



**О.Ю. АТЬКОВ**

---

**ЭФФЕКТИВНАЯ  
ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ  
ДИАГНОСТИКА:  
ЗЕМНОЕ  
И ВНЕЗЕМНОЕ**

---



**О.Ю. АТЬКОВ**

---

**ЭФФЕКТИВНАЯ  
ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ  
ДИАГНОСТИКА:  
ЗЕМНОЕ  
И ВНЕЗЕМНОЕ**

---

Актовая речь в Российском государственном  
медицинском университете им. Н.И. Пирогова



ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА  
«ГЭОТАР-Медиа»

Москва  
2011





УДК 616-072(042.3)  
ББК 53.4  
А92

*Атьков Олег Юрьевич* — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой инструментальной диагностики медико-биологического факультета Российского государственного медицинского университета им. Н.И. Пирогова, заслуженный деятель науки РФ.

**АТЬКОВ О.Ю.**

**А92** Эффективная инструментальная диагностика: земное и внеземное: Актовая речь в Российском государственном медицинском университете им. Н.И. Пирогова. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. — 40 с. : ил.

ISBN 978-5-9704-2063-8

---

Подписано в печать 04.04.2011.

Формат 60x90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Объем 2,5 п.л. Тираж 1000 экз. Заказ № 84

Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа».

119021, Москва, ул. Россолимо, д. 4,

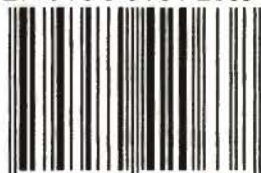
тел.: (495) 921-39-07, факс: (499) 246-39-47.

E-mail: info@geotar.ru, <http://www.geotar.ru>

Отпечатано в ООО «Типография «Момент»».

141406, Московская область, Химки, ул. Библиотечная, д. 11.

ISBN 978-5-9704-2063-8



9 785970 420638 >

# ЭФФЕКТИВНАЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА: ЗЕМНОЕ И ВНЕЗЕМНОЕ

Современная инструментальная диагностика, применяемая в клинике внутренних болезней, базируется на различных физических принципах получения диагностической информации и анатомо-морфологических данных. Отдавая должное эффективности и клинической значимости таких методов, как рентгеновская компьютерная томография (РКТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), радиоизотопные технологии, которые зачастую признаются «золотым диагностическим стандартом» современной клиники, мы сочли необходимым привлечь ваше внимание к методам первой и второй линии повседневного использования. Они имеют непреходящую ценность, особенно в тех случаях, когда необходим длительный контроль состояния физиологических систем организма для выявления и мониторинга патологии или оценки влияния экзогенных факторов. Мы также не будем касаться принципов, лежащих в основе аппаратов так называемых медицинских информационных систем, которые используются в скрининговых диагностических кабинетах платных медучреждений современной России, поскольку не располагаем достаточно убедительными данными об их клинико-диагностической ценности, основанной на принципах доказательной медицины.

Общеизвестно, что человек, будучи частью Вселенной, находится в постоянной связи с космосом. И как Вселенная имеет свои ритмы: луна с определенной цикличностью вращается вокруг Земли, Земля — вокруг Солнца, которое, являясь источником непрерывно протекающих процессов высвобождения энергии, поддерживает жизнь на нашей планете, — так и человек, являясь частью живой системы, обладает биологической ритмичностью, благодаря которой обеспечивается приспособление организма к внешней среде. Под влиянием постоянно повторяющихся воздействий факторов внешней среды, формирующих экзогенные ритмы, в процессе эволюции в живых системах возникли структурно-функциональные организации, осуществляющие эндогенные ритмы.

Ведущее место среди биоритмов занимают циркадианные (циркадные) ритмы (лат. *circa* — около, *dies* — день): суточный ритм с периодом около 24 ч. В норме суточный ритм сердца и артериальное давление (АД) коррелируют между собой. Ритмичность биологических процессов передается по наследству и координируется работой «биологических часов» — так называемых внешних синхронизаторов. В норме колебания суточного



ритма сердца и АД больше днем и меньше ночью. Синхронное нарастание АД и частоты сердечных сокращений (ЧСС) днем может быть связано с физической и эмоциональной нагрузкой, воздействием стимуляторов и с прочими причинами, определяющими жизнедеятельность человека. Во время отдыха уменьшение ЧСС сопровождается снижением АД.

Рожденный на планете Земля, человек всегда стремился в космические просторы и, осуществив свою давнюю мечту, шаг за шагом пытается приспособливаться к длительным космическим полетам. Одной из важнейших систем организма, поддерживающей его существование, является сердечно-сосудистая система (ССС), отказ которой может привести к завершению земного пути.

С чего начинается человек? — С ритма. И угасает с нарушением ритма, когда тот становится неадекватным поддержанию процессов жизнедеятельности.

Вот почему одной из первых методик наблюдения за функциональным состоянием человека в повседневной жизни было мониторирующее электрокардиограммы (ЭКГ).

Официальной датой рождения методики является 1961 год, когда в американском журнале Science вышла статья Нормана Холтера (рис. 1) под названием «Новый метод исследования сердца. Практическое использование длительной электрокардиографии у пациентов в период активности».

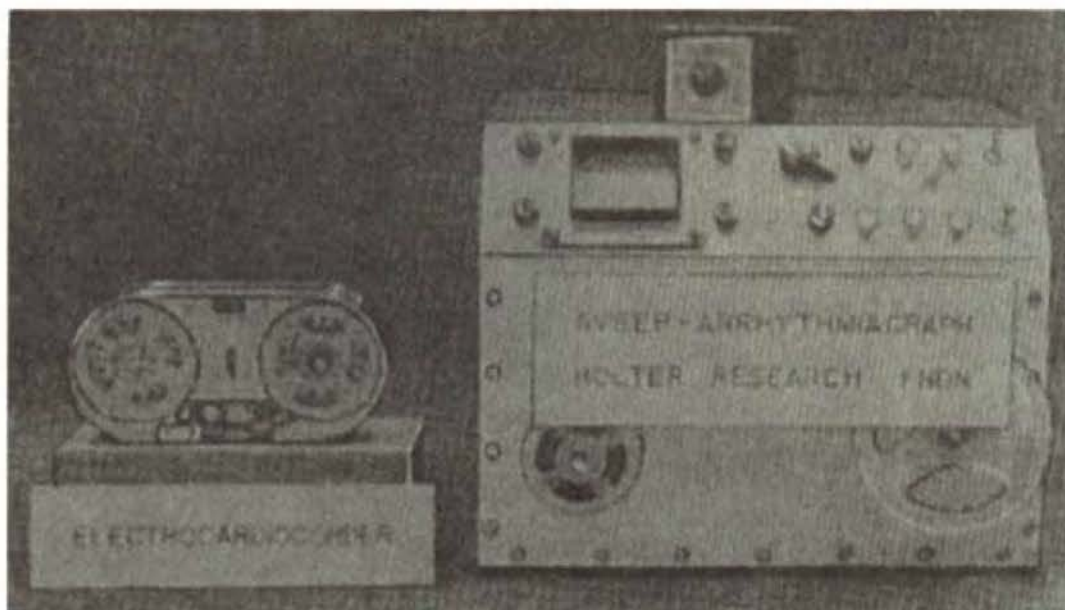


Рис. 1. Норман Холтер

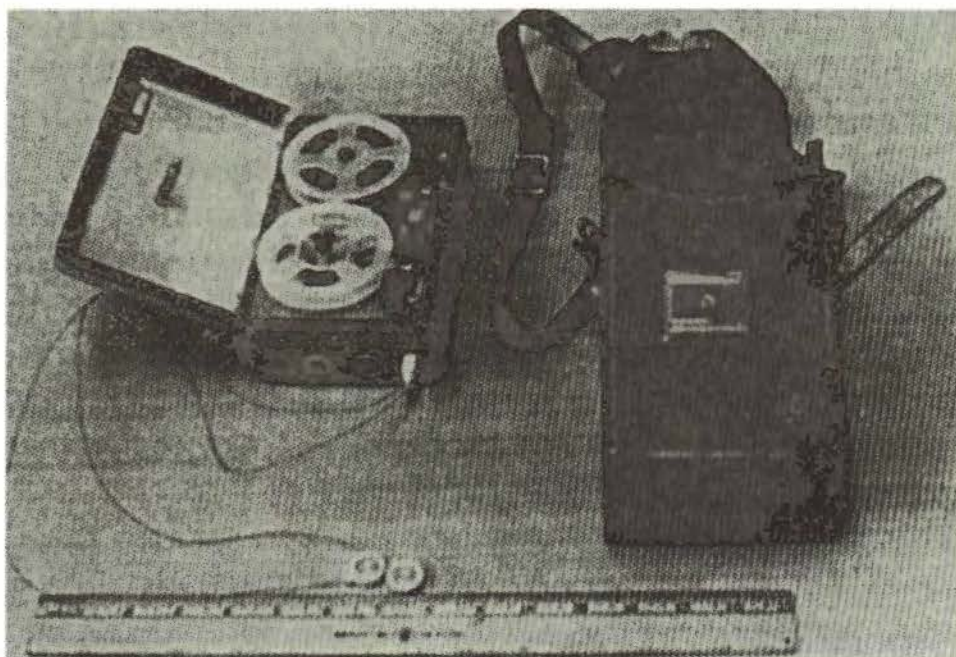
Используемые кассеты и элементы питания позволяли вести непрерывную запись одного канала ЭКГ в течение 10 часов (рис. 2). Однако эта аппаратура оставалась исследовательской. Только подключение к работе лаборатории Н. Холтера компании DEL MAR AVIONICS, занимающейся, в частности, разработками в области конструкций кабин летательных аппаратов, позволило в кратчайшие сроки создать первый коммерческий образец носимого аппарата (рис. 3).

Первый отечественный суточный монитор «Лента МТ» был разработан в 1981 г. НПО «Комета» совместно с лабораторией функциональных методов исследования НИИкардиологии. Комплекс «Лента МТ» одним из первых





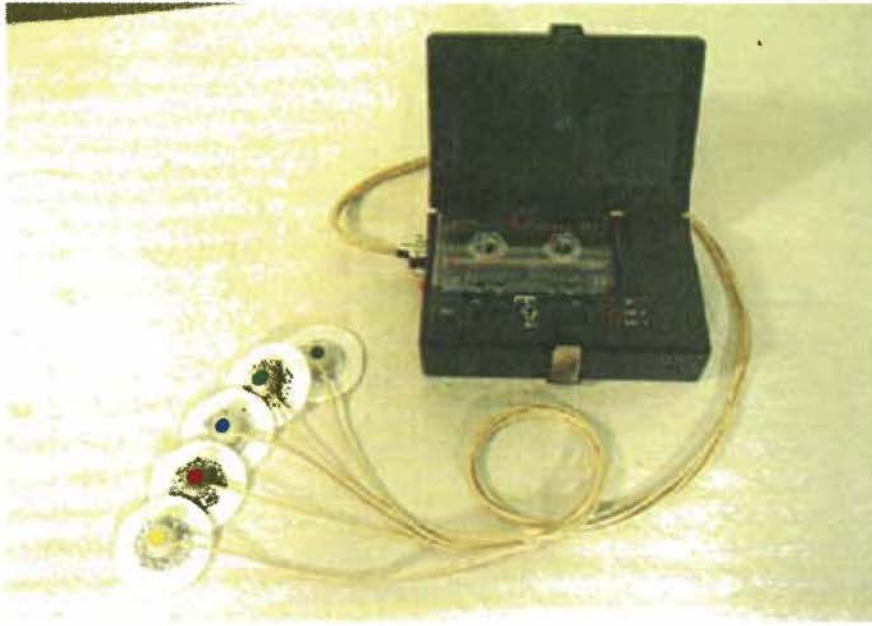
**Рис. 2.** Устройства длительной регистрации и анализа ЭКГ. Анализ записанной ленты проводился с помощью оригинальной аудиовизуальной системы суперимпозиции (AVSEP — audio-visual superimposed ECG presentation)



**Рис. 3.** Коммерческий образец носимого аппарата для длительной регистрации ЭКГ

в мире, в 1984 г., успешно использовался в космических исследованиях для обследования членов экипажа на борту долговременной орбитальной станции «Салют-7» и в период их адаптации после полета (рис. 4).





**Рис. 4.** Первый отечественный суточный монитор ЭКГ «Лента МТ» с электродами

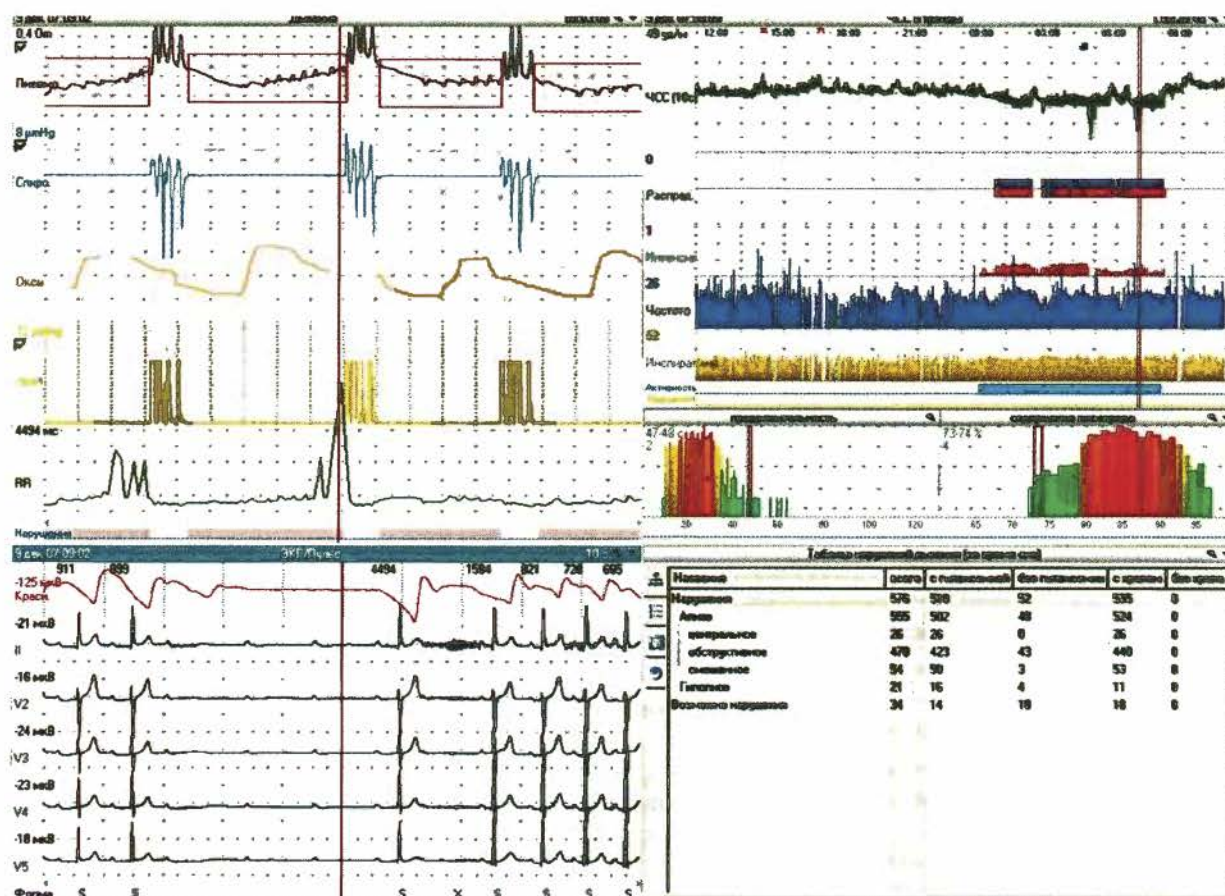
Следующим этапом развития мониторинговых систем стала разработка и внедрение в клиническую практику методики суточного мониторирования АД (СМАД). Приборы с полностью автоматизированным процессом измерения АД по методу Короткова появились в начале 1970-х гг. Это были достаточно громоздкие, тяжелые (масса более 2 кг) и дорогие приборы. Но уже в 1980-х гг. суточное мониторирование АД стало доступным для крупных медицинских центров Западной Европы, США, и Японии. В том десятилетии были выполнены основные клинко-физиологические работы, продемонстрировавшие преимущества СМАД перед традиционным (клиническим) измерением АД и подтвердившие целесообразность его широкого внедрения в медицинскую практику:

- значительно большее число измерений АД, что является фактором повышения точности оценки гипертензии;
- возможность диагностики «эффекта белого халата» при сопоставлении суточного профиля АД с клиническим измерением АД;
- оценка профиля АД в реальных условиях, типичных для пациента, а не в обстановке медицинского учреждения, где может возникать реакция тревоги;
- возможность оценки и коррекции показателей АД в течение суток, в процессе лечения;
- выявление пациентов с отсутствием адекватного снижения АД в ночные часы и с ночной гипертензией, имеющих повышенный риск сердечно-сосудистых осложнений.



В России малотиражное производство приборов для СМАД начато в 1991 г. Они разработаны в ВКНЦ совместно с оборонным предприятием НПО «Импульс» и получили название «Аида».

В дальнейшем, с развитием мониторинжных систем, стало понятно, что необходимы комбинированные мониторы, позволяющие одновременно оценить изменения различных показателей, к примеру ЭКГ и АД, АД и НГАКК (насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом). Появилось новое поколение бифункциональных и полифункциональных приборов (рис. 5).



**Рис. 5.** Результаты полифункционального мониторингирования пациента 67 лет с нарушением ритма сердца в ночные часы и признаками наличия СОАС.

**Справа в 3-х окнах:** суточные тренды, гистограммы и статистика по ЧСС, по эпизодам нарушения дыхания, наличию храпа, двигательной активности, указывающие на тяжелую степень нарушения дыхания во сне.

**Слева вверху:** запись по каналам реопневмограммы, спирограммы, сатурации, храпа, RR-интервалов.

**Слева внизу:** фрагмент записи ЭКГ в момент, отмеченный на верхнем экране курсором (после серии эпизодов апноэ, сопровождавшихся существенной десатурацией), сопровождающейся паузой на ЭКГ длительностью 4,5 секунд в результате АВ-блокады 2 ст. по типу Мобитц I



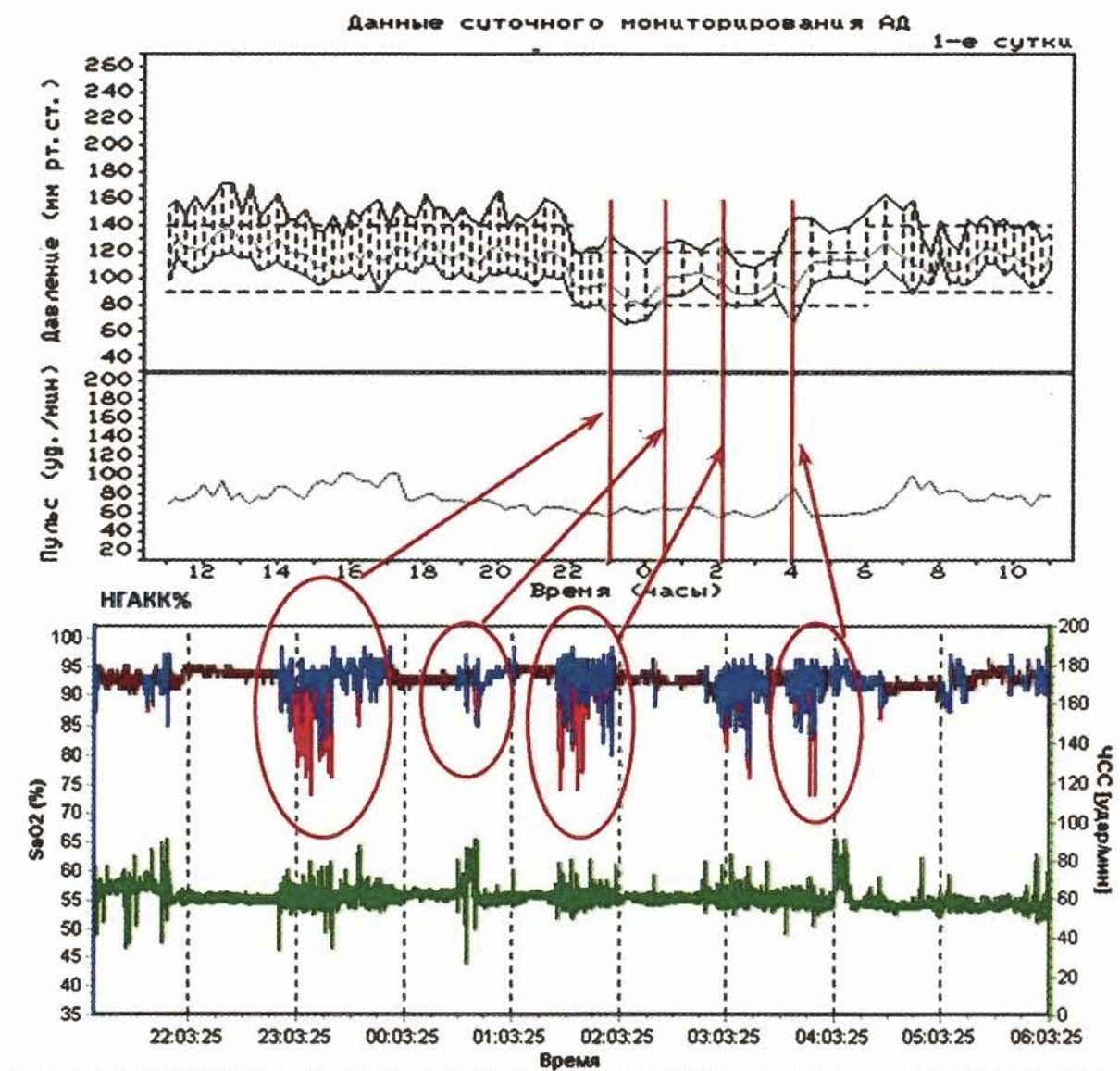
В последние 10 лет получены убедительные данные, подтверждающие существование тесной взаимосвязи АГ с нарушениями дыхания во время сна, такими как синдром обструктивного апноэ/гипопноэ во сне (СОАС) и синдром повышенной резистентности верхних дыхательных путей. У 40–90% больных, страдающих СОАС, выявляется АГ. Отмечается и обратная связь. Ряд исследователей считают, что у определенной категории больных именно нарушения дыхания во время сна являются причиной развития АГ, которая в этих случаях должна рассматриваться как вторичная. Кроме того, ряд жизнеугрожающих состояний — паузы синусового узла, желудочковые нарушения ритма, АВ-блокады — может быть прямым следствием СОАС. Доказательством этого является снижение АД и восстановление сердечного ритма при патогенетическом лечении СОАС.

Среди ключевых патофизиологических механизмов, приводящих к повышению АД при нарушениях дыхания, прежде всего выделяют комплекс реакций сердечно-сосудистой системы в ответ на развитие гипоксии, а также резкие колебания интраторакального давления и/или следующие за ними эпизоды пробуждения либо переход в более поверхностную фазу сна. Все эти эффекты приводят к значительной активации симпатической нервной системы с последующим развитием вазоконстрикции и повышением АД. Результаты инвазивного мониторинга АД продемонстрировали, что при нарушениях дыхания во время сна систолическое АД может увеличиваться на 20% во время эпизода апноэ и сохранять повышенные значения некоторое время после эпизода. В ряде работ показано, что для больных с десатурационными (гипоксическими) эпизодами во время сна характерен патологический суточный профиль АД в виде увеличения средних значений и вариабельности АД, выраженной ночной гипертензии, нарушений суточного ритма АД.

Исходя из вышесказанного была разработана методика бифункционального мониторинга, включающая СМАД и ночную пульсоксиметрию с обоснованной клинико-физиологической интерпретацией получаемых данных как дополнительного метода обследования больных с АГ в госпитальных и амбулаторных условиях (рис. 6). В основу данной методики легла выполненная в 1998 г. на нашей кафедре, на базе ОНМД РКНПК совместно с кафедрой кибернетики, дипломная работа (Буниатян М.С., Рогоза А.Н., Росташова Т.В.) по созданию комплекса автоматизированного анализа результатов ночного пульсоксиметрического мониторинга, а оригинальный алгоритм программы был запатен-



тован (Роспатент, 1999 г., Бадиков Д.Н., Буниатян М.С., Зелвеян П.А., Рогоза А.Н.).



**Рис. 6.** Бифункциональное мониторирование: циклические эпизоды снижения НГАКК  $\geq 4\%$  (обозначены красными кругами) и их взаимосвязь с ночными подъемами АД по данным СМАД (красные стрелки и линии)

С учетом полученных характеристик диагностической ценности отдельных критериев, наличия взаимосвязи между десатурационными эпизодами и ночными подъемами АД, опыта зарубежных коллег и по результатам бифункционального мониторирования был предложен алгоритм скрининговой диагностики СОАС. Он включает в себя: показания к проведению бифункционального мониторирования, этапы принятия решения и интерпретации при различных значениях



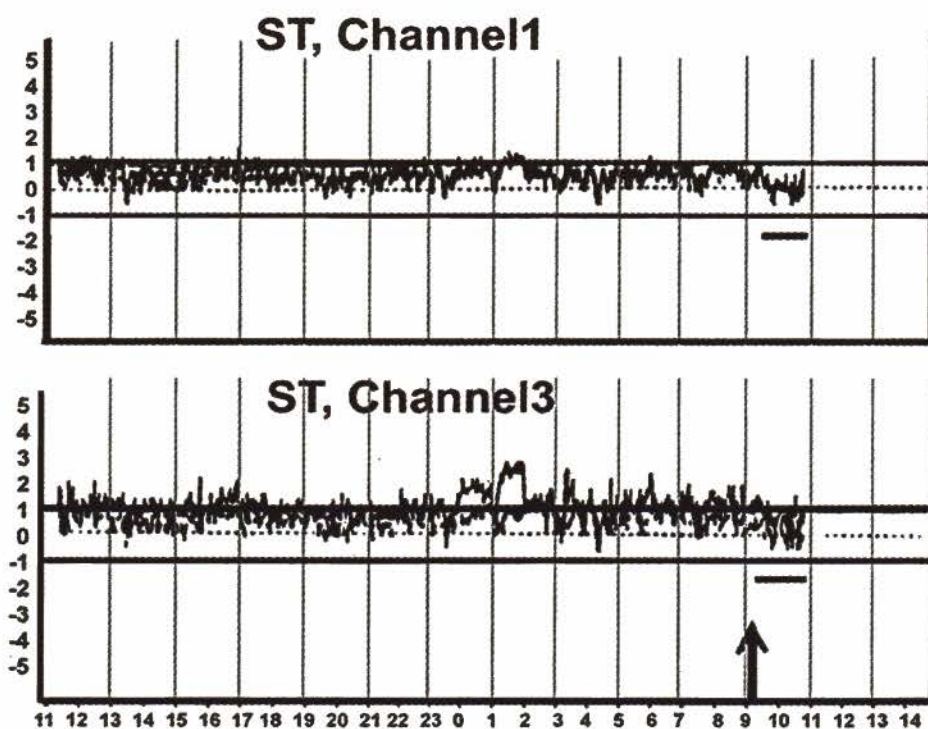
отдельных диагностических критериев. Алгоритм позволил сформировать скрининговую диагностику синдрома апноэ/гипопноэ во сне по данным ночной пульсоксиметрии, продемонстрировавшую достаточную чувствительность и специфичность (от 80 до 100%), при этом лучшие результаты получены при использовании таких показателей, как индекс десатурации, вариабельность сатурации, средняя скорость ресатурации, индекс времени десатурационных эпизодов. В результате, с одной стороны, увеличивается выявляемость пациентов с АГ с наличием СОАС для дальнейшего патогенетически обоснованного лечения, с другой — облегчается подбор пациентов с высокой вероятностью наличия СОАС для полисомнографического дообследования.

Аппаратура длительной регистрации ЭКГ и АД нашла применение не только в клинической кардиологии, но и при решении задач прикладной физиологии, объективизации данных гелиобиологии. Солнце и, в частности, солнечные бури могут быть причиной развития ряда неблагоприятных осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы, а именно: нарушений ритма, повышения артериального давления, ишемии и инфаркта миокарда, инсульта. Тем не менее все еще далеко не ясными остаются механизмы запуска остро развивающихся сосудистых нарушений. В ряде клинко-физиологических исследований установлено изменение гемореологических свойств крови при геомагнитных возмущениях, сопровождающееся возрастанием скорости агрегации тромбоцитов, что в свою очередь может приводить к повреждению функции эндотелия сосудов и запуску патологической цепи.

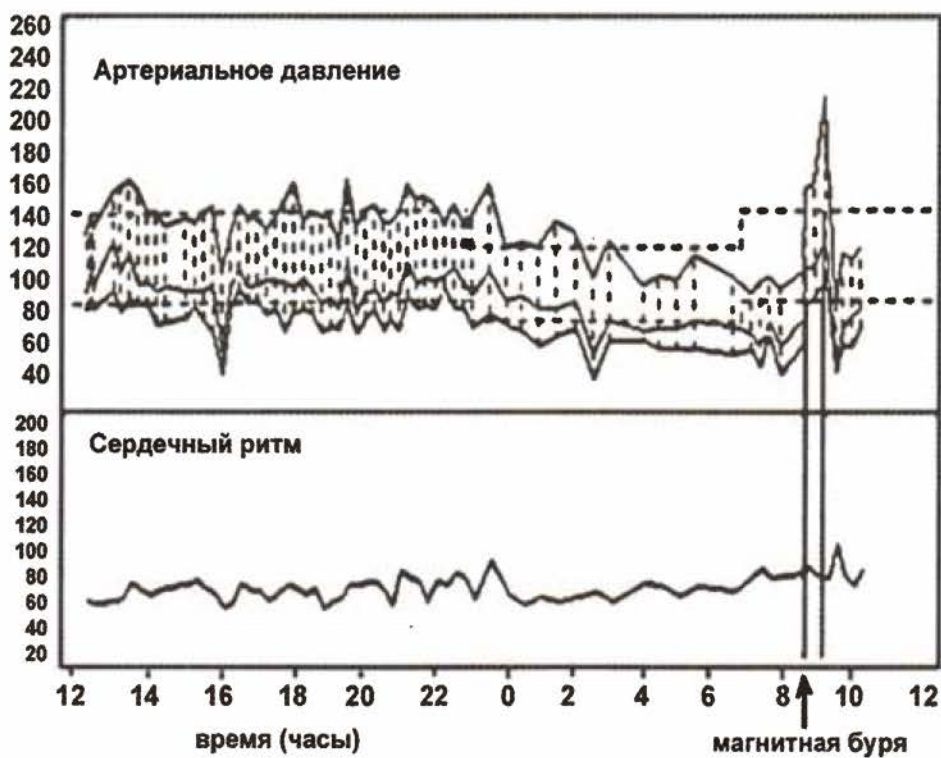
Наиболее биотропным фактором геомагнитных возмущений представляются геомагнитные пульсации ( $P_c$ ) в частотном диапазоне, характерном для ритмов сердца (Бреус Т.К., 1995).

В наших исследованиях (Атьков О.Ю. и соавт., 1995) при 48-часовом мониторинговании ЭКГ у больного с предшествующим 7-дневным спокойным периодом во время начала большой бури наблюдались эпизоды депрессии ST на ЭКГ до 3 мм, сопровождавшиеся за грудиной болями и удушьем (рис. 7). В тот же период у другого пациента наблюдался резкий подъем АД (рис. 8). Однако не у всех больных с ишемической болезнью сердца (ИБС) и гипертонической болезнью (ГБ) возникают дисрегуляторные проявления, связанные с геомагнитной активностью, что, безусловно, требует более глубокого и всестороннего изучения этого феномена.





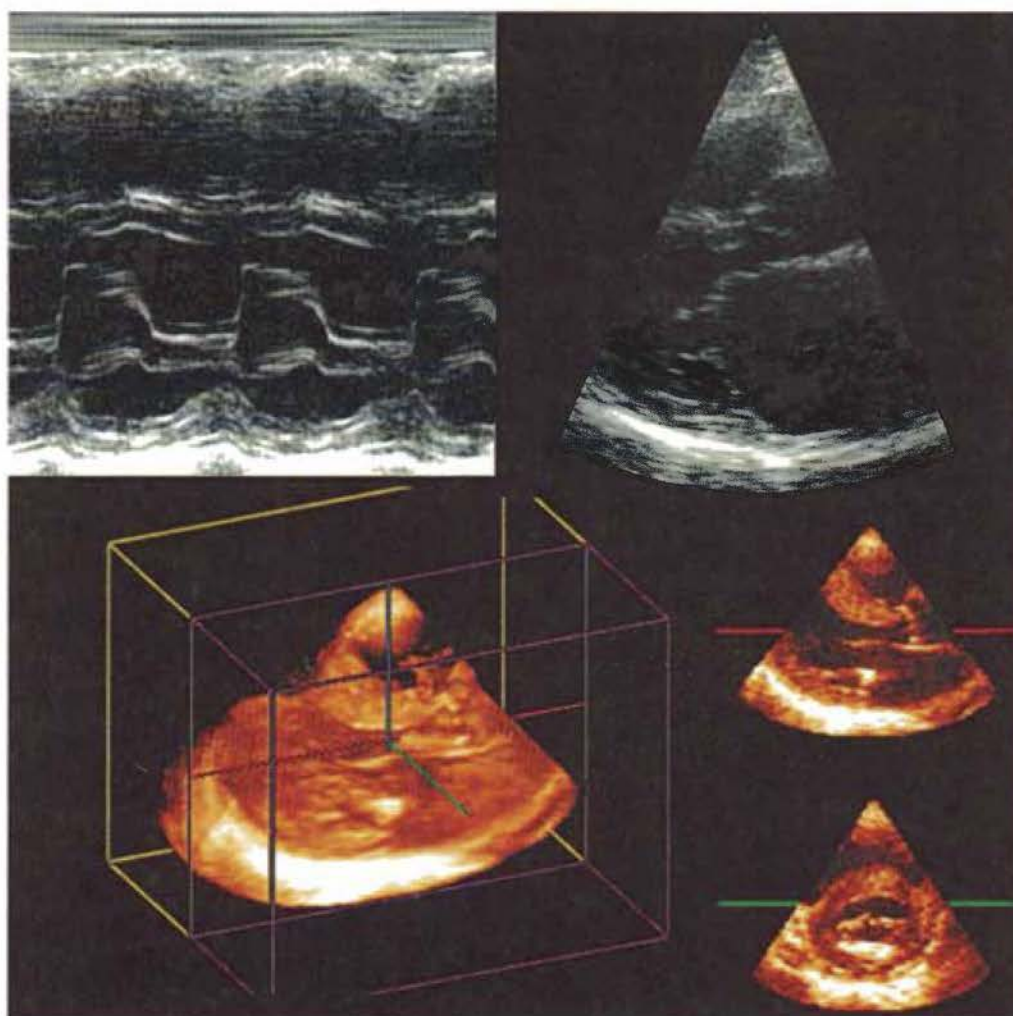
**Рис. 7.** Суточное мониторирование ЭКГ. Стрелкой указано начало эпизодов депрессии ST, соответствующее магнитной бури



**Рис. 8.** Суточное мониторирование АД. Стрелкой указано начало утреннего подъема АД, соответствующее магнитной бури



Визуализация сердца как основного насосного органа, поддерживающего работу сердечно-сосудистой системы, всегда была первоочередной проблемой в практике врача-кардиолога. Это стало возможным благодаря ультразвуковой диагностике, которая, зародившись в 1950-х гг., прошла огромный технологический и методический путь, став рутинным и одним из основных неинвазивных методов визуализации и оценки ССС (рис. 9). Основные высокотехнологичные инструментальные фирмы Востока и Запада включили в номенклатуру своих изделий ультразвуковые диагностические приборы и, вкладывая многие десятки миллиардов долларов США, постоянно их совершенствуют и развивают.



**Рис. 9.** Эволюция ультразвукового изображения от М-режима до 3D-визуализации. Наверху слева — М-режим; наверху справа — исследование из парастернального доступа по длинной оси в В-режиме; внизу слева — трехмерное изображение из парастернального доступа; внизу справа — двухмерные изображения, полученные из виртуальных, взаимно перпендикулярных срезов объемного изображения



Развитие ультразвуковых методов нельзя рассматривать в отрыве от основных проблем медицины — выявления причин возникновения болезней, их ранней диагностики и объективизации эффективности лечения. Щадящая, малоинвазивная, бескровная хирургия в современной медицине идет рука об руку с терапией, которая становится все более «агрессивной» и требует точных диагностических методик для стратификации риска развития сердечно-сосудистых заболеваний.

Современная ультразвуковая (УЗ) диагностика зиждется на двух методах: получении визуального изображения и доплеровских режимах.

Первым УЗ-исследованием для получения визуальной информации было исследование в М-режиме, который позволял во временной развертке оценить структуры сердца, находящиеся вдоль УЗ-луча, однако не давал возможности оценить объемные участки сердца. Для достижения существенного повышения качества УЗ-изображения потребовалось значительное увеличение объема и точности анализируемой информации, что способствовало появлению и развитию В-режима. Именно увеличение объема и точности диагностической информации на УЗ-изображении явилось главной целью развития современных технологий, создания приборов визуализации в двумерном, а в дальнейшем — и в трехмерном режимах. В начале 90-х гг. XX в. для улучшения УЗ-визуализации внутренних органов была предложена методика, основанная на анализе гармоник.

В основе получения гармонических изображений лежит эффект нелинейного взаимодействия УЗ-волны с тканями организма. Раньше при построении В-изображений нелинейные сигналы от тканей не использовали, отсекая их фильтром. В новой технологии второй гармоники (тканевой или нативной) они используются в качестве основных при построении изображения. Изображение при этом содержит больше информации, что позволяет повысить четкость визуализации.

Особенно полезна вторая гармоника при исследовании «трудных» для визуализации пациентов.

В соответствии с рекомендацией Американской ассоциации по эхокардиографии (ASE-2005) все измерения в В-режиме необходимо выполнять в так называемом тканевом режиме датчика, основывающемся на анализе гармонического сигнала.

При определении рабочих характеристик ультразвуковых визуализирующих приборов датчики занимают фундаментальные позиции. Многие из наиболее значимых достижений в улучшении качества изображения и расширении клинических возможностей связаны с инновациями в об-



ласти разработки датчиков. Диапазоны рабочих частот современных датчиков находятся в пределах 3,3–17 МГц, поэтому данные устройства позволяют исследовать практически все внутренние органы и поверхностно расположенные анатомические структуры и ткани с разрешающей способностью до 500 микрон.

Широкополосная тканевая гармоника с матричным расположением пьезокристаллов позволяет увеличить разрешающую способность ультразвуковой системы, редуцировать артефакты и потерю информации, обусловленные глубиной залегания объекта исследования в теле, повысить контрастное разрешение и минимизировать реверберации. Тем самым повышается качество диагностики и снижаются временные затраты на проведение ультразвуковых исследований.

Широкое применение получили датчики для полуинвазивных исследований и интраоперационного применения. Использование частоты до 30 МГц позволило добиться разрешения в 150 микрон и тем самым значимо повысить диагностические возможности при исследовании близко залегающих структур и органов.

Еще в 1949 г. советский ученый С. Соколов дал теоретическое описание «ультразвукового микроскопа» для визуализации непрозрачных объектов. Но в то время технического решения это открытие еще не имело. В середине 70-х гг. в Стенфордском университете был создан первый прототип акустического сканирующего микроскопа (АСМ). При скорости распространения звуковых волн 1600 м/с и применении 100 МГц акустической линзы разрешающая способность микроскопа достигает 16 микрон.

Этот метод может найти применение при исследовании тканей во время операций, а также, вполне возможно, и при малоинвазивных вмешательствах. Испытание АСМ в Японии показало его пригодность для интраоперационного типирования опухолевых тканей при раке желудка и почек. Эти данные были получены при использовании 200 МГц акустической линзы.

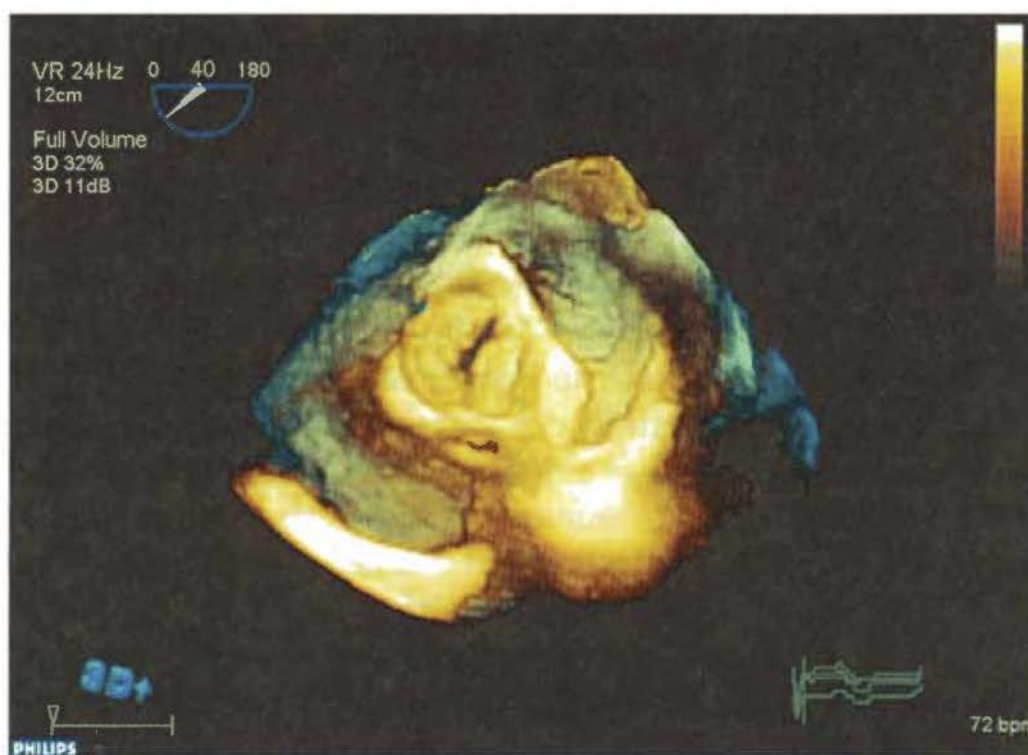
В настоящее время разработаны и проходят испытания датчики для двумерной визуализации с частотами до 50 МГц. Эти технологии, еще не нашедшие широкого применения, уже получили название «ультразвуковой биомикроскопии». По всей вероятности, в ближайшее десятилетие благодаря развитию этого направления мы сможем более пристально рассматривать эпителиальные и эндотелиальные ткани, а также исследовать кластеры перерождающихся клеток.

Еще одно техническое достижение, открывшее новые перспективы и возможности в ультразвуковой диагностике, — «трехмерное



изображение» (3D) в реальном масштабе времени. Первоначально 3D-изображение появилось в компьютерной томографии, поскольку вычислительные мощности позволяли суммировать параллельные срезы в единый объемный блок.

Еще 10 лет назад 3D воспринималось как практически мало нужное длительное по времени «эстетство» профессионалов ультразвуковой диагностики. Сейчас оно является неотъемлемой частью не только научных изысканий, но и практической диагностики. Все чаще можно встретить такие термины, как «хирургия под контролем визуализации 3D», или «компьютерно-интегрированная хирургия», или «виртуальная колоноскопия» (рис. 10).



**Рис. 10.** Трехмерное ультразвуковое изображение аортального клапана при чреспищеводном исследовании. У данного пациента в режиме цветного доплеровского картирования регистрировался высокоскоростной турбулентный регургитирующий поток крови в период диастолы

Благодаря двумерной матрице с тысячами пьезокристаллов, с электронным управлением и фокусированием акустического луча, создание «интеллектуального» сверхбыстрого электронного датчика явилось одним из важнейших достижений нового поколения 3D-диагностики. Предыдущие датчики являли собой комбинацию механического и электронного.



Тем не менее мы не должны забывать, что эхо-сигналы имеют серьезные ограничения из-за акустических теней и рассеивания луча и поэтому не могут быть сравнимы с томографическими изображениями (РКТ, МРТ) при создании трехмерных реконструкций.

Первые методики, основанные на эффекте Допплера, использовали спектральные импульсно-волновые (PW-доплер) и постоянно-волновые (CW-доплер) режимы. С развитием ультразвуковых технологий и систем обработки сигнала зародилось новое поколение режимов цветового доплеровского картирования (ЦДК): цветовое доплеровское картирование кровотока, энергетический режим, цветовое доплеровское картирование тканей (DTI), доплеровское картирование деформации миокарда. При этом на экране отображается цветовая кодировка интенсивности (мощности, энергии) доплеровского сигнала. Если имеются многочисленные движущиеся структуры, то доплеровский сдвиг частот пропорционален скорости их движения.

Для ЦДК в энергетическом режиме характерен гораздо более высокий (вплоть до 100 дБ) по сравнению с аналогичными режимами в обычных технологиях (40 дБ) динамический диапазон полезных сигналов, что позволяет регистрировать гораздо более слабые кровотоки и получать полезную информацию на гораздо больших глубинах. Однако метод не дает информации о значениях скоростей и направлении кровотока.

Возможности современных спектральных и цветовых доплеровских режимов реализованы в еще одной технологии, которая получила название доплеровской визуализации тканей (Doppler Tissue Imaging, DTI). Основная область применения данной технологии — эхокардиография, служащая для оценки, в том числе и количественной, движения и деформации миокарда. В последнее время проводятся исследования по применению DTI для оценки движения стенок сосудов. Традиционное ЦДК в скоростном режиме используется в эхокардиографии для выявления регургитаций, сбросов и других патологических потоков в сердечных камерах. Доплеровская визуализация тканей является первой методикой, позволяющей проводить количественное измерение скоростей внутри ткани в режиме реального времени. Опрашиваемый объем можно зафиксировать в любой точке внутри стенки сердца или сосуда и зарегистрировать спектр доплеровского сдвига частот из места опроса. DTI применяют для лучшей визуализации контуров стенок сердца и сосудов, выявления нарушений движения стенок, определения жизнеспособности тканей и при проведении стресс-эхокардиографии. По рекомендациям ASE от 2009 г., при оценке диастолической функции



миокарда левого и правого желудочков DTI является одним из основных дифференциально-диагностических методов. DTI в энергетическом режиме применяют также для четкой визуализации контуров стенок и определения жизнеспособности тканей, а также при проведении УЗИ с эхоконтрастированием.

Основные клинические группы применения DTI — это больные с ишемической болезнью сердца, больные, нуждающиеся в ресинхронизирующей терапии, больные с трансплантированным сердцем (оценка диастолической функции левого желудочка), а также с кардиомиопатиями.

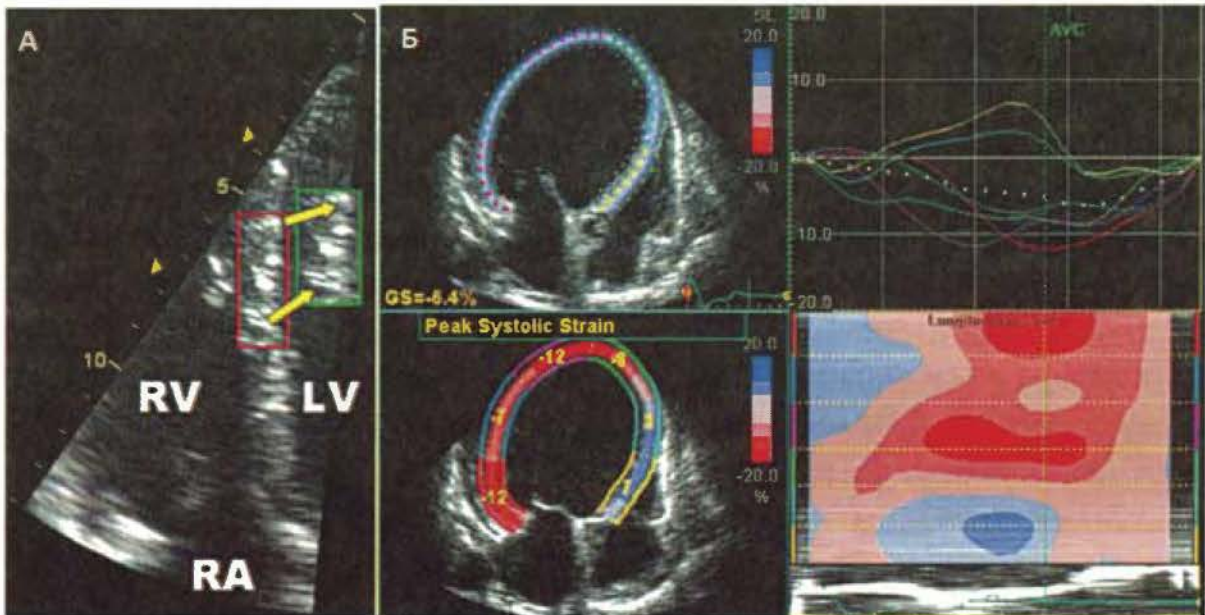
Своеобразным возрождением использования возможностей двумерного режима для оценки регионарной деформации (strain) и скорости деформации (strain rate) является методика отслеживания дифракционных пятен (speckle tracking), при которой текстурные характеристики ткани (speckles — «пятнышки на изображении»; «зернистость на изображении», или дифракционные пятна), являющиеся уникальными для каждой зоны миокарда, отслеживаются покадрово в двумерном режиме, что позволяет оценить скорость и характер ее изменения (рис. 11, А). Таким образом, в отличие от доплеровских методик оценки деформации данная методика является независимой от угла распространения ультразвукового луча и может оценивать деформацию миокарда в различных направлениях, ее ротацию и кручение (рис. 11, Б). К примеру, из апикальной позиции можно рассчитать как продольную, так и поперечную деформацию, что невозможно при DTI. Проведенные исследования показали хорошую внутриоператорскую ( $4,4 \pm 1,6\%$ ) и межоператорскую ( $7,3 \pm 2,5\%$ ) воспроизводимость метода, что очень важно при оценке сократительной способности миокарда, особенно при проведении стресс-эхокардиографии, результаты которой в настоящее время в значительной степени зависят от квалификации и опыта специалиста.

Чувствительность данной методики (speckle tracking) может снижаться при плохом качестве полученного изображения в В-режиме (наличие множественных ревербераций), при сложной дифференцировке границы кровь — эндокард (особенно при оценке поперечной и циркулярной деформации миокарда), при исследовании пациентов с тахикардией, так как эта методика имеет относительно низкую частоту смены кадров (50–70 в мин) по сравнению с DTI (>180 в мин).

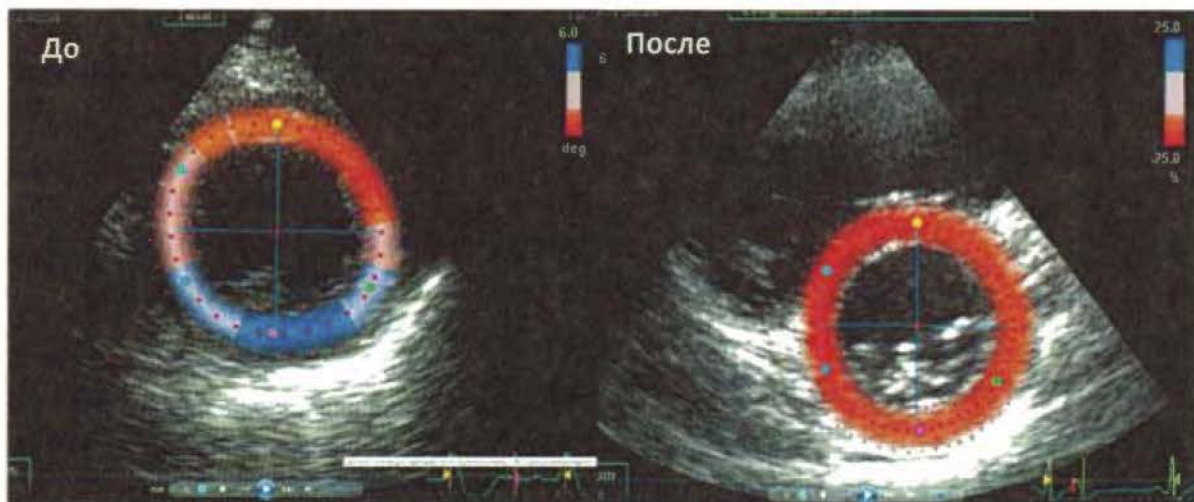
Основными направлениями клинического применения методики отслеживания дифракционных пятен являются оценка жизнеспособности миокарда у пациентов с ИБС; отбор пациентов с хронической сердечной



недостаточностью (ХСН) для проведения ресинхронизирующей терапии и оценка ее эффективности (рис. 12).



**Рис. 11.** Пример покадрового отслеживания дифракционных пятен в области межжелудочковой перегородки, красный и зеленый прямоугольники — диастола и систола, соответственно (А). Оценка деформации миокарда ЛЖ из верхушечного доступа (Б). Слева вверху — оценка систолической деформации в цветном двумерном режиме; слева внизу — значения пиковой систолической деформации в различных сегментах миокарда ЛЖ; справа вверху — графическое представление изменения деформации в выбранных сегментах; справа внизу — оценка продольной деформации в цветном М-режиме



**Рис. 12.** Оценка циркулярной деформации миокарда из парастерального доступа по короткой оси до и после проведения ресинхронизирующей терапии



Последние 30 лет ряд фармацевтических фирм работают над созданием препаратов, повышающих диагностическую ценность ультразвуковых методов, — так называемых эхоконтрастных средств. Уже сейчас можно говорить о достижении значимого прогресса в этой области.

1990-е гг. ознаменовались появлением эхоконтрастов, которые изучались во многих мировых медицинских центрах; в результате некоторые из них были разрешены к использованию у больных. Внедрение эхоконтрастов в клиническую практику резко увеличит количество проводимых ультразвуковых исследований, при этом качество диагностики резко возрастет. Использование эхоконтрастов значимо увеличивает чувствительность доплеровских методик. Это в свою очередь приводит к появлению возможности лоцировать потоки в глубоко залегающих и мелких сосудах. Некоторые эхоконтрасты способны усиливать серошкальное изображение. За счет эффекта распределения эхоконтраста появилась возможность идентифицировать зоны инфаркта миокарда и улучшить выявление опухолей почек и печени.

На этапе разработки находятся другие уникальные средства. Сформированные в виде контейнеров вещества, имеющие тропность к тромбам, пристыковавшись к ним, способствуют более легкой их визуализации. Если подобные вещества имеют также и активную лизирующую субстанцию, то с помощью такого комплексного средства можно рассчитывать на комплексное диагностическое и лечебное воздействие. Усиливая мощность подводимой инсонации, контейнеры, содержащие тромболитические вещества, разрываются, и активное вещество попадает непосредственно к тромбу. Аналогичный принцип доставки лекарственного вещества в эксперименте изучался при опухолевых заболеваниях. Таким образом повышаются как диагностические возможности ультразвуковых методов, так и направленное лекарственное воздействие.

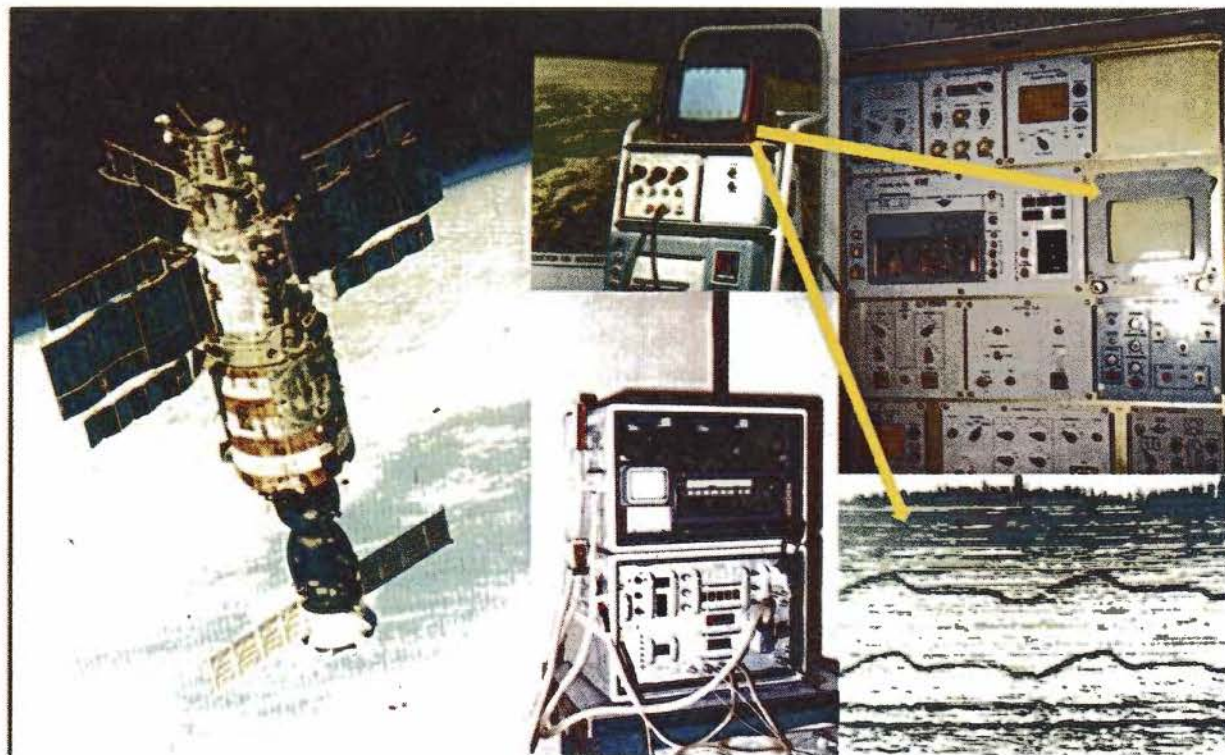
Сочетанное использование технологии гармоник и эхоконтрастов способно повысить и длительность устойчивой визуализации при исследовании тканей.

Использование ультразвуковых систем с трех- и четырехмерным отображением информации как в серошкальном режиме, так и в цветовых модификациях должно улучшить дифференцировку доброкачественных и злокачественных образований путем оценки кровотока.

Из земного — к внеземному... из внеземного — к земному... Впервые в мире в 1982 г. с борта космической станции «Салют-7» было получено УЗ-изображение аорты, митрального клапана и левых отделов сердца в М-режиме с помощью отечественного прибора «Аргумент МТ». Дан-



ный прибор был включен в рабочую стойку медицинского блока на орбитальной станции. В 1984 г. совместно с французскими специалистами был создан прибор нового поколения — «Эхограф», позволяющий проводить исследования в М-, В-режимах и постоянно-волновом доплеровском режиме (рис. 13).



**Рис. 13.** Слева — орбитальная станция «Салют-7» и транспортный корабль «Союз»; в центре сверху — УЗ-аппарат «Аргумент МТ»; в центре внизу — УЗ-аппарат «Эхограф»; справа сверху — рабочая станция медицинского блока на орбитальной станции; справа внизу — первая эхокардиограмма, полученная по каналам телеметрии из космоса (июнь 1982 г.)

Для решения задач мониторинга гемодинамики нами также впервые был разработан фиксатор датчика Эхо-КГ. Он нашел применение как в клинической фармакологии при оценке гемодинамических эффектов лекарственных препаратов, так и в космической физиологии при проведении проб с дозированной физической нагрузкой на велоэргометре.

В соответствии с требованиями, диктуемыми условиями космических исследований, были созданы портативные ультразвуковые системы, которые в настоящее время демонстрируют значимые успехи в качестве инструмента визуализации и могут использоваться как в портативном варианте, так и в стационарных условиях, обеспечивая высокий уровень диагностики.



Говоря о визуализирующих и доплеровских ультразвуковых методах, нельзя не остановиться хотя бы кратко на современных достижениях этих направлений в ангиологии.

В развитии инсультов значимо не только наличие атеросклеротических бляшек (АСБ), резко суживающих просвет артерии, но и их морфологическое состояние. В оценке морфологии бляшки важны следующие критерии: однородность, наличие дегенеративных процессов и состояние поверхности бляшки (изъязвленность) (рис. 14). Ранние стадии атеросклеротического процесса характеризуются утолщением интимы, появлением фиброзной бляшки. Вначале она однородная, гладкая и покрыта неповрежденной фиброзной капсулой. Далее с ростом бляшки в ней образуются участки неоднородной плотности и могут появиться кровоизлияния и зоны некроза. Впоследствии, при разрыве, такие бляшки становятся клинически значимыми и считаются осложненными, так как вследствие этого может развиваться тромбоз на поверхности бляшки и в конечном итоге — эмболия. В дальнейшем возможны окклюзия артерии и инсульт.



**Рис. 14.** Экскавация в области нестабильной бляшки. Слева — двумерные изображения; справа — трехмерное изображение

Одним из наиболее значимых достижений последнего десятилетия стало развитие визуализирующих методов, описывающих количественно морфологическое состояние бляшек и связанных с этим заболеваний.

К современным достижениям ультразвука в ангиологии можно отнести:

- развитие методик, служащих оценке подвижности поверхности атеросклеротической бляшки;



- трехмерную реконструкцию бляшки (объем АСБ и его относительное изменение в различные фазы сердечного цикла);
- дифференцировку жидкого липидного ядра, некроза и кровоизлияния;
- многолетние объемные сравнительные исследования, направленные на оценку клинических эффектов эндартерэктомии и терапевтического лечения атеросклероза.

Еще одна современная методика, используемая в интервенционной кардиологии для оценки состояния коронарных артерий, — внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ).

Показания к использованию ВСУЗИ в диагностических целях:

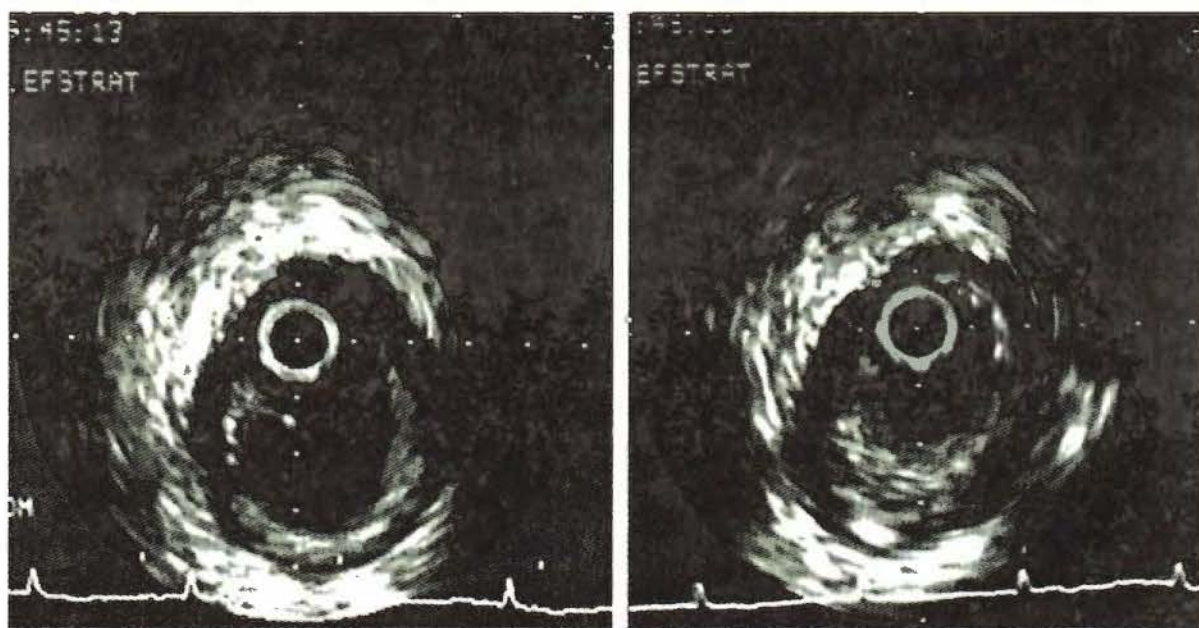
- нестабильная клиническая картина при благополучных ангиографических данных;
- дооперационные исследования с целью комплексной количественной и качественной оценки морфологии коронарного русла;
- интраоперационное исследование на различных этапах баллонной ангиопластики, стентирования, атерэктомии;
- послеоперационная оценка результатов интервенционного вмешательства (адекватности раскрытия стента, наличия расслоения), особенно в ситуациях, когда данных ангиографии недостаточно;
- изучение коронарных сосудов при рестенозе для определения его природы;
- оценка функциональных возможностей шунта после операции АКШ;
- ранняя диагностика атеросклероза после трансплантации сердца.

Считается доказанным, что применение этого метода улучшает качество и повышает успех стентирования коронарных сосудов (рис. 15).

Тем не менее и ВСУЗИ имеет ограничения в применении. И в первую очередь это диаметр сосуда и его просвет. Эффективная визуализация возможна при внутреннем диаметре сосуда более 1,5 мм. Поражение более мелких сосудов требует использования иной визуализирующей техники.

Мысль о том, что ранние проявления сердечно-сосудистых заболеваний находят свое отражение в расстройствах микроциркуляции, высказанная G.W. Schmid-Schonbein (2000), на самом деле не нова. Б.А. Сидоренко и соавт. в 1984 г. обнаружили, что у больных ИБС, особенно III–IV функционального класса, замедление капиллярного кровотока происходит одновременно со снижением фракции выброса, скорости циркулярного укорочения волокон миокарда, замедлением скорости доставки





**Рис. 15.** Внутрисосудистое ультразвуковое исследование. Слева — формирование ложной аневризмы; справа — формирование тромба

и потребления тканями кислорода. В том же году Н.К. Фуркало и соавт. выявили у больных с коронароангиографически подтвержденной ИБС существенные нарушения микроциркуляции и реологических свойств крови, такие как сладж-феномен, ухудшение тканевого кровотока, нарушение функциональных свойств тромбоцитов и эритроцитов, повышение вязкости крови. В группе больных со значительными нарушениями в системе микроциркуляции было установлено, что при атеросклеротическом поражении двух и трех венечных артерий сердца коронарный резерв снижен. Изучение коронарного кровотока по клиренсу Хе-133 показало, что его снижение обусловлено не только состоянием коронарного русла и внутрисердечной гемодинамики, но и реологическими сдвигами.

Согласно современным представлениям, в среднем у взрослого человека  $10^{11}$  кровеносных сосудов, 99% которых относятся к системе микроциркуляции (G.W. Schmid-Schobein, 2000). Именно здесь, в конечном счете, реализуется транспортная функция сердечно-сосудистой системы и обеспечивается транскапиллярный обмен, создающий необходимый для жизни тканевой гомеостаз.

Прямые измерения, выполненные в эксперименте на животных (Чернух А.М., Алексеев О.В., 1982), показали, что на длинном пути от аорты до мелких артерий среднее давление крови снижается всего лишь на 30–35%, в то время как на сравнительно коротких путях микроциркуляции оно падает в 7–10 раз (с 65–70 до 7–10 мм рт.ст.). Из этого следует,



что на данном участке кровеносной системы поток крови испытывает наибольшее сопротивление, что обуславливает в значительной мере величину сердечного выброса и его распределение между органами в соответствии с их потребностями. Важным моментом является высокая чувствительность прекапиллярных артериол к адреналину. Прекапиллярный сфинктер диаметром 12 мкм в 100 раз чувствительней к адреналину, чем артериола диаметром 50 мкм (Zweifach A., 1961).

Первый компьютерный капилляроскоп был создан в России в 1995 г. как инструмент для исследования влияния солнечной активности на параметры микроциркуляции. Прибор (рис. 16) был сконструирован Институтом прецизионного приборостроения совместно с ЦКБ №3 МПС при участии Института земного магнетизма и распространения радиоволн РАН (ИЗМИРАН). В 1998 г. появление этого прибора позволило перейти от визуальной оценки капиллярного кровотока к получению числовых характеристик диаметров капилляров, скорости капиллярного кровотока, размеров периваскулярной зоны, определению длины и ширины капиллярных петель, оценке длительности стаза, т. е. остановки



**Рис. 16.** Устройство компьютерного капилляроскопа



движения крови в микрососудах. Полученные результаты сохраняются в базе данных и при необходимости извлекаются для оценки показателей микроциркуляции в динамике. Важно отметить, что исследование проводится неинвазивно, без повреждения кожных покровов и каких-либо неприятных ощущений для пациента. Это способствует получению максимально точных результатов, не искаженных привходящими факторами.

Артериальная гипертензия является самым распространенным сердечно-сосудистым заболеванием, сопровождающимся высоким риском осложнений, широкой распространенностью и недостаточным контролем в масштабе популяции. Работы последних десяти лет указывают на то, что микроциркуляторное звено при АГ и ИБС, особенно осложненной инфарктом миокарда, существенно ухудшается.

Полученные результаты исследований свидетельствуют о наличии характерных для АГ нарушений параметров микроциркуляции. К ним в первую очередь следует отнести обеднение капиллярного русла — уменьшение плотности капиллярной сети, т.е. уменьшение количества капилляров, артериол и венул.

В ряде зарубежных исследований установлено, что подъем артериального давления может быть причиной функциональных и структурных изменений системы микроциркуляции, а уменьшение количества капилляров косвенно отражает структурные изменения в микрососудах, что приводит к увеличению периферического сосудистого сопротивления и к повышению артериального давления. В литературе обсуждается вопрос генетической предрасположенности к артериальной гипертензии, реализуемой через rareфикацию капиллярного русла. Однако предшествует ли капиллярная разреженность развитию артериальной гипертензии или является результатом воздействия повышенного артериального давления на микрососуды, остается неясным. Так или иначе, снижение плотности капиллярной сети, выявленное в ряде исследований, является, по нашему мнению, важным диагностическим и прогностическим признаком.

Не менее значимым признаком, выявленным у пациентов с АГ, является выраженное сужение артериального сегмента капилляров. Так, Bernard I. Levy (2000) обращает внимание на то обстоятельство, что гипертрофия стенки артериолы приводит к сужению просвета сосуда и повышению сосудистого сопротивления. При артериальной гипертензии большое количество нейрогуморальных и гормональных факторов участвует в структурных и функциональных изменениях микроциркуляторного



русла, включая ренин-ангиотензин-альдостероновую систему, ремоделируя и внеклеточный матрикс. При этом разрастаются гладкомышечные клетки артериол, увеличивается отложение в стенках сосудов коллагена и фибронектина. Ю.И. Гурфинкель и соавт. ввели количественную меру этого сужения, используя коэффициент ремоделирования, отражающий отношение диаметров капилляров в венозных отделах к диаметрам в артериальных отделах. У здоровых добровольцев этот коэффициент составил  $1,33 \pm 0,1$ , тогда как у пациентов с АГ (САД 140–159 мм рт.ст., ДАД 90–99 мм рт.ст.) он составил  $1,60 \pm 0,2$  ( $p < 0,0001$ ) (рис. 17).



**Рис. 17.** Расчет коэффициента ремоделирования с помощью компьютерного капилляроскопа

Важным выводом является то, что уже у пациентов с так называемым высоким нормальным давлением в диапазоне САД 130–139 мм рт.ст. и ДАД 85–89 мм рт.ст. отмечено наличие состоявшегося ремоделирования капилляров, что находит свое отражение в повышенном коэффициенте ремоделирования:  $1,56 \pm 0,1$  ( $p < 0,0001$ ).

Не менее информативным оказалось исследование параметров микроциркуляции у пациентов с разной степенью выраженности хронической сердечной недостаточности (ХСН). Как известно, по мере прогресси-



вания ХСН происходит усугубление расстройств центральной гемодинамики, снижение сердечного выброса, нарастание периферических сосудистых расстройств, снижается объемная скорость тканевого кровотока (Маколкин В.И. и соавт., 2000). Полученные результаты свидетельствуют о значимых различиях параметров микроциркуляции у пациентов с ХСН и АГ по сравнению со здоровыми людьми. Исследование микроциркуляции у пациентов с ХСН позволило впервые выделить ряд характерных для этой патологии признаков: увеличение размера периваскулярной зоны (ПЗ) (рис. 18), превалирование диаметров венозных отделов капилляров над артериальными, снижение скорости капиллярного кровотока, наличие сладж-феномена. Таким образом, наличие характерных признаков микроциркуляторных нарушений у пациентов с ХСН дает важную дополнительную информацию и позволяет внести количественные критерии, характеризующие степень выраженности ХСН.



**Рис. 18.** Измерение периваскулярной зоны, стрелками и линиями указаны ее границы

Если попытаться дополнить классификацию хронической сердечной недостаточности NYHA (New-York Heart Association) значениями наи-



более простого в измерении морфометрического параметра, определяемого при капилляроскопии ногтевого ложа, — периваскулярной зоны, т. е. той части матрикса, которая непосредственно примыкает к капилляру и обеспечивается им, то в результате могло бы появиться существенное дополнение, имеющее в основе количественные характеристики тканевого отека в каждом функциональном классе. Если принять за верхнюю границу нормы значение периваскулярной зоны, равное 110 мкм, то повышение этого размера до 125 мкм может соответствовать первому функциональному классу; от 125 до 140 мкм — второму классу; от 140 до 155 мкм — третьему классу; свыше 155 мкм — четвертому классу. Такое дополнение к наиболее распространенной классификации ХСН — верный шаг в нужном направлении (Гурфинкель Ю.И. и соавт., 2011).

Необходимо подчеркнуть, что у всех больных под влиянием проводимого лечения отмечено уменьшение размера ПЗ, что, по-видимому, отражает в значительной степени уменьшение тканевого отека. Как показали наши исследования, больные с фракцией выброса (ФВ) выше 52% лучше реагировали на проводимую терапию. В меньшей степени на проводимую терапию отреагировали больные с низкой ФВ. Из этого следует, что чем ниже ФВ, тем хуже показатели микроциркуляции. Полученные результаты демонстрируют возможности неинвазивной компьютерной капилляроскопии в оценке параметров микроциркуляции у пациентов с ХСН, что позволяет использовать этот метод для количественной оценки проводимой терапии и своевременной ее коррекции. С помощью компьютерной капилляроскопии возможен неинвазивный мониторинг показателей капиллярного кровотока в процессе применения препаратов, используемых для лечения ХСН.

Проблема микроциркуляции, связанная с разработкой фундаментальных закономерностей крово- и лимфотока в микрососудах, на сегодняшний день привлекает внимание исследователей-медиков, биологов и врачей различных специальностей. Ее актуальность можно объяснить тем, что она касается множества взаимосвязанных и взаимообусловленных процессов в сосудах диаметром от 2 до 200 мкм, играющих важную роль в поддержании гомеостаза всех систем организма человека и животных.

При всех достоинствах телевизионной микроскопии метод не позволяет в полной мере перейти к собственно перфузионным и обменным характеристикам микроциркуляторного звена. Поэтому естественным дополнением к нему является созданная в последние десятилетия методика лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), которая позволяет оценить «поток» эритроцитов в ансамбле микрососудов.



Метод основан на том, что монохроматический пучок света малой интенсивности, излучаемый лазером, проходит по гибкому световоду и через наконечник датчика освещает исследуемую ткань. В ткани свет рассеивается как неподвижными, так и подвижными структурами. Часть света отражается и по приемному световоду попадает на фотоприемник аппарата. При этом только движущиеся частицы (главным образом эритроциты) отражают свет с доплеровским сдвигом частот. Спектр принятого сигнала обрабатывается в аппарате для выявления как доплеровского сдвига, пропорционального скорости эритроцитов, так и интенсивности, характеризующей количество эритроцитов. Произведение этих показателей и дает величину «потока» эритроцитов в исследуемом объеме ткани, т. е. фактически – его перфузии (рис. 19).



**Рис. 19.** Методика лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), позволяющая оценить «поток» эритроцитов в ансамбле микрососудов

ЛДФ находит широкое применение не только в экспериментальных, но и в клинических исследованиях. В настоящее время лазерные доплеровские флоуметры производят фирмы Perimed (Швеция), Transonic Systems, Inc. (США) и отечественная компания ЛАЗМА (флоуметр



ЛАКК-01), использующая высокий уровень исследований в области лазерно-оптических комплексов и систем «НПО Астрофизика».

Отечественную разработку характеризует наличие специального блока для выполнения функциональных проб с измерением температуры кожи, локальной электростимуляцией и ионофорезом вазоактивных веществ. Особый интерес представляет модуль спектрального анализа регистрируемых прибором вазомоций, позволяющий количественно оценивать вклад в регуляцию перфузии миогенных, нейрогенных и эндотелийзависимых тонусобразующих механизмов.

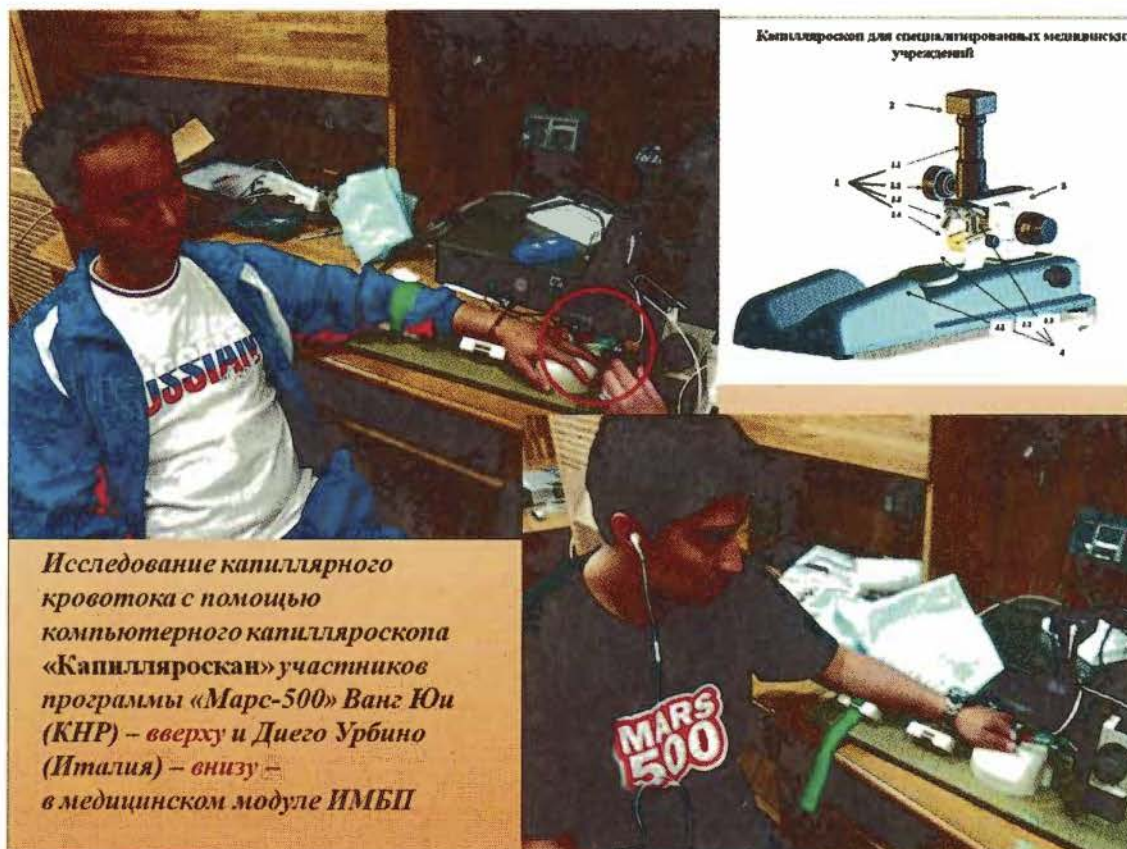
Принципиально новые возможности открывает аппарат нового поколения – многофункциональный лазерный диагностический комплекс ЛАКК-М, предназначенный для одновременного исследования в одном объеме биоткани ключевых параметров ее жизнедеятельности:

- состояния перфузии и сосудистого тонуса в микроциркуляторном русле, которые определяются методом ЛДФ;
- эффективности транспорта кислорода и потребления кислорода тканью, для определения которых измеряются и рассчитываются такие показатели, как индекс перфузионной сатурации кислорода в микрокровотоке  $SO_{2m} = SO_2/M$ , где  $SO_2$  – сатурация микрокровотока,  $M$  – среднее значение перфузии; параметр удельного потребления кислорода в ткани  $U = (SO_{2a} - SO_2)/V_{кр}$ , где  $SO_{2a}$  – сатурация,  $V_{кр}$  – относительный объем фракции эритроцитов в зондируемом объеме;
- концентрации ферментов, участвующих в обменных процессах (никотиноамиды, флавины, липофусцин, порфирины), методом лазерной флуоресцентной спектрометрии.

Новые методы исследования перфузионных, транспортных и обменных характеристик микроциркуляторного русла с использованием уникальных возможностей отечественного прибора ЛАКК-М находятся пока в стадии разработки. Интересные результаты ожидаются при динамическом наблюдении за добровольцами, участвующими в проекте «Марс-500», а также при изучении изменений микроциркуляции при длительных космических полетах на МКС (рис. 20).

В настоящее время достаточно хорошо изучены особенности микроциркуляции крови у людей разного возраста – как практически здоровых, так и больных ИБС, АГ, ХСН, с окклюзионными поражениями артерий нижних конечностей – при воздействиях термических раздражителей, дыхательной пробе, реактивной гиперемии на конечностях,





**Рис. 20.** Исследование капиллярного кровотока участников программы «Марс-500»

внутрикожном введении ряда вазоактивных веществ, приеме нитроглицерина, гипотензивных препаратов.

В тех случаях, когда в состоянии покоя не удастся выявить изменения, беспокоящие пациента, такие как боль в области сердца, одышка, кратковременные обмороки, нарушения ритма сердца и др., применяют функциональные пробы. Это, как правило, пробы с дозированной физической нагрузкой (VELOЭРГОМЕТРИЯ, ТРЕДМИЛ) или фармакологические тесты (ДИПИРИДАМОЛ, ДОБУТАМИН), применяемые в кардиологии с целью диагностики коронарной ишемии миокарда. В современной кардиологии для комплексной оценки реакции гемодинамики и сократимости миокарда при нагрузочных пробах используется одновременная регистрация ЭКГ, АД и УЗ-исследование сердца (СТРЕСС-ЭХОКГ).

Основополагающий принцип, обосновывающий применение стресс-ЭХОКГ, заключается в том, что при развитии коронарной ишемии в миокарде левого желудочка (ЛЖ) возникает нарушение его сократимости в зоне, соответствующей бассейну стенозированной коронарной артерии. Нарушения локальной кинетики, связанные с ишемией, появля-



ются после нарушения кровотока по коронарным артериям (но раньше стенокардитических болей и изменений на ЭКГ!) и носят преходящий характер.

В жизнеспособном миокарде, находящемся в состоянии хронической ишемии, сохраняется инотропный резерв, и частичное или полное восстановление кровотока, приводящее к уменьшению и устранению ишемии, сопровождается динамикой локальной сократимости. Регистрация ответа отдельных сегментов миокарда ЛЖ на нагрузку и изменение коронарного кровотока и является задачей, решаемой в ходе стресс-ЭхоКГ.

В основе стресс-ЭхоКГ лежит выявление индуцированных той или иной нагрузкой преходящих нарушений сократительной функции ЛЖ или ухудшения сократимости исходно дисфункциональных сегментов. При этом оценивают как локальную (амплитуда движения стенок и их утолщение), так и глобальную (дилатацию полости, ее деформацию и показатели сократимости) функции ЛЖ. Считается, что нарушения локальной кинетики, возникающие во время динамической нагрузки, сохраняются в течение 1–5 минут, а при многососудистом поражении коронарного русла — и дольше.

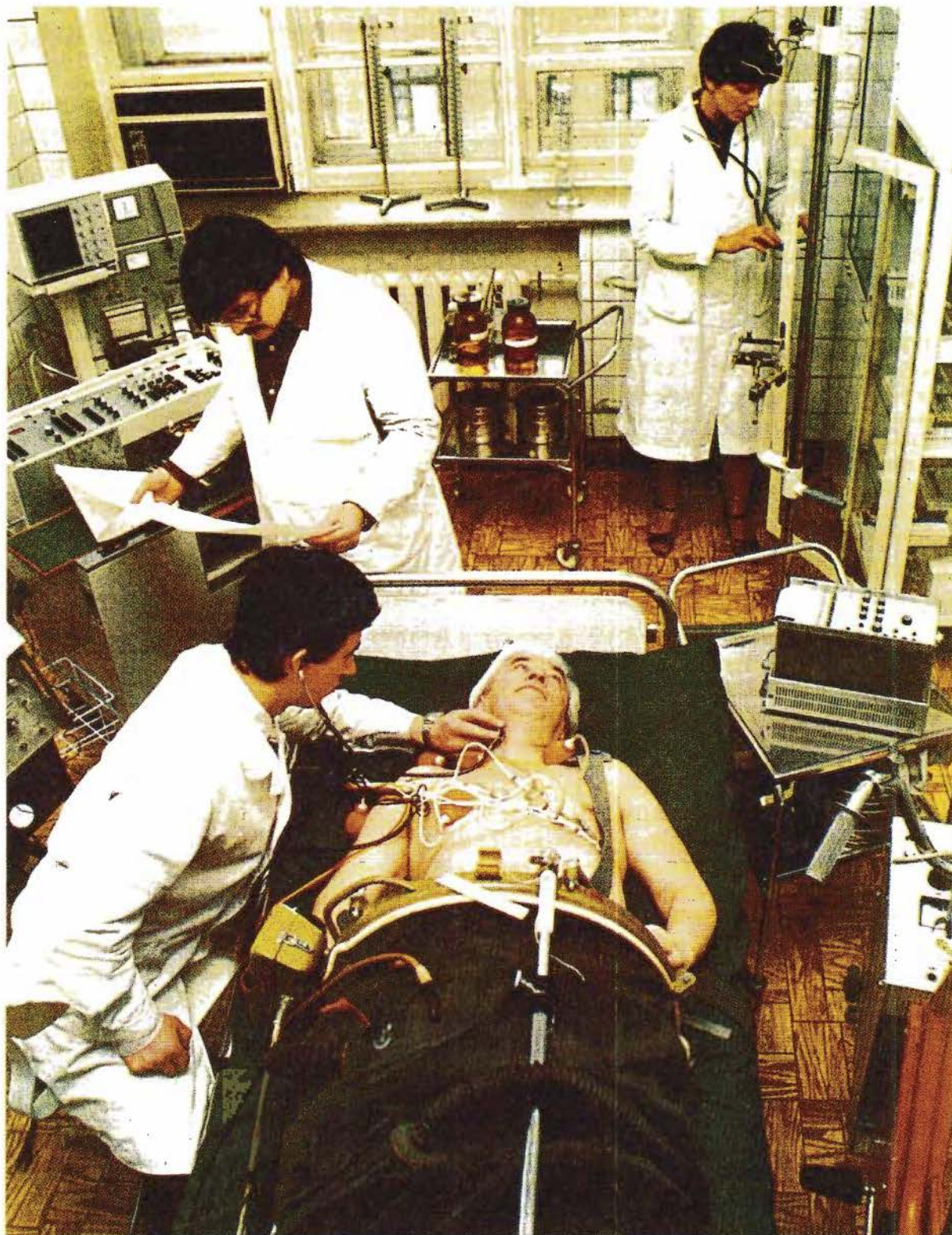
Физиологическая реакция на стресс-нагрузку проявляется в гиперкинетическом движении всех стенок ЛЖ, увеличении систолического утолщения его стенок, увеличении фракции выброса, уменьшении размеров ЛЖ.

Патологическая реакция на стресс-тест заключается в появлении локальных, глобальных и гемодинамических нарушений. Для проведения стресс-ЭхоКГ могут быть использованы практически все существующие нагрузочные пробы. Тип нагрузочного теста выбирают в зависимости от поставленных задач и клинической ситуации. Так, для выявления ИБС и стратификации степени риска у больных после острого инфаркта миокарда, а также для определения толерантности к физической нагрузке предпочтительнее использовать тесты с динамической нагрузкой, а жизнеспособность миокарда и периоперативные риски могут быть лучше оценены при фармакологических пробах.

Ярким примером взаимообогащения «провокационных» методов исследования, применяемых как в авиационной и космической медицине, так и в кардиологии, являются пробы с перераспределением объемов крови, такие как ортостатическая проба и проба с созданием отрицательного давления вокруг нижней части тела (ОДНТ). Ученых интересовали адаптационные возможности системы кровообращения у лиц, подвер-



гающихся экстремальным нагрузкам (космонавты), а также у больных с различной патологией (сердечной недостаточностью, гипертонической болезнью) (рис. 21).



**Рис. 21.** Исследование космонавта в ВКНЦ методом ОДНТ (1977 г.)



1986 год знаменует собой новую эпоху в применении длительной ортостатической пробы. Р.А. Кенни и соавт. предложили ввести пробу на наклонном столе в круг обследования больных с синкопальными состояниями неясного генеза. С этого момента наблюдается постоянный рост публикаций об использовании длительной ортостатической пробы у больных с обмороками.

Выход в свет рекомендаций американского и европейского кардиологических обществ явился логичным итогом напряженной работы врачей всего мира по обследованию больных с синкопальными состояниями. Детально были разработаны показания и противопоказания к длительной ортостатической пробе, определены наиболее приемлемые протоколы, классифицированы результаты.

В практической медицинской деятельности длительной ортостатической пробе отводится решение следующих задач:

- проведение дифференциальной диагностики синкопальных состояний;
- выбор метода лечения этой категории больных;
- оценка эффективности лечебных мер;
- лечебное воздействие самого метода на больного.

Благодаря развитию транспортных и коммуникационных средств эффективная клиническая инструментальная диагностика в настоящее время стала доступной не только на Земле, но и в космосе.

На Российских железных дорогах нами созданы и постоянно функционируют последние 10 лет пять передвижных консультативно-диагностических центров (ПКДЦ), использующих практически все вышеупомянутые методы. Об эффективности внедрения ПКДЦ свидетельствуют следующие факты:

- специализированная медицинская помощь может быть оказана в нужное время и в нужном месте, особенно там, где не развито территориальное здравоохранение;
- один ПКДЦ обслуживает 20 000 пациентов в год (150 человек в день, до 600 посещений в смену);
- возможность получения без отрыва от работы и дома высокотехнологичной медицинской помощи, а значит, улучшение качества медицинской помощи и дополнительная социальная поддержка;
- создание предпосылок для более активного перехода от дорогостоящей госпитальной медицины к более экономичной профилактической.

Экономическая эффективность проекта передвижных консультативно-диагностических центров складывается из многих факторов.



На создание каждого из них тратится до 170 млн руб. Ежегодное содержание центра обходится в сумму около 27 млн руб. Строительство одной только типовой поликлиники обойдется в 200 млн руб. и еще 30 млн — ее ежегодное содержание. Клиническая, экономическая и социальная значимость проекта оценена Премией Правительства РФ (рис. 22).

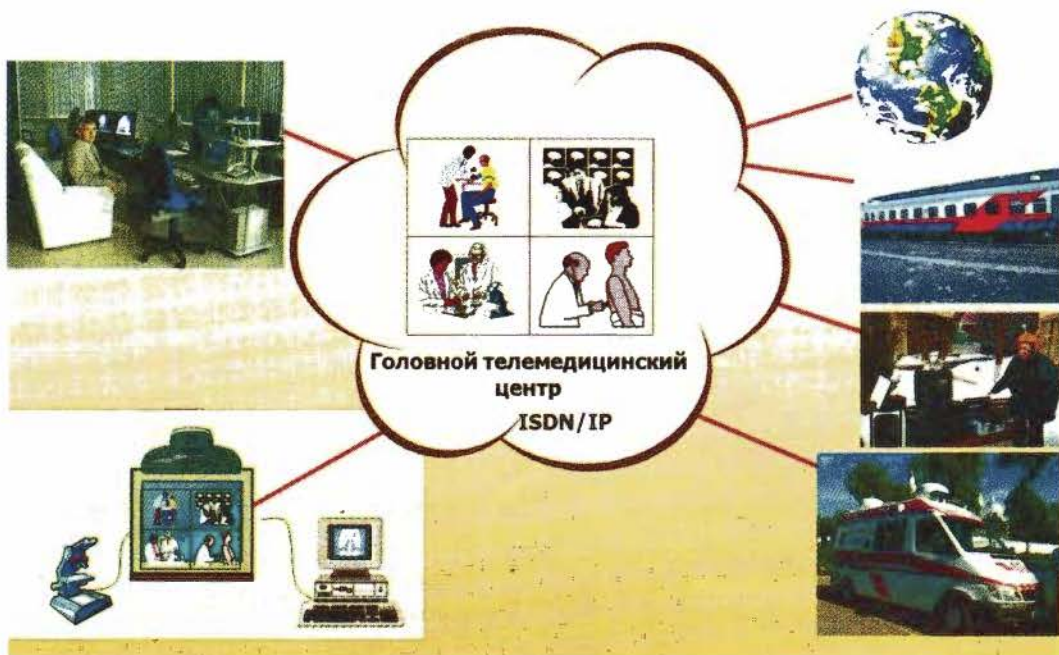


**Рис. 22.** Мобильные решения: телемедицинский комплекс в составе медицинского поезда

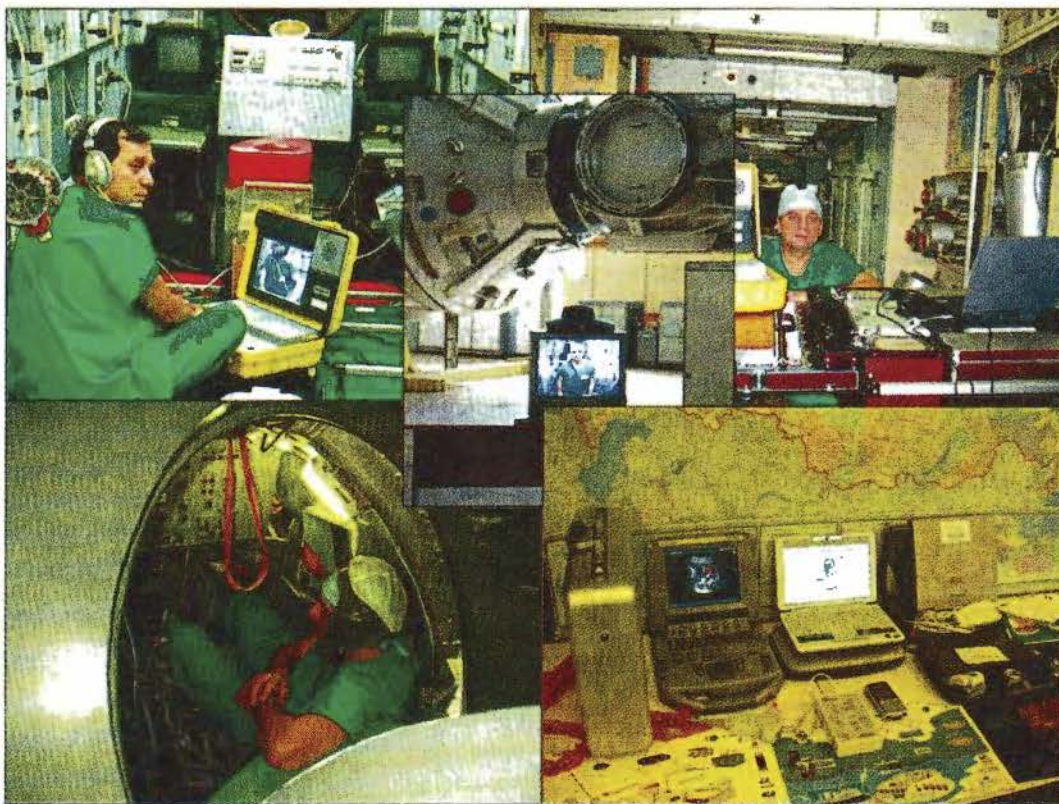
Современные телекоммуникационные возможности в сочетании с высокоэффективной инструментальной диагностикой позволяют нам сегодня длительно работать вне Земли. Уверенность в этом обеспечивается за счет средств телемедицинской поддержки экипажа, в разработку которых была внесена и наша скромная лепта (рис. 23). Телефизиология, родившаяся 50 лет назад и применяемая поныне для нужд космической медицины, уже давно нашла свою земную ипостась и стала неотъемлемой частью клинической медицины (рис. 24).

Особую благодарность автор хотел бы выразить своим Учителям в медицине, сотрудникам кафедры инструментальной диагностики, сотрудникам РКНПК и нынешним соратникам в области медицины железнодорожного транспорта за удовольствие совместной работы в постижении нового.





**Рис. 23.** ТМ-сеть РФ — элемент международной ТМ-сети (при поддержке стандартов ITU)



**Рис. 24.** Телемедицинская поддержка неотложных медицинских состояний на борту МКС. Наземный эксперимент в Звездном городке

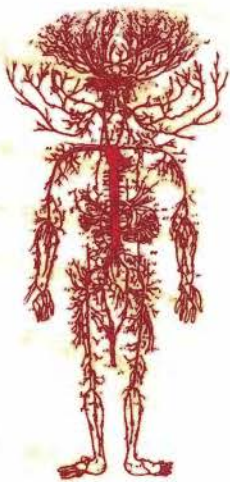


**Для заметок**



**Для заметок**





**ЭФФЕКТИВНАЯ  
ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ  
ДИАГНОСТИКА:  
ЗЕМНОЕ И ВНЕЗЕМНОЕ**

ISBN 978-5-9704-2063-8



9 785970 420638 >