адаптации. Для лиц старше 50 лет наиболее характерным было состояние неудовлетворительной адаптации (60,8%

случаев). В этой группе возрастало количество людей со срывом адаптации, состояние удовлетворительной адаптации выявлялось в единичных случаях. Таким образом, по критерию структуры здоровья отчетливо прослеживается снижение адаптационных возможностей организма, обусловленное возрастом. С возрастом происходит смещение количества лиц "в сторону" неудовлетворительной адаптации и срыва адаптации.

Среди комплекса факторов окружающей среды существуют компоненты с различной интенсивностью воздействия на организм или популяцию. В гигиенической практике они характеризуются увеличением ПДК или ПДУ. Известно, что множество факторов с низкой интенсивностью могут вызвать выраженный физиологический эффект или явиться факторами риска развития тех или иных состояний и даже заболеваний. Изменение структуры здоровья отдельных групп (микропопуляций) зависит от действия отдельных факторов среды. Как показано выше, при комплексном воздействии социально-производственных факторов, на конкретном предприятии выявлялась более выраженная реакция ИТР по сравнению с рабочими. Из этого был сделан вывод о преобладающем влиянии биологической, психоэмоциональной компоненты. Аналогичным образом могут быть исследованы различные производственные коллективы с целью выяснения наиболее значимых и благоприятных факторов, что позволяет принимать решения и внедрять мероприятия по защите. Такого рода мероприятия должны проводиться с учетом возрастного-половых особенностей производственного коллектива, а для этого необходимо оценить чувствительность различных возрастного-половых групп к воздействию наиболее значимых факторов окружающей среды.

4.3. Возрастно-половые и профессиональные особенности физиологических показателей при различных функциональных состояниях организма

Представляет определенный интерес анализ отдельных функциональных состояний по их физиологическим характеристикам, то есть по отклонениям от состояния нормы. Это может быть важным для изучения характера тех или иных функциональных (донозологических и преморбидных) состояний в зависимости от возраста и пола. В [таблицах 17](#) и [18](#) представлены средние значения физиологических показателей в группах мужчин и женщин разного возраста с различными функциональными состояниями.

Таблица 17. Средние значения физиологических показателей у мужчин с различными функциональными возможностями системы кровообращения (M±m)

Показатели	Группы по адаптации	Группы по возрасту (лет)			
		20-29	30-39	40-49	50-
1. Рост (см)	1 2	171 ,1±5,6	- 173,5±5,9	- 169,9±5,9	-

	3		174,7±6,4	172,2±5,9	168,8±6,2	-
	4		173,9±6,9	171,6±6,9	-	166,8±5,9
			-			
2.	1	68,	-	-	-	-
Масса тела	2	1±8,2	76,6±9,9	73,5±11,0	-	-
(кг)	3	73,1±9,1	81,8±11,7	77,6±1,4	-	-
	4	76,3±10	87,1±15,4	-	-	77,4±13
3.	1	56,	-	-	-	-
Мышечная	2	8±10	61,3±7,5	52,1±8,8	-	-
сила	3	60,1±7,8	59,5±8,2	53,7±7,7	-	-
	4	60,5±7,3	58,7±8,6	-	-	50,0±9,3
4.	1	372	-	-	-	-
ЖЕЛ (мл)	2	7±672	3628±596	3135±492	-	-
	3	3775±531	3519±476	3142±497	-	-
	4	3805±568	3228±815	-	-	2881±483
5.	1	117	-	-	-	-
САД	2	,8±10	127,2±12,1	124,3±10,4	-	-
(мм.рт.ст.)	3	127,6±10	139,1±13,2	135,9±16,9	-	-
	4	114,2±13	173,1±15,5	-	-	173,8±18
6.	1	71,	-	-	-	-
ДАД	2	4±8,2	79,5±8,3	79,2±6,7	-	-
(мм.рт.ст.)	3	78,8±8,8	88,3±8,7	85,3±9,5	-	-
	4	83,6±11	104,2±12,6	-	-	102,5±10
7.	1	67,	-	-	-	-
ЧП уд/мин	2	6±10	70,6±9,3	72,1±12,3	-	-
	3	71,9±9,9	77,1±11,3	75,9±11,2	-	-
	4	81,9±10	89,8±14,7	-	-	78,2±14
8. Ин	1	135	-	-	-	-
(усл.ед)	2	,7±97	180,3±125	27,5±227	-	-
	3	174,3±145	280,3±329	10,0±279	-	-
	4	264,6±181	378,8±307	-	-	465,7±388
9.	1	1,0	-	-	-	-
ЭКГ (балл)	2	±0	1,50±0,5	1,56±0,5	-	-
	3	1,42±0,5	1,87±0,49	1,98±0,57	-	-

	4	1,90±0,6 -	2,30±0,8	-	2,50±0,7
10. БКГ (балл)	1	1,2	-	-	-
	2	2±0,4	2,10±0,4	2,09±0,34	-
	3	2,08±0,4	2,98±0,15	2,95±0,23	-
	4	2,90±0,4 -	3,10±0,4	3,04±0,36	-
11. II БКГ (мв)	1	1,2	-	-	-
	2	1±0,5	0,98±0,4	0,76±0,3	-
	3	1,16±0,5	0,68±0,34	0,63±0,29	-
	4	0,94±0,4 -	0,70±0,4	-	0,60±0,2
12. УОК (мл)	1	66,	-	-	-
	2	8±9,8	56,1±6,3	47,3±6,2	-
	3	63,2±9,2	51,4±12,6	46,0±8,6	-
	4	65,7±10 -	51,4±12,6	-	43,9±8,4
13. ОПС (дин/см)	1	164	-	-	-
	2	0±509	1977±353	2323±635	-
	3	1769±435	2229±653	2479±662	-
	4	1653±515 -	2489±1110	-	3221±103
14. ИФИ (балл)	1	1,5	-	-	-
	2	8±0,1	BR>2,13±0,5	2,55±0,61	-
	3	1,89±0,4	2,70±0,5	3,13±1,03	-
	4	2,37±0,4 -	3,50±0,8	-	3,90±09
15. Число лиц	1	18	-	-	-
	2	91	7	59	-
	3	57	83	92	-
	4	-	18	-	48

Исходным уровнем нормы можно считать физиологические показатели у молодых людей в возрасте 20-29 лет с удовлетворительной адаптацией организма к условиям окружающей среды (группа 1). В таблицах приведены данные только тех групп, где имеется статистически значимое число лиц. Так, в возрастных группах старше 30 лет были лишь единичные случаи лиц с удовлетворительной адаптацией. Состояние функционального напряжения (группа 2) преобладает во всех возрастных группах. Вместе с тем, среди молодых людей почти не встречаются лица с неудовлетворительной адаптацией (группа 3) и срывом адаптации (группа 4). Изменения физиологических показателей, характеризующих уровень функционирования сердечно-сосудистой системы, системы дыхания, мышечной системы. Для сердечно-сосудистой системы выбраны характерные и общеизвест-

ные показатели: частота пульса в покое (ЧПП), систолическое и диастолическое артериальное давление в покое (СДП, ДДП), ударный объем кровообращения (УОК) и общее периферическое сопротивление (ОПС). Кроме того, представлены данные экспертной оценки электрокардиограммы (ЭКГ) и баллистокардиограммы (БКГ), а также данные антропометрических измерений.

Частота пульса в норме $67,6 \pm 10,9$ уд/мин у мужчин и $74,4 \pm 9,1$ уд/мин у женщин, то есть норма ЧП для мужчин и женщин различна. Этот показатель достоверно увеличивается во всех группах мужчин только при неудовлетворительной адаптации, а у женщин его изменение статистически недостоверно.

Систолическое артериальное давление (САД) в норме - $117,8 \pm 10,0$ мм.рт.ст. у мужчин и $114,6 \pm 7,8$ мм.рт.ст. у женщин, то есть достоверных различий нормальных колебаний САД по полу нет. Достоверное увеличение САД как у мужчин, так и у женщин отмечается во всех возрастных группах при переходе к состоянию неудовлетворительной адаптации и особенно - к срыву адаптации.

Диастолическое артериальное давление (ДАД) в норме $71,4 \pm 8,2$ мм.рт.ст. у мужчин и $70,4 \pm 9,1$ мм.рт.ст. у женщин достоверно не различаются. Однако, при переходе к функциональному напряжению у мужчин всех возрастных групп, а у женщин с 30-летнего возраста отмечается достоверное повышение ДАД.

Ударный объем кровообращения УОК в норме у мужчин $66,8 \pm 9,8$, у женщин - $66,9 \pm 8,0$ мл, то есть практически одинаков. При изменении функционального состояния в группах одного возраста различий этого показателя как у мужчин, так и у женщин не наблюдается, но отмечается достоверное уменьшение УОК с увеличением возраста.

Общее периферическое сопротивление (ОПС) в норме 1640 ± 509 дин/см/с у мужчин и 1426 ± 420 дин/см/с у женщин. Этот показатель незначительно изменяется в группах лиц с различными функциональными состояниями, но достоверно возрастает с увеличением возраста.

Электрокардиограмма оценивалась экспертным путем по 4-х балльной шкале (Модифицированный Миннесотский код). В норме ЭКГ у мужчин $1,0 \pm 0$ балла, у женщин - $1,08 \pm 0,29$ балла. У мужчин с функциональными напряжениями отмечается небольшое увеличение балла с возрастом. Существенно меняется ЭКГ у лиц обоего пола при неудовлетворительной адаптации и срыве адаптации.

Баллистокардиограмма оценивалась по 4-х балльной шкале Брауна. В норме БКГ у мужчин $1,22 \pm 0,43$ балла, у женщин - $1,42 \pm 0,52$ балла. Степень БКГ у лиц с функциональными напряжениями достоверно увеличивается. Еще более выражено ее изменение при неудовлетворительной адаптации и срыве механизмов адаптации. Изменения БКГ появляются раньше, чем ЭКГ, и выражены в большей степени. Балл БКГ достоверно выше, чем балл ЭКГ во всех группах по полу, возрасту и степени адаптации.

Сегменты IJ БКГ характеризуют силу сердечных сокращений или энергетику миокарда. В норме у мужчин он равен $1,21 \pm 0,54$, у женщин - $1,13 \pm 0,57$ (разница статистически недостоверна). Выявляется снижение IJ, связанное как с возрастом, так и с ухудшением функционального состояния системы кровообращения.

Степень изменения БКГ и амплитуды IJ являются интегральными показателями, указывающими на уменьшение работы сердца. Возрастные изменения тако-

го рода принято называть пресбикардией по аналогии с пресбиопией - возрастным снижением аккомодационной способности глаз (Dok B. at all., 1956).

Показатель мышечной силы у мужчин значительно больше, чем у женщин. В норме $56,8 \pm 10$ кг у мужчин и $35 \pm 5,2$ кг у женщин. С возрастом и изменением функционального состояния значения мышечной силы уменьшаются у мужчин более заметно, чем у женщин.

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) в норме у мужчин 3727 ± 672 мл, у женщин - 2875 ± 640 мл. У молодых мужчин вне зависимости от функционального состояния ЖЕЛ не изменяется и даже имеет тенденцию к увеличению. В возрасте после 40 лет ЖЕЛ достоверно уменьшается во всех группах по мере снижения степени адаптации. У женщин изменения этого показателя не носит выраженного характера. Отмечается недостоверное снижение ЖЕЛ лишь у лиц со срывом адаптации старше 40 лет. Важное значение в оценке состояния здоровья приобретает сопоставление соотношений массы тела и роста. Эти соотношения отражают состояние жирового обмена, характеризуют выраженность атеросклероза, изменяются в связи с образом жизни. Наиболее простым показателем соотношения массы тела и роста является индекс Брока. Как видно из представленных данных, у мужчин в норме имеется более значительный дефицит массы тела, чем у женщин. У мужчин превышение массы более 8-10 кг появляется только при неудовлетворительной адаптации в возрасте старше 30 лет. У женщин избыточная масса тела появляется уже при функциональном напряжении в молодом возрасте (разница статистически недостоверна). Выраженные превышения массы тела отмечаются у женщин старшего возраста в состоянии неудовлетворительной адаптации и срыва адаптации.

Особое место в оценке функциональных возможностей организма занимает определение степени напряжения регуляторных механизмов. Неблагоприятное воздействие факторов окружающей среды, как известно, вызывает общий адаптационный синдром, ведущим компонентом которого является повышение активности симпатoadреналовой системы. С помощью математического анализа ритма сердца измеряется так называемый индекс напряжения, который в условных единицах характеризует соотношение симпатического и парасимпатического отделов ЦНС. Чем выше индекс напряжения (ИН), тем выше "цена адаптации" организма к условиям окружающей среды, то есть тем больше усилий затрачивает организм на поддержание гомеостаза жизненно важных систем. В норме значение ИН у мужчин $133,7 \pm 96,8$ условных единиц, у женщин - 226 ± 324 условных единиц. Таким образом, у женщин зона нормы для ИН чрезвычайно велика, и этот показатель в состояниях функционального напряжения, неудовлетворительной адаптации и срыва адаптации практически мало отличается от нормы. У мужчин при переходе к указанным состояниям определяется статистически достоверное увеличение ИН во всех возрастных группах.

4.4. Структура здоровья как показатель влияния профессионально-производственных факторов

Как известно, факторы окружающей среды, в том числе производственные и социально-гигиенические, могут быть не только непосредственной причиной тех или иных изменений функционального состояния организма, связанного с неблагоприятными гигиеническими условиями, но и нервно-эмоциональными факторами в трудовой деятельности. При рассмотрении структуры здоровья различных профессиональных групп особое внимание обращает структура здоровья руководящего состава предприятия. Уже в возрасте до 40 лет снижено, по сравнению с остальными профессиональными группами количество лиц с удовлетворительной адаптацией; 60,7% работников в возрасте до 40 лет имеют функциональные напряжения или неудовлетворительную адаптацию, а 63,2% лиц старшего возраста находятся в состоянии неудовлетворительной адаптации или срыва механизмов адаптации. Инженерно-технические работники и служащие отличаются повышенным уровнем функционального напряжения. Среди молодых работников равное процентное отношение лиц в состоянии удовлетворительной адаптации и функционального напряжения, а в старшем возрасте - функционального напряжения и неудовлетворительной адаптации. Уровень здоровья у рабочих основных профессий выше, чем у рабочих вспомогательных профессий, но эти различия незначительны. В целом структура здоровья у рабочих основных профессий может быть приравнена к таковой у ИТР и служащих.

Мы проанализировали структуру здоровья в профессиональных группах на предприятии Подмосковья. На рис. 17. представлена динамика структуры здоровья рабочих и ИТР завода "Экситон". Она оценивалась по результатам 3-х обследований, проводившихся с интервалом в 4 года (1977, 1981, 1985). Число обследованных составило соответственно 1174, 2140 и 1570 человек. Прослеживалась общая тенденция к уменьшению количества лиц с удовлетворительной адаптацией (с 29,4 до 23,2%), с неудовлетворительной адаптацией (с 26,1 до 21,2%) и со срывом адаптации (с 9,7 до 6,2%). Однако число лиц с функциональным напряжением росло. При этом в группе лиц с удовлетворительной адаптацией отмечается относительно равномерное снижение их удельного веса в общей структуре здоровья предприятия (примерно на 1% ежегодно). Обращает на себя внимание некоторое ускорение роста числа лиц с функциональными напряжениями в период 1981 - 1985 гг. по сравнению с предыдущими периодами. Так, если с 1977 по 1981 гг. количество лиц в этой группе возросло на 6,5%, то в следующие 4 года прирост составил 8,4%. Снижение числа лиц в группах с неудовлетворительной адаптацией и со срывом адаптации так же было неравномерным: в 1-й группе более быстрое в период 1981 - 1985 гг., во 2-й - в период 1977 - 1981 гг. Выявленные особенности динамики структуры здоровья не случайны, что подтверждается более детальным анализом структуры здоровья в возрастно-половом и профессиональном аспекте.

Доминирующим в динамике структуры здоровья является рост числа лиц с напряжением адаптационных механизмов, что указывает на наличие постоянно действующих факторов, оказывающих стрессорное влияние на коллектив предприятия. Важно отметить, что на фоне этого воздействия не наблюдается увели-

чения числа лиц с преморбидными состояниями и со срывам адаптации и, следовательно, речь идет главным образом о развитии донозологических состояний. Природа стрессорных факторов, вызывающих донозологические состояния, может быть различной. Факторы преимущественно физического и химического характера обычно рассматриваются гигиенистами с учетом ПДК. Эти факторы в конечном итоге способствуют развитию профессиональных заболеваний и должны вести к равномерному росту числа как донозологических, так и преморбидных состояний. Так называемые биологические факторы в современном производстве имеют крайне разнообразную природу. Их общим признаком является опосредованное действие на различные системы организма, в частности на ЦНС, преимущественно путем активации нервно-психической деятельности организма, а также через эмоциональный стресс, обусловленный как производственными, так и бытовыми факторами.

Рассмотрим с этих позиций рис. 18, на котором представлены отдельно структуру здоровья рабочих и ИТР завода "Экситон" в 1977 и 1985 гг. Оказалось, что за 8 лет произошли определенные изменения. Среди рабочих количество лиц с удовлетворительной адаптацией уменьшилось на 4,8%, с функциональными напряжениями выросло на 4,8%. Количество лиц с неудовлетворительной адаптацией и со срывом адаптации почти не изменилось (соответственно выросло на 0,8% и уменьшилось на 0,7%). Совсем иная картина наблюдалась в группе ИТР: количество людей с удовлетворительной адаптацией уменьшилось на 7,7%, а людей с функциональными напряжениями возросло на 24,6%. Более значительным, чем среди рабочих, было и изменение количества лиц с неудовлетворительной адаптацией и срывом адаптации - оно уменьшилось соответственно на 7,4 и 6,1%. Приведенные данные показывают, что ведущую роль в различиях динамики структуры здоровья рабочих и служащих играют донозологические состояния. Именно увеличение их числа становилось главной чертой "популяции" ИТР в течение 8 летнего наблюдения. Этот период на предприятии, как и на большинстве предприятий страны, характеризовался техническим переоснащением цехов, внедрением новых технологий, освоением новых образцов выпускаемой продукции. ИТР как ведущее звено научно-технического прогресса, естественно, в первую очередь оказались объектом стрессорного влияния множества нервно-психических и эмоциональных факторов.

На рис.19 и 20 рассмотрена динамика структуры здоровья по результатам обследования в 1985 г.в возрастном-половом и профессиональном аспектах. У мужчин-рабочих и ИТР отчетливо выявлялась связь функциональных состояний с возрастом. Характерно возрастное увеличение числа лиц с неудовлетворительной адаптацией и срывом адаптации. Что касается групп с функциональными напряжениями, то они имеют наибольшую численность в возрасте 26-40 лет, однако у ИТР этот рост выше на 5%. Большой интерес представляет сравнение количества лиц с удовлетворительной адаптацией. У рабочих, и у ИТР с возрастом от 25 к 40 годам оно уменьшается. Однако во всех возрастных группах среди ИТР количество лиц с удовлетворительной адаптацией намного выше, чем среди рабочих. В возрастных группах 26-40 лет эта разница почти 2-кратная, а в группе старше 40 лет более чем 3-кратная. Наиболее вероятное объяснение этого факта заключается

в различном отношении людей к здоровью, что обусловлено образом жизни, уровнем культуры и образования. Роль характера труда, по-видимому, незначительна, поскольку с возрастом, а следовательно, и стажем работы такое различие не исчезает.

На рис.20. представлены структуры здоровья женщин-рабочих и ИТР различного возраста. Как и у мужчин, отчетливо выявляется связь функциональных состояний с возрастом. Однако характер этих связей несколько иной. Среди рабочих более заметно увеличение количества лиц с неудовлетворительной адаптацией, которое преобладает (на 10%) в возрастной группе старше 40 лет. Лица с функциональными напряжениями среди женщин-рабочих преобладают в возрастной группе до 25 лет. Структура здоровья женщин и мужчин ИТР идентична, чего нельзя сказать о рабочих. У женщин-рабочих в целом структура здоровья лучше, чем у мужчин (число лиц с неудовлетворительной адаптацией на 13% больше во всех возрастных группах, а лиц со срывом адаптации в группе старше 40 лет на 10% меньше). Таким образом, можно говорить о закономерных функциональных сдвигах, которые выражаются в постепенном переходе донозологических состояний в преморбидные, и затем к срыву адаптации. Так, в возрасте 26-40 лет количество лиц с удовлетворительной адаптацией и функциональными напряжениями (по сравнению с таковым среди молодых женщин-рабочих), уменьшается на 15,5% и, соответственно, на столько же возрастает количество лиц с неудовлетворительной адаптацией и со срывом адаптации. Аналогичная тенденция отмечается и в группе лиц старше 40 лет. Несколько иная картина у женщин - ИТР. Наибольшее количество лиц с функциональными напряжениями оказалось среди женщин 26-40 лет (так же как и у мужчин). Это свидетельствует о том, что наиболее интенсивное воздействие нервно-психического и эмоционального стрессов, связанных с производственной деятельностью ИТР испытывают люди, обладающие определенным опытом работы, активно участвующие во внедрении достижений научно-технического прогресса на предприятии.

Итак, структура здоровья является информативным показателем влияния социально-производственных факторов на функциональное состояние работников предприятия. Анализ динамики структуры здоровья позволяет, во-первых, определить функциональную доминанту контролируемой популяции, во-вторых, выявить наиболее значимые компоненты неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды на основе сравнения реакций различных групп, дифференцируемых по профессиональному признаку, в-третьих, оценить чувствительность различных возрастно-половых групп к воздействию комплекса факторов окружающей среды. Рассмотрим более подробно каждое из этих положений.

Функциональная доминанта обуславливается наиболее чувствительной зоной в "пространстве" состояний организма или популяции, в которой развиваются процессы адаптации биосистемы к комплексу взаимодействующих с ней факторов. Эта зона определяется исходным состоянием защитных и компенсаторных механизмов, т. е. адаптационными функциональными возможностями системы. В отношении популяции или группы людей, функциональная доминанта определяется по наиболее часто наблюдаемым функциональным состояниям, которые отражаются структурой здоровья. Под влиянием факторов окружающей среды мо-

жет преимущественно увеличиваться число определенных функциональных состояний, что проявляется конкретными изменениями структуры здоровья. Так, при функциональном доминировании состояния удовлетворительной адаптации можно говорить о благоприятном воздействии факторов окружающей среды. При функциональном преобладании напряжения механизмов адаптации речь может идти об активности регуляторных систем, усилении мобилизации функциональных ресурсов, об их повышенном расходовании в целях защиты организма и приспособления к комплексу воздействующих факторов. При функциональном доминировании неудовлетворительной адаптации следует говорить об истощении функциональных ресурсов, снижении приспособительных и компенсаторных возможностей системы (организма, популяции). Наконец, функциональное преобладание срыва адаптации свидетельствует о поломе приспособительных механизмов, о вхождении системы в зону патологических состояний. Знание функциональной доминанты позволяет разрабатывать мероприятия оздоровительного профилактического или лечебного характера.

4.5. Влияние занятий физической культурой на состояние здоровья

В последние годы все чаще исследователи обращают внимание на отрицательные последствия спортивных перенапряжений в результате длительных и интенсивных занятий спортом в сочетании с обычными рабочими и учебными нагрузками. Учитывая мощное регулирующее и тренирующее воздействие физической культуры на организм, необходимо более строго подходить к организации повсеместного систематического врачебного контроля за уровнем здоровья не только спортсменов, но и занимающихся оздоровительными видами физической культуры. Организация объективного контроля с привлечением доступных, простых, достаточно эффективных средств становится особенно актуальной в связи с развитием широкой сети лечебно-оздоровительных комплексов, созданием групп здоровья, популяризации роли массовой физической культуры, вовлечением в занятия лиц старшего и пожилого возраста. Поэтому представляет интерес рассмотреть на материалах массовых прогностических обследований зависимость состояния здоровья от уровня физической активности.

Анализ материалов проводился в 3 направлениях:

1. по данным анкетного опроса выяснялась причастность людей к занятиям физической культурой,
2. рассматривалось изменение динамики структуры здоровья лиц с разным уровнем физических нагрузок (по данным анкетного опроса об отношении к занятиям физической культурой),
3. изучались изменения структуры здоровья 3 группах, различающихся по уровню физической активности: в 1-ю группу вошли систематически занимающиеся физической культурой в группах здоровья, во 2-ю занимающиеся физической культурой от случая к случаю, в 3-ю совсем не занимающихся физической культурой.

Возрастной состав обследованных менялся незначительно. Среди не занимающихся физкультурой средний возраст был 39,4 - 40,3 года, среди занимающихся только утренней гимнастикой - 39,4 - 42,1 года, а занимающихся в группах здоровья - были старше - 44,1 - 45 лет. Группу спортсменов составили лица в возрасте до 35 лет. Основное количество обследованных (84,9%) - лица в возрасте до 40 лет - наиболее продуктивная в профессионально-производственном отношении группа, имели очень низкий уровень физической активности (не занимались физической культурой вообще или занимались только утренней гигиенической гимнастикой). Наличие гиподинамии, как одного из распространенных факторов риска среди лиц с разными функциональными состояниями отмечено нами ранее. Этот фактор даже среди лиц с удовлетворительной адаптацией выявлен в 46%, а в состояниях неудовлетворительной адаптации и срыва механизмов адаптации отмечается соответственно в 69 и 64% случаев.

Затем были проанализированы изменения структуры здоровья при динамическом контроле с интервалом в 3 года за лицами с разным уровнем физических нагрузок (по данным анкетного опроса об отношении к занятиям физической культурой). Структура здоровья за 3 года во всех группах существенно изменилась. Тенденция к ее ухудшению прослеживалась в одинаковой степени у лиц, совсем не занимающихся физической культурой и занимающихся только утренней гигиенической гимнастикой, причем изменения происходили за счет снижения количества лиц с удовлетворительной адаптацией и увеличения числа лиц со срывом адаптации. По-видимому такой уровень физической активности, как утренняя гигиеническая гимнастика, недостаточен для поддержания и укрепления здоровья лиц в возрасте 39 - 42 лет.

При рассмотрении структуры здоровья лиц, занимающихся в группах здоровья оказалось, что количество людей с удовлетворительной адаптацией у них за 3 года снизилось еще в большей мере, чем среди не занимающихся, а у лиц с функциональным напряжением значительно вырос (до 58,3%). Этот факт может, по-видимому, указывать на то, что перестройка функционального состояния во время систематических физических нагрузок приводит к активации различных функциональных систем. Это подтверждается также и тем, что среди спортсменов количество лиц с функциональным напряжением за те же 3 года увеличилось до 62,1% за счет перехода из состояния удовлетворительной адаптации. Учитывая, что длительные систематические напряжения ведут к перенапряжениям регуляторных систем и нарушению гомеостаза, контингенты лиц, занимающихся в группах здоровья, особенно нуждаются в постоянном врачебном контроле.

В качестве примера, иллюстрирующего необходимость систематического донологического контроля за людьми, занимающимися в группах здоровья, можно привести опыт трехлетних наблюдений за такими группами на ПО "Тантал". В 1981 году в эту группу записалось 128 человек, из которых 62 человека фактически перестали заниматься после первых 2 месяцев, 30 человек занимались регулярно в течение 3-х лет, выполняя рекомендации тренера и систематически проходили донологический контроль. Остальные 36 человек занятия в группах здоровья посещали нерегулярно, от случая к случаю, и, фактически, занимались физической культурой бесконтрольно. У лиц, не занимавшихся физической куль-

турой, за 3 года произошло заметное ухудшение уровня здоровья: число лиц с удовлетворительной адаптацией уменьшилось более чем в 2 раза, лиц со срывом адаптации - увеличилось в 3 раза, уменьшилось число лиц с функциональным напряжением и вырос удельный вес лиц с неудовлетворительной адаптацией. За этот же период времени состояние здоровья лиц, регулярно занимавшихся в группах здоровья, существенно не изменилось. Заметным явилось лишь некоторое увеличение (на 6,6%) численности лиц с функциональными напряжениями.

Значительно отличается от обеих рассмотренных групп динамика уровня здоровья лиц, нерегулярно занимавшихся физической культурой. Здесь за 3 года количество лиц с удовлетворительной адаптацией уменьшилось в 5 раз, а лиц со срывом адаптации выросло в 6 раз. На 11% увеличилось число лиц с неудовлетворительной адаптацией. Если учесть, что средний возраст во всех 3 группах был одинаковым (41,4 - 41,7 лет), то контраст между изменениями уровня здоровья за 3 года следует признать заслуживающим большого внимания.

Рассмотренные примеры являются принципиально важными при решении вопросов развития массовой физической культуры и спорта, создания лечебно-оздоровительных комплексов на предприятиях, организации групп здоровья, в которых ведущая роль принадлежит физическим нагрузкам.

ГЛАВА 5. СНИЖЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА КАК ФАКТОР РИСКА РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Болезнь не возникает внезапно. Она, как правило, является результатом поломки механизмов адаптации и защиты, а также нарушения равновесия между организмом и средой. Здоровье и болезнь рассматриваются обычно как два качественно разных состояния организма, не связанные между собой. Современный врач, к сожалению, признает лишь наличие болезни или ее отсутствие. Представление о постепенности перехода от здоровья к болезни в наше время ни у кого не вызывает возражений. Сегодня уже накоплен необходимый опыт и получены обоснованные материалы для перевода теоретических представлений в практическую плоскость.

5.1. Результаты динамического контроля за состоянием здоровья производственного коллектива

Постоянные и длительные воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды, как показано выше, ведут к снижению адаптационных возможностей организма и, как следствие, развитию заболеваний. Контроль за этим процессом и управление им возможны при повторяющихся динамических наблюдениях. Результаты таких наблюдений могут иметь большое значение для разработки систем, предназначенных для ежегодной диспансеризации населения.

На примере анализа изменений структуры здоровья за 4 летний период было оценено статистическое различие долей выделяемых донозологических состояний в двух сериях обследований, проведенных на заводе "Экситон" в 1977 г. (1200 человек) и в 1981 г. (2100 человек). Расчеты проводились В.В. Белокопытовым (1987, 1989). Достоверность выборочной разности определялась по t - критерию. Для каждого из донозологических состояний проверялась ноль-гипотеза.

При этом, было показано, что ноль-гипотеза по каждому из 4 донозологических состояний на 5% уровне принимается. Из полученных данных следует, что структура здоровья популяции работников завода "Экситон" за периоды 1977-1981 гг. оставалась без изменений. Это довольно устойчивый показатель состояния здоровья коллектива на котором можно базироваться при выборе критериев оценки состояния здоровья. Устойчивость структуры здоровья при анализе двух этих срезов может быть объяснена естественным обновлением коллектива (притоком новым молодых рабочих и уходом пожилых на пенсию и т.д.). Определенный интерес представляет анализ структуры здоровья одних и тех же лиц с течением времени. На ПО "Тантал" проведены обследования в 1981 и в 1984 гг. Общее число обследованных в каждой серии составляло 500 человек (249 мужчин и 251 женщина). За 3 года структура здоровья изменилась, в основном, за счет увеличения количества лиц с неудовлетворительной адаптацией и со срывом адаптации. Число лиц с неудовлетворительной адаптацией возросло в 1,5 раза, а со срывом адаптации - выросло в 7 раз.

Выделены три группы лиц:

1. - лица, у которых функциональное состояние в сравнении с 1981 годом не изменились;
2. - лица, у которых произошло улучшение функционального состояния;
3. - лица, у которых функциональное состояние изменилось в сторону ухудшения.

Почти в половине случаев (от 41 до 57%) за три года функциональное состояния организма у лиц разного пола и возраста не изменилось. Небольшой удельный вес (от 4 до 17%) составили лица с ухудшением функционального состояния (чаще это были люди молодого возраста). В группах, где произошло ухудшение функционального состояния, число женщин составило 34 - 35%, а мужчин - 35 - 49%. У мужчин ухудшение функционального состояния отмечалось преимущественно среди лиц старше 40 лет, в то время как улучшение - у лиц до 40 лет.

Подобное ухудшение качества здоровья невозможно объяснить только увеличением возраста обследованных. По-видимому, имелось неблагоприятное воздействие факторов окружающей среды, а также неправильный образ жизни, вредные привычки и другие факторы социально-бытового и производственного характера. Существенным было и отсутствие оздоровительных и профилактических мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья. Для того чтобы выявить причины подобных изменений результаты повторных обследований были проанализированы с учетом индивидуальной направленности изменения функционального состояния.

При анализе динамики изменений некоторых кардиологических показателей первых двух групп (с улучшением и без изменения функционального состояния) у людей разного пола и возраста была практически одинаковая, происходили лишь незначительные их колебания в процессе обследования: небольшое, в пределах возрастных норм, повышение АД, увеличение степени отклонения БКГ у

мужчин и женщин. Физиологический анализ изменений кардиологических показателей в группах мужчин и женщин с ухудшением функционального состояния показал, что происходит снижение адаптационных возможностей организма. Достоверному, хотя и не выходящему за пределы клинической нормы, увеличению АД соответствовал значительный рост индекса напряжения регуляторных систем и выраженное увеличение изменений ЭКГ. У молодых лиц также существенно ухудшались показатели БКГ. Эти сдвиги указывают на нарастающее истощение функциональных резервов системы кровообращения в результате повышенной активности механизмов, поддерживающих гомеостаз, в том числе симпатико-адреналовой системы. В данном случае необходимо проведение комплекса профилактических мероприятий, направленных на снижение степени напряжения систем регуляции и повышения функционального резерва. Отсутствие таких мероприятий приводит к срыву адаптационных механизмов и переходу практически здоровых людей в категорию больных.

5.2. Физиологические показатели в динамике многолетнего наблюдения

Устойчивость физиологических показателей определяется состоянием механизмов адаптации и гомеостаза. С течением времени под влиянием внешних и внутренних (возрастных) факторов устойчивость этих механизмов падает, снижаются адаптационные возможности организма и это определяется динамикой изменений рассматриваемых показателей.

В [таблице 19](#) представлены данные динамического контроля за функциональным состоянием 84 человек - работников завода "Экситон". Приводятся результаты обследований, проводимых в 1977, 1981, 1985 годах. Из [таблицы](#) видно, что функциональное состояние (адаптационный потенциал в условных баллах) статистически достоверно ухудшилось лишь через восемь лет. В течение первых четырех лет наблюдения 1977 - 1981 гг. (достоверно возрос дефицит массы тела, увеличилось систолическое артериальное давление, возросла степень изменения БКГ, увеличилось число жалоб). Частота пульса при этом достоверно снизилась. За последующие четыре года все рассматриваемые показатели статистически достоверно изменились по отношению к исходному уровню в 1977 году. По отношению к уровню 1981 года и к 1985 года не изменились дефицит массы тела и частота пульса.

Таблица 19. Результаты динамического контроля за состоянием здоровья группы работников промышленного предприятия

Показатель	Средние значения ($M \pm m$)		
	1977	1981	1985
Дефицит массы тела(кг)	12,7 \pm 1,2	15,7 \pm 1,4	18,1 \pm 1,5
ЧП (уд/мин)	79,8 \pm 1,2	73,2 \pm 1	74,5 \pm

			,2		1,1
САД (мм.рт.ст.)	9	122,3±1,	2,3	126,7±	137,3 ±2,6
ДАД (мм.рт.ст.)		79,5±1,1	,3	78,6±1	86,5± 1,4
ИН (усл.ед)	7	162,7±6,	7,5	208,7±	275,5 ±8,0
ЭКГ (балл)	6	1,45±0,0	,06	1,45±0	2,17± 0,07
БКГ (балл)	8	1,56±0,0	,08	2,28±0	2,17± 0,07
Жалобы (балл)		10,4±1,7	,5	18,6±2	28,8± 3,9
Функциональное состояние (балл)	4	2,56±0,0	,04	2,45±0	2,72± 0,05

Для более детального рассмотрения динамики анализируемых показателей обратимся к диаграмме на рис. 21. В ней сопоставлены средние значения каждого из показателей в каждом из наблюдений, соответствующие зонам удовлетворительной адаптации, напряжения механизмов адаптации и неудовлетворительной адаптации совместно со срывом адаптации. При анализе динамики физиологических показателей можно отметить, что в первые четыре года наиболее заметными во всех группах были изменения массы тела, баллистокardiограммы и жалоб. Эти показатели статистически достоверно возросли во всех группах. Во всех группах снизилась частота пульса. Артериальное давление (систолическое) возросло только у лиц с удовлетворительной адаптацией и у лиц с неудовлетворительной адаптацией и срывом адаптации. Диастолическое артериальное давление возросло только в последней группе. Степень изменения ЭКГ в течение четырех лет не изменилась. В течение следующих четырех лет выявляется достоверный рост систолического и диастолического артериального давления только у лиц с напряжением механизмов адаптации, с неудовлетворительной адаптацией и срывом адаптации. Степень изменения ЭКГ и БКГ возросла во всех группах, так же как и число жалоб.

Детальный анализ связи физиологических изменений со снижением адаптационных возможностей организма был проведен по данным, выделенных 7 групп лиц с различной динамикой изменения адаптационных возможностей организма. Первая группа - это лица, сохранившие в течение восьми лет состояние удовлетворительной адаптации, высокие функциональные возможности организма. За указанный период почти все показатели в той или иной мере изменились: масса тела увеличилась от - 3 кг до + 5,6 кг, систолическое артериальное давление возросло с 105 до 118 мм рт.ст., И БКГ изменения достигли 1,3 при исходном значении 0,6. Однако, все эти сдвиги вполне объясняются возрастным фактором, по-

скольку не выходят за пределы возрастных нормативов и удовлетворительной адаптации. Вторая группа - это лица, сохранившие в течение восьми лет состояние напряжения механизмов адаптации. Здесь наблюдаются более значительные сдвиги. Избыточный вес достигает +16 кг, артериальное давление в верхних пределах нормы. ЭКГ и БКГ достоверно не изменились. В третьей группе у лиц, сохранивших в течение восьми лет состояние неудовлетворительной адаптации, статистически достоверно увеличился избыточный вес (до +24 кг) и артериальное давление (до САД 158, ДАД 96 мм.рт.ст.). Таким образом, с течением времени наблюдаются изменения функционального состояния, обусловленные возрастным снижением адаптационных возможностей организма, которое хорошо компенсируется различными физиологическими механизмами. Одним из таких механизмов является возрастное снижение частоты пульса, которое четко выявляется во всех группах.

Следующие пять групп характеризуются различной степенью и разным темпом снижения адаптационных возможностей организма. Наименее выражены изменения физиологических показателей в четвертой группе, где только в последние четыре года произошел переход от удовлетворительной адаптации к напряжению механизмов адаптации. Здесь, по сравнению с лицами, сохранившими в течение восьми лет состояние напряжения механизмов адаптации, меньше избыточный вес тела, ниже артериальное давление, менее выражены изменения БКГ. Можно полагать, что текущее состояние зависит от исходных адаптационных возможностей организма и от темпа их снижения. Поэтому лица четвертой группы имеют более благоприятные физиологические показатели, чем лица второй группы. Такое же соотношение складывается между пятой и восьмой группами. В последней статистически достоверно более высокое систолическое артериальное давление, в то время как в исходном состоянии в 1977 году это различие было статистически недостоверно. Важно отметить, что лица с таким же состоянием неудовлетворительной адаптации в течение восьми лет имеют наименее благоприятные физиологические показатели: так, артериальное давление у них увеличено до 158/96 мм.рт.ст. При развитии срыва адаптации независимо от исходного функционального состояния и темпов его изменения, возникают однотипные сдвиги, обусловленные нарушением гомеостаза и поломом компенсаторных механизмов.

5.3. Факторы риска и профили патологии при различных функциональных состояниях

В эпидемиологических исследованиях широкое распространение получила концепция факторов риска. Действие факторов риска на организм является сугубо индивидуальным, и вероятность развития того или иного заболевания зависит от адаптационных возможностей организма. На действие определенных факторов риска каждый индивидуум отвечает по-своему, изменяя функциональное состояние. Единым для всех является развитие неспецифической адаптационной реакции с формированием определенных донозологических состояний. Таким обра-

зом, все факторы окружающей среды, вызывающие неспецифические адаптационные реакции организма и ведущие к снижению его адаптационных возможностей могут рассматриваться как факторы риска дезадаптации.

Главной особенностью при применении концепции о факторах риска в донозологической диагностике является то, что интенсивность любого фактора окружающей среды (факторы риска) может быть исследована по отношению к различным функциональным состояниям. Это позволяет при массовых обследованиях одновременно со структурой здоровья определять основные факторы риска для каждого из функциональных состояний и таким образом эффективно воздействовать на структуру здоровья путем борьбы с соответствующими факторами. На рис. 20 представлена диаграмма, характеризующая интенсивность некоторых факторов риска при различной степени адаптации организма к условиям окружающей среды. Из диаграммы видно, что каждый из факторов риска характеризуется своим распределением интенсивности по функциональным состояниям. Причем общей закономерностью является возрастание факторов риска по мере снижения адаптационных возможностей организма. Наиболее наглядно эта закономерность проявляется для такого фактора, как артериальная гипертония (АГ). Если при удовлетворительной адаптации АГ встречается только в 0,3% случаев, то при функциональном напряжении она наблюдается уже в 11%, при неудовлетворительной адаптации - в 26%, а при срыве адаптации - в 88% случаев. Следовательно, артериальная гипертония с полным основанием может быть названа ведущим фактором риска срыва адаптации в данной группе обследованных на ПО "Тантал".

Факторы риска можно разделить на 2 группы: 1-я, имеющие прямую причинную связь с теми или иными состояниями; 2-я, участвующие в формировании отдельных функциональных состояний, являющиеся, таким образом, одним из условий их развития. Как видно из диаграммы на рис. 26, наиболее часто встречающийся фактор - гиподинамия - отличается относительно высокой интенсивностью при всех функциональных состояниях (46,69%). Второе место по частоте занимает фактор - избыточная масса тела, интенсивность которого возрастает от 4% при удовлетворительной адаптации до 52% при неудовлетворительной адаптации и 46% при срыве адаптации. Избыточная масса и гиподинамия, наряду с курением (30-32%), могут рассматриваться в качестве условий, способствующих развитию неудовлетворительной адаптации, которая предшествует срыву адаптации. Однако вопрос о факторах риска в развитии отдельных функциональных состояний весьма сложен и требует учета возрастно-полового и социально-производственного состава обследуемых групп.

Факторы риска развития дезадаптации одновременно являются и факторами риска заболеваний, поскольку последние представляют собой следствие нарушения гомеостаза и срыва адаптационных механизмов. Заболевания возникают путем перехода донозологических состояний в преморбидные, а затем в нозологические. Такой переход происходит в результате длительного воздействия факторов риска, как необходимого условия развития неспецифических адаптационных реакций. Связь между факторами риска и заболеванием осуществляется через функциональные состояния, отражая напряжения и перенапряжения регуляторных ме-

ханизмов с последующим нарушением гомеостаза и компенсации (см рис.23). В [табл. 20](#) представлена заболеваемость (по данным углубленного врачебного обследования) лиц с различными функциональными состояниями. Эти данные показывают, выявляется значительное число людей с хроническими заболеваниями. Фактически, из 1015 обследованных на предприятии рабочих и служащих 362 человека (или 35,6%) имели те или иные хронические заболевания. При этом даже среди лиц с удовлетворительной адаптацией было 25% людей с острыми или хроническими заболеваниями, что, на первый взгляд, противоречит основной цели массовых профилактических обследований разделению потока людей по степени нуждаемости в углубленном медицинском обследовании и лечебно-профилактических рекомендациях. Однако обратим внимание на то, что сердечно-сосудистый "профиль" патологии при удовлетворительной адаптации составляет всего лишь 3,4%, (8 человек из 292 лиц с этим состоянием). Эти 8 человек старшего возраста имели явления атеросклероза в стадии компенсации, то есть без выраженных функциональных нарушений. Проведения специальных лечебных мероприятий им на данном этапе не требуется. При снижении адаптационных возможностей организма количество лиц с сердечно-сосудистым профилем патологии возрастает (при функциональном напряжении - до 10,3%, неудовлетворительной адаптации - до 16,8%, при срыве адаптации - до 91%). Таким образом, используемая методика оценки функционального состояния организма наиболее специфична по отношению к сердечно-сосудистому профилю патологии, что вполне соответствует положенной в ее основу концепции о системе кровообращения как индикаторе адаптационных реакций целостного организма.

Таблица 2 200. Ведущий профиль патологий у лиц с различными функциональными состояниями

Группы по профилям патологии	Удельный вес лиц по степени адаптации (%) к общему числу обследованных			
	Удовлетворительная адаптация	Функциональное напряжение	Неудовлетворительная адаптация	Срыв в адаптации
1. Сердечно-сосудистые заболевания	3,4	10,3	16,8	91,8
2. Заболевания желудочно-кишечного тракта	9,6	14,2	8,8	-
3. Забо-	2,0	2,6	4,4	-

левания органов дыхания				
4. Другие заболевания	10,0	15,7	11,5	9,0
Всего	25,0	14,8	41,5	100

Таблица 2 021. Сопоставление данных массовых прогностических обследований и результатов углубленных терапевтических осмотров

Выявленные заболевания	в том числе лица, состоящие и не состоящие на диспансерном учете	Число лиц с различными функциональными сост.			
1.Гипертоническая болезнь	состоят на ДУ				9
	не состоят на ДУ	-	1	10	23
	ИТОГО	-	2	13	42
2.ХИБС	состоят на ДУ				
	не состоят на ДУ	-	2	12	5
	ИТОГО	-	2	13	7
3.Нейроциркуляторная дистония				1	
4.Ревматический митральный порок сердца					
5.Миокардиосклероз					
6.Заболевания почек					
7.Прочие заболевания				5	
8.Направление на госпитализацию					
ВСЕГО					

			3	4	9
--	--	--	---	---	---

При анализе заболеваний обращает на себя внимание относительно большое количество лиц с хроническими заболеваниями желудочно-кишечного тракта. Этот профиль патологии достигает максимума при состояниях функционального напряжения, что согласуется с высокой этиопатогенетической значимостью длительного и стойкого напряжения регуляторных систем, приводящих к возникновению застойных очагов возбуждения в подкорковых нервных центрах (Быков К.Н., 1948). Как известно, большинство первично возникающих острых и хронических заболеваний желудка и 12-ти-перстной кишки, чаще всего связана со стрессорным влиянием факторов среды. О язвенном поражении стенки желудка как первой неспецифической реакции организма при стрессе писал еще Ганс Селье (1960). Таким образом, определенная корреляция между степенью напряжения регуляторных систем организма и частотой возникновения заболеваний желудочно-кишечного тракта не случайная.

Обратим внимание также на то, что и выраженность других хронических заболеваний в состоянии функционального напряжения достигает относительного максимума (15,7%). Это означает, что активизация регуляторных систем должна рассматриваться как показатель неблагополучия в организме, как прогностически неблагоприятный фактор. Не случайно, что при функциональном напряжении число выявленных случаев хронических заболеваний выше, чем при неудовлетворительной адаптации. И этот рост заболеваний отмечается по всем профилям патологии. Но следует отметить и другой важный аспект диагностики состояний функционального напряжения. Находясь в этом состоянии, организм еще обладает значительными функциональными резервами, а активация регуляторных систем свидетельствует об их мобилизации. Поэтому не только для сердечно-сосудистой патологии, но и для других патологий приобретает важное прогностическое значение дифференциальная диагностика донозологических и преморбидных состояний, при которых начинается переход к болезни как к патологическому состоянию, требующему лечебных мероприятий.

Исходя из изложенного выше, можно констатировать, что в состоянии функционального напряжения большое значение приобретают борьба с факторами риска, разработка мероприятий по их устранению. Поэтому в данном случае ведущую роль играет исследование непосредственной связи между факторами риска и профилями патологии, что позволяет эффективно и целенаправленно определять индивидуальные оздоровительно-профилактические рекомендации. На рис. 24 показано, что факторы риска при разных функциональных состояниях являются условиями развития конкретных заболеваний и, следовательно, их устранение может служить одной из мер снижения заболеваемости. Что касается профиля сердечно-сосудистой патологии, который приобретает наибольший вес в состоянии неудовлетворительной адаптации и становится ведущим при срыве адаптации, то в этой ситуации очень важно учитывать и контролировать функциональное состояние организма, степень его адаптации к условиям среды как непосредственную причину перехода к патологии.

Отсутствие факторов риска - довольно редкое явление при срыве адаптации, но и при удовлетворительной адаптации только 37% обследованных лиц не имеют факторов риска. По одному фактору риска имеет половина лиц с удовлетворительной адаптацией и функциональным напряжением. По два и более факторов риска имеют больше половины лиц с неудовлетворительной адаптацией и 85% - со срывом адаптации. Следовательно, учет интенсивности факторов риска может иметь большое значение для оценки вероятности перехода донозологических состояний в преморбидные, а затем и патологические. Однако, наличие факторов риска не может служить основанием для диагностики состояний, а тем более для дифференцировки донозологических и преморбидных состояний. На рис. 26 и 27 представлена зависимость факторов риска и хронических заболеваний в различных функциональных состояниях. Для двух и более факторов риска существует прямая зависимость между хроническими заболеваниями и факторами риска. По мере снижения адаптационных возможностей организма увеличивается и заболеваемость, и выраженность факторов риска. При отсутствии факторов риска или наличии единичных факторов - наблюдается обратная зависимость. Следовательно, переход от влияния единичных факторов риска к комплексному воздействию на организм неблагоприятных факторов приводит к качественно новому результату и быстрому росту заболеваемости. Однако для каждой конкретной группы, характерны определенные отношения факторов риска и определенная вероятность вполне конкретных заболеваний.

5.4. Состояние здоровья и заболеваемость административно-управленческого аппарата предприятия

Руководящий состав предприятия, его административно-управленческий аппарат, характеризуется неблагоприятной структурой здоровья: более 50% лиц в этой группе имеют неудовлетворительную адаптацию к условиям окружающей среды или срыв адаптации. Одной из ведущих причин такого положения, по видимому, является высокая интенсивность психо-эмоциональных нагрузок. На рис. 26, где представлена диаграмма факторов риска, наибольший вес среди них имеют эмоциональные перенапряжения, которые намного превышают средний для предприятия уровень. Несколько больший, чем в среднем по предприятию, удельный вес имеет и фактор курения. Если учесть, что психо-эмоциональные напряжения наблюдаются у 100% руководящих работников, а курение и гиподинамия - почти в половине случаев (38,41%), то становится понятной и высокая распространенность в этой группе сердечно-сосудистых заболеваний (36,8% случаев). Среди больных сердечно-сосудистыми заболеваниями 9 человек страдают ишемической болезнью сердца, в 4 случаях отмечается гипертоническая болезнь второй степени, у 13 человек выявлены различные заболевания системы кровообращения, в том числе нейроциркуляторная дистония по гипертоническому типу.

Заболевания желудочно-кишечного тракта в группе руководящего состава занимают 2 место (25,3%). Здесь наряду с факторами психо-эмоционального пе-

ренапряжения и курения, по-видимому, ведущую роль играет неправильный образ жизни и нерегулярное питание. Следует отметить, что распространенность заболеваний сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта более чем в 2 раза превышает их среднюю распространенность в группе лиц с неудовлетворительной адаптацией (16,6% и 8,8%). Таким образом, эти два профиля патологии формируются в данной социальной группе преимущественно в результате влияния профессионально-производственных условий, где ведущим фактором являются психо-эмоциональные перегрузки. Этот фактор выступает на первый план в связи со спецификой работы административно-управленческого аппарата, включая повышенную ответственность, частые конфликтные ситуации, ненормированный рабочий день и т. п. На примере этой группы особенно хорошо просматривается, как определенные факторы окружающей среды (хронические перенапряжения в сочетании с курением и гиподинамией) ведут к снижению адаптационных возможностей организма, что, в свою очередь, становится причиной развития заболеваний.

Как правило, ухудшение функционального состояния сочеталось с действием нескольких факторов риска и сопровождалось определенными сдвигами физиологических показателей. Так, у лиц со срывом адаптации отмечалось увеличение индекса напряжения регуляторных систем от 230 до 2016 условных единиц в сочетании с нервно-эмоциональными напряжениями и артериальной гипертензией. Изменение степени отклонения баллистокардиограммы и сейсмокардиограммы в 75% случаев сочеталось с факторами курения и употребления алкоголя. Так, у 44% лиц, выкуривающих более 20 сигарет в день, были резко снижены сегменты II БКГ, а степень отклонения БКГ часто превышала 2,5 - 3 балла. Из числа лиц, часто употребляющих алкоголь, в 58% случаев отмечено снижение сократительной способности миокарда.

Таким образом, материалы обследований показывают, что административно-управленческий аппарат крупного промышленного предприятия (руководящий состав) в наибольшей степени подвержен воздействию факторов, оказывающих неблагоприятное влияние на адаптационные возможности организма. Среди этих факторов наибольший удельный вес принадлежит психо-эмоциональным напряжениям, гиподинамии и курению. Соответственно, наиболее выраженные сдвиги наблюдаются со стороны регуляторных механизмов и энергетики миокарда. Эти изменения, как известно, играют ведущую роль в переходе от донозологических состояний к преморбидным и прогностически неблагоприятны в отношении заболеваний сердца и сосудов. Они могут быть названы непосредственной причиной формирования определенного профиля патологии. Вместе с тем, важно отметить, что в формировании заболеваний желудочно-кишечного тракта ведущую роль играют также факторы психо-эмоциональной перегрузки, гиподинамия и курение. Здесь в качестве непосредственного причинного фактора, по-видимому, выступает перенапряжение регуляторных механизмов. Таким образом, заболевания желудочно-кишечного тракта у административно-управленческого аппарата также же, как и заболевания сердечно-сосудистой системы, следует рассматривать с позиции теории кортико-висцеральных связей.

5.5. Динамика изменений уровня здоровья и заболеваемости

В настоящем разделе представлены результаты многолетних исследований, проведенных на заводе "Экситон", в которых сопоставлены данные о состоянии здоровья и заболеваемости. На этом предприятии были проведены три серии массовых прогностических обследований в 1977, 1981, и 1985 годах. Каждое из этих обследований проводилось как одномоментное, направленное на изучение структуры здоровья определенных групп работников и на оценку уровня заболеваемости с ВУТ. Стандартные показатели заболеваемости (число обращений, число случаев и дней ВУТ) определялись из расчета на 100 работающих путем усреднения данных за три года, предшествовавших обследованию. Поэтому, имелась возможность сопоставления данных о состоянии здоровья и заболеваемости (см, табл.22).

Таблица 22. Показатели заболеваемости в зависимости от структуры дознологических состояний у одного и того же контингента рабочих при повторных обследованиях в 1977 и 1981 г.

Дознологическое состояние	Показатели заболеваемости (100/год (М + м))							
	1975 - 1977 гг			1978 - 1980 гг.				
	Число обследованных	го	Все-обращений	Дн и ВУТ	Число обследованных	го	Все-обращений	ВУТ
Удовлетворительная адаптация	50	23	265±	69 1±37	27	26	180±	±19
Функциональное напряжение	102	16	266±	10 14±31	79	17	237±	±35
Неудовлетворительная адаптация	41	25	251±	97 1±45	84	19	305±	1±40*
Срыв адаптации	11	50	276±	11 76±104	15	51	393±	2±123
ИТОГО	204	11	263±	93 6±21	204	11	268±	9±40*

* статистически достоверное различие ($p < 0,05$) показателей заболеваемости, соответствующих дознологических состояний 1981 г. по сравнению с показателями заболеваемости при исходной структуре здоровья (1977 г) того же контингента.

Данные обследований 1977 года показывают, что группы лиц с разным уровнем здоровья не имеют статистически достоверных различий по числу обращений и случаев заболеваний с ВУТ. Вместе с тем, при анализе числа дней с ВУТ выявляется, что лица с функциональным напряжением болеют достоверно боль-

ше, чем лица с удовлетворительной адаптацией, а пациенты со срывом адаптации - достоверно больше, чем лица с удовлетворительной адаптацией. При сравнении данных 1977 года с данными 1981 года прежде всего обращает на себя внимание изменение структуры здоровья обследованной группы лиц. За 4 года почти в два раза уменьшилось число лиц с удовлетворительной адаптацией и вдвое возросло число лиц с неудовлетворительной адаптацией. Несколько уменьшилось число лиц с функциональными напряжениями и возросло число пациентов со срывом адаптации. Ухудшению уровня здоровья (снижению адаптационных возможностей организма) рассматриваемой группы людей соответствует увеличение заболеваемости в группах лиц с неудовлетворительной адаптацией и срывом адаптации. При этом увеличились все показатели: число обращений, число случаев, число дней с ВУТ. Достоверное снижение числа обращений отмечается у лиц с удовлетворительной адаптацией. Очевидно, что люди, сохранившие в течение четырех лет высокий уровень здоровья, меньше обращаются к врачу. Необходимо отметить, что если в группе лиц с неудовлетворительной адаптацией число случаев и число дней с ВУТ выросло примерно на 20-30 %, то у лиц со срывом адаптации рост составил по числу дней с ВУТ более 90 %.

При сравнении данных о заболеваемости одних и тех же лиц, сгруппированных по результатам обследований 1977 года (см. [табл. 23](#)), видно, что за четыре года заболеваемость достоверно выросла во всех группах, так же как и средняя заболеваемость. Однако, нельзя не обратить внимание на парадоксальный факт более значительного увеличения числа дней с ВУТ у лиц с удовлетворительной адаптацией (почти на 50 %), чем у лиц с неудовлетворительной адаптацией (менее чем на 25 %). Объяснения этому факту можно получить из данных о заболеваемости групп лиц обследованных в 1981 году с учетом их исходного функционального состояния в 1977 году. Так, из 50 человек, имевших в 1977 году удовлетворительную адаптацию, это состояние сохранилось в 1981 году лишь у 19. Их заболеваемость не изменилась. 20 человек из этой группы, которые через 4 года перешли в состояние функционального напряжения, стали болеть достоверно больше. Их заболеваемость выше, чем у тех 11 человек, которые перешли из состояния удовлетворительной адаптации в 1981 году. Можно полагать, что у лиц с напряжением механизмов адаптации повышается, в основном, неспецифическая заболеваемость (простудные заболевания), что обусловлено повышенной реактивностью организма и сниженной его устойчивостью в переходном состоянии. В рассмотренной подгруппе заболеваемость выше, чем в аналогичных подгруппах лиц с функциональным напряжением, входящих в группы с другими исходными состояниями.

Таблица 23. Функциональное состояние и заболеваемость 103 человек в динамике 8-летнего наблюдения

од	Функцио- нальное состоя-	Ч исло	ОЗ на 1 че- ловека в год
----	-----------------------------	-----------	-----------------------------

	ние	лиц		Ч исло случаев	Чи сло дней
		бс			
977	1	4	00	0, 85±0,1	6,0 2±1,25
981	1	5	9	0, 40±0	3,0 ±0,6
	2	34	53	0,90±0,1	8,6±1,4
	3	5	8	0,40±0,1	5,3±3,7
984	1			0, 60±0,2	3,3 ±1,0
	2	27	42	1,40±0,2	8,7±1,5
	3	24	37	0,8±0,1	6,3±1,1
	4	4	7	1,2±0,3	10,2±5,2
977	2	5	00	0, 3±0,1	7,7 ±1,0
981	2	4	0	1, 2±0,1	9,1 ±1,6
	3	11	30	1,6±0,1	10,6±2,4
984	2			1, 0±0,1	6,3 ±2,3
	3	11	60	1,1±0,1	11,3±2,0
	4	14	30	1,3±0,2	9,2±1,6
977	3		00	1, 7±0,2	14, 5±3,0
981				1, 6±0,5	12, 3±4,2
984				2, 7±0,8	20, 4±7,9

Анализируя группу лиц с исходным (в 1977 году) функциональным напряжением, отметим, что только половина входивших в ее состав лиц сохранила это состояние в течение четырех лет. Заболеваемость этих лиц достоверно снизилась, что говорит об устойчивости этого состояния и высоком уровне мобилизации защитных свойств организма. 8 человек, которые перешли в состояние удовлетворительной адаптации, при ретроспективном анализе заболеваемости в 1975 - 1977 г. показали, что их заболеваемость была очень низкой (всего 246 дней при контрольных средних цифрах 936 дней). Те лица, которые через 4 года перешли в состояние неудовлетворительной адаптации, в исходном состоянии имели более высокую заболеваемость, чем лица, входящие в другие подгруппы (1300 дней по

сравнению с 936 и 246 днями). Еще более высокую заболеваемость имели 7 человек, которые в течение четырех лет перешли в состояние срыва адаптации.

Из 41 человека с исходным состоянием неудовлетворительной адаптации за четыре года у 10 состояние здоровья улучшилось, они перешли в состояние функционального напряжения, у 6 человек состояние ухудшилось, они перешли в срыв адаптации. Как в исходном состоянии, так и через четыре года между подгруппами имелась статистически достоверная разница в уровне заболеваемости, как по числу случаев, так и по числу дней с ВУТ. За четыре года заболеваемость выросла во всех подгруппах, в том числе и у тех лиц, которые улучшили свое здоровье. Следует отметить, что и в этой группе исходная заболеваемость значительно ниже в подгруппе тех лиц, которые улучшили свое здоровье.

В 1977 году срыв адаптации был выявлен у 11 человек при средней заболеваемости 1194 ± 104 дня на 100 работающих. Из этих лиц только двое вошли в состав анализируемой группы из 15 человек в 1981 году. Важно отметить, что в 1981 году заболеваемость 15 человек со срывом адаптации была равна 2182 дня на 100 работающих, в то время как для 11 лиц, которые имели срыв адаптации в 1977 г., через 4 года она была равна 1630 дней на 100 работающих. Такое различие, по-видимому, объясняется тем, что большинство из этих 11 человек (9 человек) за указанный период перешли в состояние неудовлетворительной адаптации (7 человек) или напряжение механизмов адаптации (2 человека).

Подводя итог анализу изменения заболеваемости у лиц с различными функциональными состояниями, можно сделать вывод о том, что адаптационные возможности организма тесно связаны с уровнем заболеваемости. Показано, что наряду с общим закономерным ростом заболеваемости при снижении адаптационных возможностей организма, важную роль играет исходное состояние обследуемых лиц. При одном и том же функциональном состоянии, люди обладают различным уровнем заболеваемости. Так, те лица, которые за четыре года перешли из состояния функционального напряжения в состояние неудовлетворительной адаптации, имели более высокую заболеваемость, чем те, которые сохранили свое исходное состояние. Поэтому, связь между функциональным состоянием организма и ростом заболеваемости, носит нелинейный характер, и в этой области еще предстоит провести серьезные научные исследования. Однако, если говорить не об индивидуальных, а о групповых изменениях заболеваемости, то, по-видимому, возможно для каждого конкретного случая (конкретного предприятия, конкретной группы) подбирать соответствующие коэффициенты для прогнозирования заболеваемости по исходному функциональному состоянию.

Роль исходного функционального состояния в развитии заболеваний наглядно демонстрируется данными анализа числа дней с временной нетрудоспособностью (ВУТ) на одного человека и число случаев у 104 человек в течение восьми лет. Данные представленные в [таблице 23](#) показывают, что за этот период из 64 лиц с удовлетворительной адаптацией в этом состоянии остается всего 9, заболеваемость существенно снижается как по числу дней, так и по числу случаев. За этот же срок у лиц, сохранивших состояние напряжения механизмов адаптации (3 человека из 35), не наблюдается достоверного снижения заболеваемости. Если же рассмотреть группу лиц (4 человека), в течение восьми лет сохранивших со-

стояние неудовлетворительной адаптации, то у них заболеваемость существенно возросла (с $14,5 \pm 3$ дней до $20,2 \pm 7$ дней). Темпы или скорость перехода из одного состояния в другое мало влияют на изменения уровня заболеваемости. Так, лица с неудовлетворительной адаптацией, имевшие в 1977 году удовлетворительную адаптацию, сохраняют как через четыре года, так и через восемь лет уровень заболеваемости в пределах 5,3 - 6,6 дня на человека. Лица с неудовлетворительной адаптацией, имевшие в 1977 году состояние напряжения механизмов адаптации, через четыре года и через восемь лет сохраняют уровень заболеваемости в пределах 10,6 - 11,2 дня на человека.

Следовательно, сформировавшиеся устойчивые формы функциональных донозологических и преморбидных состояний, характеризуются определенным уровнем адаптационных, защитных возможностей, который сохраняется в течение длительного времени. Однако, чем ниже уровень здоровья, тем менее надежны механизмы защиты и компенсации. Это положение хорошо иллюстрируется при сравнении восьмилетней динамики трех групп лиц: с удовлетворительной адаптацией, где уровень заболеваемости сохранился в пределах 6,3 - 9,1 дня на человека в год, и неудовлетворительной адаптацией, где в первые 4 года уровень заболеваемости существенно не изменился, а в последующие 4 года вырос в 1,5 раза.

Изложенные данные позволяют сделать некоторые важные научные и практические выводы о связи адаптационных возможностей организма с уровнем заболеваемости. Прежде всего совершенно отчетливо выявляется закономерное увеличение заболеваемости при снижении адаптационных возможностей организма. Эта связь не носит линейного характера и является довольно сложной, зависит от исходного функционального состояния от времени наблюдений и от других факторов. Установлено, что в течение 4-х - 8-ми лет при отсутствии целенаправленных лечебно-оздоровительных мероприятий в результате снижения адаптационных возможностей организма происходит ухудшение "качества" здоровья, переход из одних функциональных состояний в другие с более низкими защитными и приспособительными свойствами, что, в частности, проявляется увеличением заболеваемости.

При удовлетворительной адаптации около 40 % людей сохраняют свой уровень здоровья в течение 4-х лет и около 15 % - в течение 8-ми лет. При напряжении механизмов адаптации наблюдается более быстрый темп снижения адаптационных возможностей организма: через 8 лет - менее 10 % людей сохраняют это функциональное состояние. Однако, в первые 4 года состояние напряжения адаптационных механизмов сохранилось у 70 % лиц. Это подчеркивает основную идею донозологического подхода к оценке уровня здоровья - необходимость учета "цены адаптации" организма к условиям окружающей среды. Так как напряжение механизмов адаптации связано с затратой функциональных резервов, то в течение некоторого определенного времени организм способен обеспечить необходимый уровень адаптационно-приспособительной деятельности, но истощение резервов ведет к быстрому переходу в преморбидные и патологические состояния.

ГЛАВА 6. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКА РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ ОРТОСТАТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Снижение адаптационных возможностей организма как один из ведущих факторов риска развития заболеваний связано с выраженным уменьшением или даже с исчерпанием функциональных резервов. Это означает, что резко ослабляется "физиологическая мера" против болезни, уменьшается устойчивость организма по отношению к стрессорным воздействиям. Оценка функциональных резервов является одним из обязательных условий оценки функционального состояния организма, его уровня здоровья.

Исходя из представленных выше теоретических положений и экспериментальных данных функциональный резерв можно определить из соотношения между уровнем функционирования системы и степенью напряжения регуляторных механизмов. Чем ниже степень напряжения при заданном уровне функционирования, тем выше функциональный резерв. Было показано, что с возрастом наблюдается рост степени напряжения регуляторных механизмов, что указывает на снижение функциональных резервов. Может ли быть измерен функциональный резерв непосредствен, как количественная величина, или же это сугубо качественная категория? По-видимому было бы важно оценивать функциональные резервы непосредственно в результате конкретного исследования. По В.В. Парину и Ф.З. Меерсону (1977) функциональный резерв органа или системы можно количественно охарактеризовать как разность между уровнем функции в покое и максимально достижимым уровнем этой функции. Так как измерить максимум функции можно только путем предъявления организму предельных или запредельных нагрузок, то это заведомо непригодно для исследования обычных людей, а тем более лиц, состояние которых находится на грани нормы и патологии.

Невозможность прямого измерения функциональных резервов делает необходимой разработку подходов к его прогнозированию. При этом функциональный резерв определяется как такое свойство организма, которое связано со способностью организма адаптироваться к изменениям окружающей среды без нарушений гомеостаза и без истощения или поломки регуляторных механизмов. Мы предложили (Баевский Р.М., 1979) оценивать функциональный резерв как способность (или готовность) организма выполнить заданную деятельность в заданное время с минимальным напряжением регуляторных механизмов.

Прогнозирование функциональных резервов организма может проводиться до, во время и после предъявления ему определенных стандартизированных нагрузок. Прогнозирование готовности (и способности) организма к выполнению определенной нагрузки может осуществляться, как описано выше, по соотношению уровня функционирования и степени напряжения регуляторных систем. Во время нагрузки прогнозируется способность организма достигнуть заданного уровня функционирования с минимальным расходом функциональных резервов, т.е. при минимальном напряжении регуляторных систем. После выполнения нагрузки речь идет об определении "цены адаптации" или "стоимости" выполненной работы, что является в свою очередь прогнозом адаптационных возможностей организма.

6.1. Ортостатическое тестирование как метод оценки функциональных резервов системы регуляции кровообращения (возрастные аспекты)

Поскольку в качестве ведущей физиологической системы, определяющей адаптационные возможности целостного организма, мы рассматриваем систему кровообращения, то соответственно речь идет о функциональных резервах этой системы, в том числе и о резервах ее регуляции. Среди многочисленных нагрузочных тестов, применяемых в кардиологической клинике и в физиологии кровообращения мы выбрали ортостатическую пробу. Это обусловлено простотой ее проведения (особенно активной ортостатической пробы). Проба легко дозируется временем ее проведения. Но главное, само по себе ортостатическое воздействие (гравитационная нагрузка) непосредственно адресована механизмам регуляции кровообращения и практически обычно не отражается на энергетических и метаболических процессах в организме.

Для оценки функционального резерва системы кровообращения при массовых обследованиях населения мы использовали ортостатическую пробу с измерением ЧП, САД и ДАД, а также с регистрацией сердечного ритма на всем протяжении исследования. В зависимости от резервных возможностей сердца и регулирующих его механизмов происходит и изменение уровня функционирования системы кровообращения. При высоком функциональном резерве, при большом запасе адаптационных приспособительных возможностей, изменения частоты пульса являются ведущими, в меньшей мере изменяется артериальное давление. При недостаточном запасе приспособительных возможностей происходит значительное изменение артериального давления, в основном систолического. В установке определенного уровня функционирования системы кровообращения и в мобилизации функциональных резервов важную роль играют регуляторные механизмы. Их состояние хорошо отражается показателями вариабельности кардиоинтервалов.

Известно, что ортостатическая проба является одним из информативных методов для выявления скрытых изменений со стороны сердечно-сосудистой системы, в частности со стороны механизмов регуляции. Переход из положения "лежа" в положение "стоя" сам по себе не представляет заметной нагрузки для практически здорового человека, а стояние в течение нескольких минут при отсутствии заболеваний также не причиняет существенных неудобств. Однако, если регуляторные механизмы не обладают необходимых функциональным резервом или имеется скрытая недостаточность системы кровообращения, то ортостаз оказывается для организма стрессорным воздействием. Указанная зависимость между функциональным резервом и активностью (степенью напряжения) регуляторных механизмов хорошо проявляется в процессе старения.

Процесс старения является естественной моделью для изучения изменений состояния механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы на различных стадиях перехода от нормы к патологии. Как известно, одним из существенных признаков старения является постепенное снижение адаптационных возможностей организма. Это проявляется уменьшением функционального резерва, ростом напряжения регуляторных систем и изменением уровня функционирования сердечно-сосудистой системы. Обычно, очень незначительный процент лиц старшего

возраста сохраняет достаточный уровень адаптационных возможностей, как правило, имеются нарушения миокардиально-гемодинамического или вегетативного гомеостаза (повышение артериального давления и частоты пульса). По мере старения резко нарастает частота случаев клинически выраженной коронарной недостаточности, увеличивается число больных гипертонической болезнью. Но и у практически здоровых лиц пожилого и старшего возраста снижена способность сердечно-сосудистой системы адекватно реагировать на нагрузку. Этот процесс по аналогии со снижением аккомодационной способности глаз (пресбиопией) получил название пресбикардии (В. Док и др., 1965). В обычных условиях пресбикардия не проявляется ни клинически, ни анатомически и может быть выявлена только по неадекватному ответу на различные воздействия.

Возрастные особенности регуляции сердечного ритма при ортостатической пробе были исследованы совместно с немецкими специалистами из Клиники Бавария Крейша (Баевский Р.М. и др., 1995). Обследовано 107 человек в возрасте от 20 до 79 лет (48 мужчин и 59 женщин). Все эти лица были практически здоровыми людьми. Это были пациенты ортопедического и травматологического профиля на завершающей стадии реабилитационного процесса. Лица с сердечно-сосудистыми нарушениями исключались на этапе предварительного клинического обследования с применением ЭКГ в 12 отведениях, эхокардиографии, Холтеровского мониторирования и биохимических исследований крови и мочи.

Все исследования проводились в утренние часы между 9 и 12 часами, не менее чем через 1,5 часа после еды. Регистрация сердечного ритма в положении "лежа" продолжалась в течении 5 минут. По звуковому сигналу пациент активно переходил в положение "стоя" и регистрация сердечного ритма продолжалась еще в течение 7 минут. Артериальное давление измерялось в начале и в конце этого периода. Анализ динамического ряда кардиоинтервалов проводился с помощью специального пакета программ "Контроль", разработанного фирмой "Конто" (Москва). Математический анализ ритма сердца в каждом из выделенных участков записи проводился скользяще-дискретным методом с длиной анализируемого участка в 128 секунд и шагом в 20 секунд, т.е. в 5-минутной записи последовательно анализировались 12 участков по 128 секунд, а результаты анализа усреднялись. Для каждого участка записи (этапа эксперимента) по данным статистического, гистографического и спектрального анализа вычислялся ряд показателей.

Статистическая оценка межгрупповых различий проводилась с использованием критериев Стьюдента. Достоверными (обозначены *) считались различия при уровне значимости не ниже 95% ($p \geq 0,95$).

В [таблицах 24](#) и [25](#) представлены данные об изменении некоторых показателей сердечного ритма в трех возрастных группах мужчин и женщин (младшая возрастная группа - до 40 лет, средняя- от 40 до 59 лет и старшая-60 лет и выше).

Таблица 24. Изменения математических показателей сердечного ритма при ортостатическом тесте в разных возрастных группах у мужчин ($M \pm m$)

Показатели	Положение тела	Возрастные группы		
		19-39 л.	40-59 л.	60 л. и ст.
ЧП, уд/мин	Лежа	77, 5 \pm 2,7	73,4 \pm 2,8	70,3 \pm 2,4
	Стоя	97,8 \pm 2,6	88,9 \pm 2,6	78,4 \pm 3,4*
Ин, усл.ед	Лежа	26 5 \pm 43	346 \pm 34	607 \pm 68*
	Стоя	446 \pm 75	562 \pm 54	816 \pm 34*
ДВ, %	Лежа	12, 1 \pm 0,6	10,5 \pm 0,6	12,7 \pm 1,9*
	Стоя	8,8 \pm 0,4	8,8 \pm 0,7	14,2 \pm 2,0*
ИЦ	Лежа	8,7 \pm 0,5	9,8 \pm 0,8	8,5 \pm 0,8
	Стоя	11,2 \pm 0,6	11,5 \pm 0,7	7,8 \pm 1,1*
ИАП	Лежа	0,8 5 \pm 0,03	0,72 \pm 0,05*	0,52 \pm 0,06*
	Стоя	1,03 \pm 0,06	0,74 \pm 0,04*	0,52 \pm 0,06*

Таблица 25. Изменения математических показателей сердечного ритма при ортостатическом тесте в разных возрастных группах у женщин (M \pm m)

Показатели	Положение тела	Возрастные группы		
		19-39 л.	40-59 л.	60 л. и ст.
ЧП, уд/мин	Лежа	78, 1 \pm 2,9	73,1 \pm 1,9	73,1 \pm 2,6
	Стоя	97,1 \pm 3,4	86,1 \pm 2,0	86,2 \pm 2,3*
Ин, усл.ед	Лежа	31 3 \pm 54	396 \pm 65	678 \pm 63*
	Стоя	487 \pm 67	523 \pm 34	980 \pm 87*
ДВ, %	Лежа	14, 7 \pm 1,6	11,5 \pm 0,8*	15,4 \pm 0,9
	Стоя	9,7 \pm 1,0	8,9 \pm 0,6	13,5 \pm 0,2*
ИЦ	Лежа	7,0 \pm 1,0	9,2 \pm 0,9	6,3 \pm 0,5
	Стоя			

		11,4±1,2	11,9±1,0	7,2±0,5*
ИАП	Лежа	0,7	0,56	0,58
	Стоя	7±0,08	±0,04*	±0,04*
		0,95±0,09	0,65±0,05*	0,45±0,04*

Как следует из представленных данных различие между ортостатическими реакциями мужчин и женщин выявляется только в старшей возрастной группе. Оно касается степени централизации управления (по показателям ДВ и ИЦ) и активности вазомоторного центра (по показателю ИАП отношение МВ-1 к МВ-2). У мужчин в отличие от женщин в старшем возрасте при ортостатическом воздействии отсутствует статистически достоверный рост ИЦ и достоверное снижение ДВ (хотя тенденция подобной динамики сохранена). Отсутствие при этом роста активности вазомоторного центра (по ИАП) является признаком снижения функциональных резервов регуляции и может рассматриваться как показатель неадекватной реакции на ортостатическое воздействие. У женщин, в этом возрасте несмотря на относительное снижение активности вазомоторного центра (значение ИАП в положении "стоя" снижается) адекватная реакция сохраняется за счет выраженной централизации управления (снижение ДВ и рост ИЦ в ответ на ортостатическое воздействие статистически достоверны). У мужчин подобная реакция в виде отсутствия активации вазомоторного центра при наличии заметной (достоверной) централизации управления наблюдается уже в среднем возрасте (40-59 лет).

Полученные данные позволяют высказать гипотезу о наличии двух взаимосвязанных механизмов регуляции сердечного ритма при ортостатических воздействиях: специфического (вазомоторного) и неспецифического (симпатоадреналового). Оба эти механизма при ортостатических воздействиях обеспечивают единый ответ организма, адекватный новым условиям кровоснабжения тканей и органов. Выявленные возраст-половые отличия относятся к выраженности этих компонентов в реакции организма на ортостатическое воздействие. Специфический (вазомоторный) компонент тормозится с возрастом, но у женщин это, повидимому, компенсируется достаточной мощностью неспецифического компонента. У мужчин с возрастом происходит параллельное снижение активности обоих компонентов, что является одной из причин более раннего чем у женщин снижения функционального резерва регуляторных механизмов системы кровообращения.

Выявленные нами возраст-половые различия механизмов регуляции кровообращения при ортостатических воздействиях отражают динамику снижения функциональных резервов организма. Как известно, любой воздействующий на организм фактор вызывает ответную реакцию, которая содержит как специфический, так и неспецифический компонент. Согласно теории Г.Селье(14) первичный ответ организма, его оперативная реакция обусловлена активацией неспецифического компонента. Так называемый общий адаптационный синдром ярко проявляется при стрессорных воздействиях. Однако и при воздействиях небольшой интенсивности, например при ортостатическом тесте наряду со специфической реакцией вазомоторного центра активируются и неспецифические механизмы адап-

тации, в частности симпатoadреналовая система. Показано, что при ортостазе наблюдается повышение содержания катехоламинов и ренина в крови (Осадчий М.А, 1981). Роль неспецифического компонента реакции заключается в мобилизации необходимых информационных и энергетических резервов, а специфического компонента в эффективном их использовании. Снижение активности или торможение специфического компонента ортостатической реакции в старших возрастных группах ведет к ухудшению качества регуляции кровообращения при изменении положения тела. Это, в частности, проявляется уменьшением амплитуды пульсовой реакции при переходе из положения "лежа" в положение "стоя". Уменьшение неспецифического компонента ортостатической реакции указывает на снижение функциональных резервов регуляторного механизма, что обусловлено снижением энергетических и метаболических резервов. В свою очередь снижение резервных возможностей организма требует более высокого напряжения механизмов регуляции для обеспечения адекватного ответа на воздействующий фактор. Эту роль выполняет симпатический отдел вегетативной нервной системы, состояние которого характеризует индекс напряжения регуляторных систем (Ин). Можно видеть (см. [табл. 24](#) и [25](#)), что абсолютные значения Ин увеличиваются с возрастом, хотя прирост значений этого показателя (в процентах к исходному) в ответ на ортостатическое воздействие не уменьшается.

Результаты проведенных исследований позволяют говорить об ортостатическом тесте как об адекватном методе оценки функциональных резервов механизмов регуляции кровообращения. Показано, что реакция организма на ортостатическое воздействие содержит два компонента: специфический и неспецифический. Неспецифический компонент представляет собой аналог общего адаптационного синдрома и проявляется повышением активности симпатического отдела вегетативной нервной системы. Специфический компонент является целенаправленной реакцией, связанной с регуляцией сосудистого тонуса. Роль неспецифического компонента ортостатической реакции состоит в мобилизации энергетических и метаболических ресурсов организма. Здесь механизм активации симпатического отдела вегетативной нервной системы таков же как и при ответе организма на любые другие стрессорные воздействия. Специфический компонент ортостатической реакции как и другие специфические регуляторы в организме обеспечивает экономичность и эффективность расходования функциональных резервов организма на восстановление нарушенного гомеостаза. Он реализуется через вазомоторный центр и заключается в его активации в ответ на ортостатическое воздействие.

6.2. Функциональные резервы механизмов регуляции кровообращения у больных с автономной невропатией и сердечно-сосудистыми заболеваниями

Возрастное снижение функциональных резервов регуляции демонстрирует как в процесс дизадаптации включаются компенсаторные механизмы, одним из которых является повышение активности симпатического отдела вегетативной нервной системы. При этом неспецифическая защитная реакция протекает по типу общего адаптационного синдрома в ходе развития которого вслед за стадией резистентности может наступить стадия истощения. В этой стадии характерным

является вегетативный дисбаланс на фоне значительного снижения функциональных резервов регуляторного механизма.

Автономная невропатия, возникающая у больных диабетом является одним из проявлений вегетативного дисбаланса, Ее изучению в настоящее время уделяется большое внимание (Smith S.A., 1982; Com J., Sora M.G., Bianchi A. et al., 1990). Считается, что смертность в течение ближайших 5 лет у больных диабетом, осложненным автономной невропатией в 4-5 раз выше, чем у больных без невропатии. Для выявления и определения степени выраженности автономной невропатии широко используются различные тесты, включая ортопробу с применением математического анализа ритма сердца (Ewing D.J., Campbell I.W., Clarke B.F., 1980; van Ravenswaaij-Arts, Kollee A.A., Hopman J.C.W. et al., 1993). Одним из важных признаков автономной невропатии является уменьшение вариабельности сердечного ритма при ортотесте и при тесте с глубоким дыханием (O'Brien L.A., McFadden J.P., Corraill R.J., 1991; Weeler T., Watkins P.J., 1991), что связывают со снижением тонуса парасимпатической системы (Pfeifer M.A., Cook D., Brodsky, 1982).. Спектральный анализ сердечного ритма показывает, что не только парасимпатический но и симпатический отделы вегетативной нервной системы отражают явления вегетативного дисбаланса при автономной невропатии (van Ravenswaaij-Arts C.M., Kollee A.A., Hopman J.C.W. et al., 1993).

С целью изучения обсуждаемой проблемы было обследовано 130 пациентов Клиники Бавария Крейша в возрасте от 18 до 83 лет в том числе 61 мужчина и 76 женщин (Баевский Р.М., Танк Й., Берсенева А.П. и др, 1995. Tank J et al., 1995). Из них по клиническим признакам отобраны 4 группы: - пациенты с диабетом 1-й стадии (D1)-17, - пациенты с диабетом 2-й стадии (D2) - 20, - пациенты с диабетом 1,2-й стадий с наличием сопутствующей сердечно-сосудистой патологии (DC)- 46, - пациенты с сердечно-сосудистыми заболеваниями (гипертония, постинфарктные состояния) (CRD) - 47.

Для формирования группы нормы из числа практически здоровых лиц, находящихся на заключительном этапе реабилитации после ортопедических операций (см. предыдущий раздел) были выделены 22 человека (Norm) в возрасте от 45 до 73 лет (средний возраст 62,4±1,4).

Активная ортостатическая проба проводилась по стандартной методике, описанной в предыдущем разделе. В течении всего времени проведения пробы регистрировалась ЭКГ с грудных электродов в отведении V4. Запись ЭКГ осуществлялась на миниатюрный носимый прибор "PHYSIOTREND" (BHL-6000, Швейцария), который обеспечивал детектирование QRS-комплекса, измерение длительности RR-интервалов и их запоминание в памяти в виде специального файла. После окончания исследований данные из памяти считываются в компьютер типа IBM PC для последующего анализа. Анализ динамического ряда кардиоинтервалов проводился с помощью специального пакета программ "Контроль".

В [таблице 26](#) ([А](#), [Б](#), [В](#), [Г](#)) представлены средние значения основных математико-статистических показателей сердечного ритма в обследованных группах. Из представленных данных следует, что реакция на ортостатическое воздействие у пациентов с автономной невропатией отличается следующими особенностями:

- менее выраженным, чем у здоровых лиц, но статистически достоверным увеличением частоты пульса,
- отсутствием статистически достоверных изменений показателей вариабельности сердечного ритма: среднего квадратичного отклонения (SD), Вариационного размаха (MxDMn), отношения максимального кардиоинтервала к минимальному (MxRMn), при значительном достоверном снижении их абсолютной величины,
- отсутствием статистически достоверного роста индекса напряжения регуляторных систем (SI) при выраженном достоверном росте его абсолютной величины,
- отсутствие статистически достоверных изменений средней мощности дыхательных волн и медленных волн 1-го и 2-го порядка (RW, SW1, SW2) при достоверном снижении абсолютных значений мощности дыхательных волн и медленных волн 1-го порядка.

Существенно отличаются и исходные абсолютные значения ряда показателей: индекс централизации (IC) увеличен, индекс активации подкорковых центров (SNCA) уменьшен, индекс активации регуляторных систем (IRSA) увеличен.

Таблица 26. Математические показатели сердечного ритма в группах пациентов с различными стадиями диабета (D1, D2, DC), при сердечно-сосудистых заболеваниях (CRD) и в контрольной группе (Norm) лиц старшего возраста (M_{±m})

A.

s	Group	HR	SD	RMSS D
1	up	75,4 ±	0,024 ±	14,5 ±
	Upr	2,6 92,6 ± 2,9	0,003 0,019 ± 0,003	3,0 6,8 ± 0,9
2	up	76,8 ±	0,017 ±	10,1 ±
	Upr	2,2 90,1 ± 3,7	0,001 0,018 ± 0,002	1,0 9,9 ± 1,6
C	up	75,5 ±	0,020 ±	12,9 ±
	Upr	1,5 85,5 ± 1,9	0,016 0,021 ± 0,016	1,5 10,9 ± 1,2
RD	up	69,0 ±	0,026 ±	18,9 ±
	Upr	1,9 79,7 ± 2,4	0,002 0,021 ± 0,001	1,9 10,5 ± 0,8
orm	up	68,2 ±	0,036 ±	27,8 ±
	Upr	1,5 80,8 ± 2,4	0,003 0,012 ± 0,003	2,4 18,7 ± 1,7

B.

ps	Grou	Max/Min	SI	pNN5
1	up Upr	1,15±0,0 23 1,16 ± 0,033	615 ± 175 895 ± 157	96,3 ± 2,1 99,9 ± 0,0
2	up Upr	1,11 ± 0,015 1,13 ± 0,015	763 ± 110 996 ± 184	99,8 ± 0,2 98,9 ± 0,7
C	up Upr	1,13 ± 0,010 1,15 ± 0,013	658 ± 69 830 ± 103	98,1 ± 0,9 98,7 ± 0,4
RD	up Upr	1,15 ± 0,076 1,14 ± 0,009	538 ± 119 717 ± 128	95,9 ± 0,2 99,6 ± 0,2
orm	up Upr	1,20 ± 0,015 1,19 ± 0,013	213 ± 92 339 ± 33	93,3 ± 1,8 98,5 ± 0,7

B.

ps	Grou	IRSA	AmpHF	AmpM
1	up Upr	3,99 ± 0,35 5,29 ± 0,26	4,45 ± 1,02 0,17 ± 0,12	2,06 ± 0,83 2,00 ± 0,75
2	up Upr	4,96 ± 0,22 5,19 ± 0,26	0,17 ± 0,11 0,06 ± 0,03	0,53 ± 0,15 0,85 ± 0,40
C	up Upr	4,55 ± 0,16 4,61 ± 0,21	0,13 ± 0,05 0,18 ± 0,06	1,02 ± 0,32 2,01 ± 1,13
RD	up Upr	4,46 ± 0,20 4,67 ± 0,18	0,43 ± 0,29 0,11 ± 0,07	1,75 ± 0,78 2,03 ± 0,85
		2,83 ±	0,72 ±	2,95 ±

orm	up	0,24	0,26	1,42
	Upr	$3,68 \pm 0,23$	$0,26 \pm 0,10$	$1,82 \pm 0,49$

Г.

ups	Gro	F	AmpL	TMF	AmpMF/ AmpHF
1	up		$7,75 \pm$	$15,13 \pm$	$26,17 \pm$
	Upr	2,97		0,36	6,01
			$5,41 \pm 2,33$	$15,21 \pm 0,53$	$32,43 \pm 5,48$
2	up		$3,57 \pm$	$15,26 \pm$	$22,85 \pm$
	Upr	1,48		0,43	3,35
			$7,40 \pm 3,80$	$15,50 \pm 0,44$	$15,65 \pm 3,65$
C	up		$4,58 \pm$	$15,30 \pm$	$22,07 \pm$
	Upr	1,23		0,25	3,09
			$3,69 \pm 0,61$	$15,36 \pm 0,25$	$31,00 \pm 5,67$
RD	up		$7,82 \pm$	$14,96 \pm$	$19,04 \pm$
	Upr	4,04		0,24	2,98
			$5,97 \pm 1,73$	$15,30 \pm 0,25$	$41,07 \pm 6,02$
orm	up		$8,86 \pm$	$14,28 \pm$	$7,65 \pm$
	Upr	2,87		0,50	1,46
			$3,95 \pm 0,92$	$13,04 \pm 0,45$	$13,11 \pm 2,24$

Все эти изменения являются признаками автономной невропатии (Malpas S.C., Maling T.J., 1990; Ewing D.J., Borsley D.Q., Bellavere F., 1991) и характеризуют снижение функциональных резервов системы вегетативной регуляции и наличие вегетативного дисбаланса с увеличением активности симпатического отдела.

Ряд авторов выделяют парасимпатический и барорефлекторный компоненты ортостатической реакции (Com J., Sora M.G., Bianchi A. et al. 1990; Malpas S.C., Maling T.J., 1990). При этом барорефлекторный компонент, определяемый изменениями мощности вазомоторных волн сердечного ритма, имеет в большей мере отношение к возрастным изменениям ортостатической реакции, поскольку и мощность и период вазомоторных волн, как это видно из таблицы 28 достоверно изменяются с возрастом. Парасимпатический компонент, связанный с изменениями мощности дыхательных волн сердечного ритма, резко уменьшается у больных диабетом и это дает основание считать его одним из индикаторов вегетативного дисбаланса (Malpas S.C., Maling T.J., 1990).

Обсуждению роли парасимпатического и барорефлекторного компонентов ортостатической реакции посвящена обширная литература (Com J., Sora M.G., Bianchi A. et al., 1990; Malpas S.C., Maling T.J., 1990). Многие авторы указывают на уменьшение средней частоты (увеличение периода) спектрального компонента вазомоторных волн у диабетических больных. По мнению van Ravenswaaij-Arts

С.М. с соавт.(1993) это можно объяснить увеличением времени регуляции артериального давления (запаздыванием барорефлекторной реакции). Однако, как показали М. Lishner с соавт. (1987) скорость проведения сигналов по симпатическим немиелиновым волокнам у диабетических больных не изменена.

Наши данные, представленные в [таблице 28](#), подтверждают наличие статистически достоверного ($P < 0,10$) увеличения периода медленных волн 1-го порядка (TMF) у пациентов с диабетом в положении "стоя" ($15,41 \pm 0,47$ с.) по сравнению с $13,86 \pm 0,96$ с. у лиц старшей возрастной группы). Еще один важный факт обращает на себя внимание при анализе данных в таблице 27. Это соотношении максимальных амплитуд дыхательных и вазомоторных волн в положениях "лежа" и "стоя" (ASW1/ARW). У здоровых лиц молодого и среднего возраста значения этого показателя в ответ на ортостатическое воздействие четко увеличиваются. В старшем возрасте и у больных диабетом изменения статистически недостоверны а значения показателя в положении "стоя" достоверно ниже.

Полученные результаты вполне объяснимы с позиций предложенной нами (Баевский Р.М.,1984) гипотезы о двухконтурной иерархической регуляции сердечного ритма. Согласно этой гипотезе чем выше уровень управления, тем больше период медленноволновых составляющих сердечного ритма, отражающих его активность. Это обусловлено тем, что информация, поступающая в соответствующие уровни управляющей системы, собирается и обрабатывается тем дольше, чем больше число регуляторных элементов, находящихся по его управлением. Каждый контур управляя нижележащими элементами может оказывать на них тормозящее или активирующее воздействие. Автономный контур, связанный с дыханием, характеризует активность парасимпатической системы и тормозится или активируется соответствующими элементами сердечно-сосудистого центра в продолговатом мозге (Фолков М, Нил Д.,1983), Центральные контуры управления ритмом сердца представлены вазомоторным центром и подкорковыми симпатическими центрами. Их активность отражается медленными волнами 1-го и 2-го порядка.

Вышележащие уровни управления вмешиваются в работу нижележащих только в том случае, если возникает их перенапряжение и функциональная недостаточность. Они постоянно контролируют их работу, корректируют ее в случае снижения функциональных резервов и берут управление на себя в экстренных ситуациях. Автономная невропатия при заболевании диабетом (и при других заболеваниях) является такой экстренной ситуацией, когда тормозится работа не только автономного контура, но и подкорковых нервных центров, поскольку управление берут на себя центры гипоталамо-гипофизарного и субкортикального уровней. Это ведет к снижению активности нижележащих центров, что видно по резкому снижению мощности дыхательных волн и медленных волн 1-го порядка по сравнению со здоровыми лицами. По мере старения мощность этих волн также постепенно снижается из-за снижения функционального резерва парасимпатического отдела системы вегетативной регуляции и регуляции артериального давления (барорефлекторная функция). В процесс регуляции все в большей мере включаются неспецифические компоненты общего адаптационного синдрома с активацией симпатического отдела вегетативной нервной системы.

В отличие от возрастных изменений вегетативной регуляции, где адаптационные возможности организма поддерживаются за счет процессов компенсации-включения неспецифических механизмов, при автономной невропатии на первый план выступает вегетативный дисбаланс. Одной из причин развития вегетативного дисбаланса возможно является активация высших вегетативных центров, отвечающих за метаболизм и энергетический обмен. Это ведет к подавлению активности нижележащих уровней регуляции, что характеризуется снижением вариабельности ритма сердца и уменьшением суммарной мощности спектра в диапазонах дыхательных волн и медленных волн 1-го и 2-го порядка.

6.3. Медленноволновые компоненты сердечного ритма как показатель функциональных резервов регуляции кровообращения

Математический анализ сердечного ритма с каждым годом получает все более широкое применение в клинической практике как метод оценки состояния различных звеньев системы вегетативной регуляции. Клиницистов привлекает высокая чувствительность этого методического подхода к изменениям функционального состояния, которые невозможно выявить другими лабораторно-инструментальными методами. Вместе с тем общепризнанна неспецифичность метода, поскольку одни и те же изменения вегетативного баланса могут наблюдаться при самых различных заболеваниях. Однако, это верно лишь при нозологическом подходе к оценке здоровья. Донозологическая диагностика изучает механизмы перехода от здоровья к болезни и ее интересует не специфика развивающейся патологии, а специфические особенности защитных реакций, препятствующих развитию заболевания.

Изучение вариабельности сердечного ритма позволяет выделить реакции, обусловленные разными уровнями регуляции физиологических функций. В литературе уже имеются данные о том, что низкочастотная составляющая спектра сердечного ритма, отражая активацию более высоких уровней системы управления физиологическими функциями, характеризует процессы мобилизации функциональных резервов (Р.М.Баевский, 1979). Достаточно указать на рост медленных колебаний в покое у спортсменов после физических перенапряжений (Воробьев В.И., 1978) или прямую связь мощности медленных волн 2-го порядка с уровнем физической тренированности у космонавтов (Баевский Р.М. и др., 1984).

Специальное исследование связи медленноволновых составляющих сердечного ритма с различными функциональными состояниями мозга у больных с психовегетативными нарушениями и органической церебральной патологией провела Н.Б. Хаспекова (1986-1996). Ею показано, что амплитудные показатели МВ-1 (MF) и МВ-2 (LF) компонентов спектра сердечного ритма являются адекватными маркерами соответственно церебральных эрготропных и барорецепторных симпатических механизмов регуляции. Показано, что при психовегетативном синдроме повышение амплитуды МВ-2 (церебральная эрготропная активация) с ее доминированием в спектре наблюдается при снижении активности сегментарных систем регуляции. При этом дезорганизуется работа барорецепторных механизмов регуляции. При органической патологии мозга отмечается снижение амплитуды всех спектральных спектра. При этом относительно более выраженное снижение МВ-2

наблюдается при правополушарных поражениях. Снижение МВ-1 наблюдается у больных с левосторонними двигательными нарушениями. Результаты проведенных исследований показывают, что изменения МВ-2 в большей мере связаны с надсегментарными мозговыми структурами, а изменения МВ-1 и ДВ (дыхательных волн) с изменениями сегментарных механизмов регуляции.

Возможность дифференциации уровней регуляции по спектральным составляющим сердечного ритма представляет большой интерес для донозологической диагностики при оценке состояний перенапряжения и истощения механизмов регуляции. Основная идея в оценке этих состояний заключается в переходе доминирующей роли ко все более высоким уровням управления по мере истощения функциональных резервов (Баевский Р.М., 1979). Поэтому при оценке донозологических состояний представляется важным не только определение уровня функциональных резервов, но и специфичности механизмов, обеспечивающих их мобилизацию. Это позволяют дифференцировать состояния напряжения регуляторных систем от их перенапряжения и истощения, поскольку в первом случае речь идет об активности оперативных механизмов регуляции, во втором случае в адаптационный процесс включаются все более высокие уровни управления.

На примере исследования функциональных резервов у больных с диабетом и гипертонической болезнью мы хотим продемонстрировать возможности использования медленноволновых компонентов спектра сердечного ритма для оценки специфичности механизмов мобилизации функциональных резервов. Эта работа была выполнена на кафедре госпитальной терапии Воронежской медицинской академии (зав. проф. Э.В.Минаков), где были обследованы две группы больных с диабетом (16 человек) и гипертонической болезнью (25 человек), которые сравнивались с контрольной группой практически здоровых людей (9 человек) (Минаков Э.В, Соболев Ю.А., Стрелецкая Г.Н. и др. 1996). У них при отсутствии различий по частоте пульса (HR) выявлены практически однотипные изменения показателей variability сердечного ритма (см. [таблицу 27](#)). В обеих группах больных они сводятся к снижению variability (уменьшение SD, MxMn, RMSSD, pNN50) и к снижению мощности спектральных компонентов в диапазонах HF, MF и LF. Все это указывает на то, что в обеих группах больных вегетативный баланс смещен в сторону преобладания симпатического звена регуляции, а снижение мощности спектра во всех диапазонах может свидетельствовать о повышенной активности высших вегетативных центров. Достоверных различий между группами больных нет. Вместе с тем, хорошо известно, что вегетативный статус больных диабетом и гипертонией имеет характерные особенности, которые проявляются в виде специфичных для каждой из этих групп клинических симптомов.

Таблица 27. Показатели variability сердечного ритма у здоровых лиц и у больных диабетом и гипертонической болезнью

По-	Кон-	Бол	Боль-
-----	------	-----	-------

казатели	контрольная группа	больные диабетом	больные гипертонией
HR	73,9±4	75,3	74,9±2
SD	,2	±3,3	,8
RMSSD	59,8±5,3	30,1±5,1	38,1±4,1
MaxMin	42,4±6,1	23,9±7,5	25,2±3,3
pNN50	321,2±14,7	152,5±23,4	192,7±18,1
HFP	21,1±5,1	8,2±4,4	7,6±2,7
MFP	50,2±10,3	33,6±20,1	29,6±10,2
LFP	70,3±10,1	33,5±11,2	40,4±9,6
MFP/HFP	105,2±27,3	24,1±4,5	38,5±8,7
	2,1±0,5	3,1±6,4	2,3±5,2

Иная картина наблюдается при рассмотрении результатов ортостатического тестирования. В [таблице 28](#) представлены разности значений показателей в положениях "лежа" и "стоя". Здесь различия между диабетиками и гипертониками достаточно наглядны. Основные отличия больных с гипертонической болезнью заключаются в том, что у них реакция протекает с меньшей активацией регуляторных механизмов. Это видно по таким статистическим показателям как SD, RMSSD, MaxMin, pNN50 и особенно SI, который в предыдущей таблице не представлен из-за большого разброса значений. Иллюстративны также данные спектрального анализа. Снижение мощности спектра дыхательных волн (HFP), также как и вазомоторных волн (MFP) наиболее выражено у больных диабетом. У больных этой группы также более выражен рост отношения MFP/HFP.

Таблица 28. Среднегрупповые значения разностей показателей variability сердечного ритма у здоровых лиц и у больных диабетом и гипертонической болезнью при проведении активной ортостатической пробы (стоя-лежа)

Показатели	Контрольная группа	Больные диабетом	Больные гипертонией
HR	16,69	16,	16,48
SD	-0,01	71	-0,00
RMSSD	-25,13	-0,01	-13,68
MaxMin	-0,07	-22,51	-0,03
SI	51,47	-0,06	190,29
pNN50	-23,11	214,88	-8,36
HFP	-0,37	-10,83	-0,22
MFP	0,16	-0,47	-0,08
LFP	-0,30	-0,21	-0,07
TMF	-0,12	-0,14	-1,16
MFP/HFP	2,78	0,44	2,90

Весьма интересными является изменения показателя TMF -среднего времени обработки информации в барорефлекторном звене регуляции. У больных диабетом это время заметно увеличивается по сравнению со здоровыми лицами. У больных гипертонической болезнью значение этого показателя существенно уменьшается. Этот феномен целесообразно рассматривать совместно с изменениями мощности медленных волн 2-го порядка (LFP), которые характеризуют активность надсегментарных механизмов регуляции. Как видно из таблицы значение LFP у больных гипертонической болезнью существенно ниже чем в остальных группах. Можно предположить, что у гипертоников в результате снижения влияния надсегментарных уровней регуляции происходит растормаживание сегментарных уровней регуляции с относительным повышением активности сегментарных симпатических (MFP) и парасимпатических (HFP) звеньев. Эти показатели снижаются при ортопробе меньше чем у здоровых. Возможно здесь можно говорить об активации подкорковых нервных центров у больных с гипертонической болезнью, что созвучно представлениям Г.Ланга о кортиковисцеральной природе гипертонических состояний (Ланг Г.М., 1946).

В связи с особенностями реакции на ортопробу больных диабетом и гипертонической болезнью представляется интересной попытка использовать для разграничения исследуемых групп дискриминантного анализа. Для этого в анализ были включены и показатели в положении "лежа" и показатели в положении "стоя" в виде разностей (стоя-лежа). При дискриминантном анализе были получены следующие уравнения канонических переменных (L1 и L2), которые позволяют диагностировать принадлежность пациентов к той или иной группе с точностью до 70 %:

$$L1 = 7,27 - 5,25 * Mx_{rMn} - 5,23 * LFa - 1,88 * Mx_{DMn2} - 2,22 * MFa2$$

$$L2 = 8,59 - 7,72 * Mx_{rMn} + 1,34 * LFa - 31,8 * Mx_{DMn2} + 2,07 * MFa2$$

Канонические переменные могут интерпретироваться геометрически как координаты центроидов в пространстве значений отдельных объектов. Для двух канонических переменных рассматривается двухмерное пространство (фазовая плоскость). На рис. 33 результаты дискриминантного анализа представлены в графической форме. Координаты центроидов исследуемых нами групп были следующими:

Оси фазовой плоскости	Контрольная группа	Больные диабетом	Больные гипертонией
X (L1)	- 2,7	1,2	0,2
Y (L2)	0,3	0,5	-0,4

Рассмотрение уравнений канонических переменных показывает, что в них вошли наряду с показателями вариационного размах также и обе медленноволновые составляющие спектра -MF и LF. Однако, они входят в них с разными знаками: со знаком "-" в первое уравнение и со знаком "+" во второе уравнение. Поскольку знак означает рост медленноволновых компонентов, что является показателем активности специфических сегментарных (MF) и надсегментарных (LF) механизмов регуляции, то это дает основание для физиологической интерпретации канонической переменной L1 как критерия оценки неспецифической компоненты реакции, а L2 - как критерия для оценки специфичности реакции. Специфичность проявляется более значительной амплитудой медленных волн 2-го порядка в положении "лежа" и более выраженным ростом вазомоторных волн при переходе в положение стоя.

Представленные данные позволяют говорить о том, что снижение функциональных резервов при переходе от нормы к патологии нельзя однозначно связывать с перенапряжением и истощением регуляторного механизма в целом. В каждом случае нарушения возникают в его конкретных звеньях и соответственно формируется определенный вид патологии. Неспецифические механизмы всегда участвуют в адаптационной реакции. Их роль сводится к оперативной реакции на стрессорное воздействие, в срочной мобилизации текущих функциональных резервов. Более эффективное и экономичное приспособление организма к новым условиям происходит за счет активации специфических механизмов регуляции. Для случая ортостатического тестирования (воздействие гравитационного стресса) таким специфичным механизмом является барорефлекс, который осуществляется при участии подкоркового вазомоторного центра.

Таким образом функциональный резерв механизмов регуляции складывается из двух компонентов, специфического и неспецифического. В зависимости от преобладания того или другого компонента адаптационная реакция может быть более или менее эффективна. Преобладание активности специфических механизмов обеспечивает более экономичное и целенаправленное использование функциональных резервов, более точную настройку на новые условия жизнедеятельности. На рис. 34 представлены в графической форме данные о функциональных резервах регуляции в 8 группах лиц - здоровых и больных. Это объединенные в один массив данные исследований, проведенных в немецкой клинике (Клиника Бавария Крейша) и в Воронежской медицинской Академии. Эти материалы представлены в предыдущих разделах. При дискриминантном анализа были получены серии уравнений, включающие 15 показателей. Распознавание здоровых лиц среди больных было правильным в 78-86% случаев.

Рис. 29 построен по данным среднегрупповых значений первой (L1) и второй (L2) канонических переменных. По аналогии с данными предыдущего раздела мы считаем L1- показателем активности неспецифических механизмов адаптации, а L2-специфической адаптации. Общий функциональный резерв может быть условно охарактеризован суммой значений L1 и L2. На рисунке показана доля специфической (Sp) и неспецифической (Нсп) активности регуляторных механизмов для каждой из групп. Видно, что здоровые лица, обследованные в Воронеже (Зд-1) более молодого возраста (46+-3,4 года) отличаются значительным

преобладание активности специфических регуляторных реакций. Здоровые люди из немецкой клиники -более старшего возраста (62+-3,2 года) имели более выраженную неспецифическую активность регуляторных систем. В целом же по сумме L1 и L2 эти группы примерно равны. Существенно более низкими были уровни функционального резерва были в группах больных. Самый низкий функциональный резерв был у больных диабетом из немецкой клиники (Дб2). Самый высокий функциональный резерв среди больных отмечен при гипертонической болезни. При этом важно, что здесь значительно преобладает специфический компонент адаптационной реакции, а его величина характеризуется отрицательным числом.

В заключение данного раздела необходимо отметить, что проблема оценки функциональных резервов организма крайне сложна и представленные нами данные являются лишь одной из попыток подойти к решению этой проблемы. Ясно, что по мере перехода от здоровья к болезни, резервные возможности регуляторных систем падают и они уже не обеспечивают необходимой перенастройки организма на новый уровень функционирования. Одновременно с падением функциональных резервов снижаются и адаптационные возможности организма. Это обусловлено истощением метаболических, энергетических и информационных ресурсов организма, о которых мы судим по состоянию механизмов регуляции кровообращения. И несмотря на то, что при этом мы используем сугубо качественные критерии (увеличение или уменьшение тех или иных показателей) этот подход дает вполне объективную информацию о функциональном состоянии организма. Возможность получения такой информации неинвазивно и достаточно простыми методами открывает перспективу более широкого применения изложенного подхода в клинической практике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основная идея этой книги схематично представлена на рисунке 27. Здесь показано (в нижней части рисунка), что снижение адаптационных возможностей организма сопровождается ростом специфических патологических изменений, которые проявляются в виде разнообразных заболеваний. Принципиальное различие между здоровым и больным организмом состоит в том, что в первом случае гомеостаз сохранен, во втором - нарушен. Способность организма адаптироваться к условиям окружающей среды резко уменьшается еще до нарушения гомеостаза. В состоянии неудовлетворительной адаптации он обладает уже настолько сниженными функциональными резервами, что даже небольшие нагрузки (как физические, так и эмоциональные) могут нарушить его неустойчивое равновесие со средой.

Из предложенной схемы видно, что из двух функциональных состояний, пограничных между нормой и патологией (между удовлетворительной адаптацией и срывом адаптации) лишь состояние неудовлетворительной адаптации может быть названо предболезнью в клиническом понимании этого слова (Василенко В.Х.,1985). Вместе с тем предболезнь имеет не только клиническое, но физиологическое толкование. С точки зрения донозологической диагностики в предболезни следует различать две стадии. Первая стадия с преобладание неспецифических

изменений над специфическими, когда гомеостаз еще сохранен и на первый план выступает повышенная активность регуляторных механизмов, благодаря чему и сохраняется неустойчивое равновесие со средой. Вторая стадия протекает с преобладанием специфических изменений над неспецифическими, т.е. на первый план выступают конкретные проявления болезни, определенные симптомы и синдромы.

Весь смысл донозологической диагностики заключается в том, что она позволяет прогнозировать развитие болезни еще до того как появляются ее признаки. Основным прогностическим критерием являются адаптационные возможности организма, в результате снижения которых он переходит последовательно от удовлетворительной адаптации к состоянию напряжения адаптационных механизмов и затем к неудовлетворительной адаптации. Оценить риск развития заболевания можно на основе измерения степени напряжения регуляторных систем с использованием методики математического анализа сердечного ритма. В верхней части рис.27 показаны последовательные стадии изменений состояния регуляторных систем от напряжения к перенапряжению и к истощению. Именно способность регуляторных систем мобилизовать необходимые функциональные резервы, обеспечить "физиологическую меру" защиты организма от стрессорных воздействий позволяет сохранять гомеостаз и поддерживать состояние удовлетворительной адаптации.

Переход от нормы к патологии, от здоровья к болезни происходит постепенно по мере снижения адаптационных возможностей организма, по мере перехода от напряжения регуляторных систем к их перенапряжению и истощению. Этот переход можно сравнить со спуском по "лестнице состояний" как это показано на рис. 28. Индивидуальные "траектории" движения от нормы к патологии редко имеют линейный характер (см. кривую "а"). Иногда это быстрое снижение по параболической кривой ("b"), а во многих случаях быстрый спуск с сохранением определенного уровня в течение длительного времени (логарифмическая кривая "с"). Используя результаты донозологических исследований могут быть построены математические модели (уравнения) перехода от нормы к патологии с учетом функциональных резервов организма и адаптационных возможностей. Вариантами таких моделей являются используемые в алгоритмах донозологической диагностики уравнения регрессии и дискриминантные функции.

В книге описаны методология донозологических исследований и соответствующие аппаратно-программные средства. Представлены результаты массовых донозологических исследований больших контингентов людей, которые подтверждают основную теоретическую концепцию о связи риска заболеваний со снижением адаптационных возможностей организма. 20-летний опыт работы в области донозологической диагностики свидетельствует о том, что это научно-практическое направление будет активно развиваться и использоваться в различных областях медицины и физиологии.

В заключение авторы хотели бы упомянуть о тех, без кого не получила бы своего развития и экспериментального обоснования донозологическая диагностика, и не была бы написана эта книга. Прежде всего следует сказать об академике Влаиле Петровиче Казначееве, который активно участвовал в становлении и раз-

витии донозологической диагностики как нового научного направления (Баевский Р.М., Казначеев В.П., 1978, Казначеев В.П., Баевский Р.М., Берсенева А.П., 1980). В первых массовых донозологических исследованиях на заводе "Сибсельмаш" в Новосибирске в 1974-77 гг. участвовали Я.В. Поляков и А. Гичев. Динамические донозологические исследования в течение 1981-84 гг. на предприятии "Гантал" в Саратове были проведены при участии И.А. Якименко и С.А. Салеевой.

С 1980 по 1990 гг. обширные исследования на предприятиях Московской области (завод "Экситон", Московское Производственное Платочное Объединение, совхоз "Московский и др.) провели сотрудники лаборатории массовых прогностических обследований Московского Областного Научно-Исследовательского Клинического Института (А.П. Берсенева - руководитель лаборатории, Т.И.Юрьева - ст. научн. сотрудник, Б.И. Егоров научн. сотрудник, а также такие сотрудники, как Т.Н. Счепицкая, Н.Н. Савостьянова, Л.М. Корчагина, Е.Н. Гаврилина). В организации и работе этой лаборатории, которая была специально создана для разработки проблем донозологической диагностики принимали участие известные специалисты в области гигиены, физиологи и клинической медицины - академик Б.Т. Величковский, академик Е.И. Соколов, академик Н.Р. Палеев, профессор А.М. Сазонов. Существенный вклад в разработку аппаратурно-программных средств донозологической диагностики внес директор ОКТБ "Парсек" (Тольятти) к.т.н. Ю.С. Ройтбург. В последние годы изучение адаптационных возможностей организма с использованием методов математического анализа ритма сердца в клинике проводилось в Клинике Бавария Крейша с участием доктора Й. Танка и в Воронежской Медицинской Академии с участием профессора Э.В. Минакова и доцента Г.Н. Стрелецкой.

Всем упомянутым выше ученым, врачам и специалистам, а также многим другим, кто содействовал развитию нового важного научно-практического направления - донозологической диагностики, авторы приносят свою искреннюю благодарность.