

УДК 613.614:613.693

Телемедицинские аспекты оценки риска развития заболеваний у практически здоровых людей. Предварительные результаты долговременных медико-экологических исследований

О. И. Орлов¹, Р. М. Баевский¹, В. И. Пугачев², А. П. Берсенева¹,
А. Р. Баевский³, А. Г. Черникова¹, Т. А. Зенченко¹

¹Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия

²«Bioscom Technologies», Пулсбо, США

³«Autosun Health Technology Inc», Торонто, Канада

Резюме

Представлены результаты 520-суточных медико-экологических исследований, проводившихся параллельно с экспериментом «Марс-500» (моделировался полет к Марсу). 130 добровольцев – испытуемых, находились в 12 регионах — в России, Белоруссии, Казахстане, Европе и в США. Однотипные для всех методы включали методики для изучения центрального и периферического кровообращения, ЭКГ, анализ ВСР, дисперсионное картирование ЭКГ. Регистрировались антропометрия и ответы на вопросы о жалобах и образе жизни. Оперативные исследования проводились ежемесячно, функциональные пробы с физической, умственной и ортостатической нагрузками проводились ежеквартально. Информация передавалась в Москву по эл. почте. В США использовался комплекс «HeartWizard» для донозологического контроля, сбора информации и анализа. Использовались принципы донозологической диагностики с оценкой риска развития заболеваний по вероятностным характеристикам функциональных состояний (ФС). Предварительные результаты показали, что ежемесячная и сезонная динамика ФС здоровых людей зависит от конкретной экологической обстановки.

Ключевые слова: телемедицинская экология, мониторинг здоровья, медико-экологические исследования.

Клин. информат. и Телемед.
2011. Т.7. Вып.8. с.50–57

Введение

Телемедицина с каждым годом все увереннее вторгается в различные области здравоохранения. Но, к сожалению, при развитии традиционных телемедицинских систем, которые все шире внедряются в клиническую практику, крайне мало внимания уделяют вопросам оценки уровня здоровья, профилактики заболеваний и изучению риска развития болезни у практически здоровых людей. Они в основном используются для диагностики заболеваний, передачи анамнестических, клинических и лабораторных данных, дистанционного контакта с пациентом, сбора статистических материалов. Как известно, в большинстве случаев возникновению болезни предшествуют различные неспецифические и специфические стадии предболезни, которые в настоящее время успешно распознаются методами донозологической диагностики (Р. М. Баевский, А. П. Берсенева, 2008). Эти состояния на грани нормы и патологии, крайне важно выявлять заблаговременно, пока еще организм обладает достаточными функциональными резервами для того чтобы вернуться в нормальное состояние. Поэтому сейчас важно обратить самое серьезное внимание на контингенты

практически здоровых людей, особенно на тех людей, которые работают в условиях хронического стресса. Это тем более актуально, что демографический кризис во всем мире связан с постарением населения, с ростом заболеваемости, со снижением толерантности его трудоспособной части к растущим стрессорным воздействиям факторов окружающей среды. В данной работе предполагается рассмотреть некоторые конкретные подходы к телемедицинской оценке уровня здоровья и риска развития заболеваний, которые основаны на принципах, разработанных в космической медицине.

Недавно в области космической медицины был завершен важный эксперимент с моделированием полета к Марсу. Шестеро испытуемых – добровольцев в течение 520 суток находились в гермокамере-макете межпланетного корабля. Они имитировали работу «марсианского» экипажа и выполняли множество медико-биологических экспериментов и исследований. Одной из важных задач было изучение состояния здоровья практически здоровых людей-членов экипажа при их длительном пребывании в условиях изоляции. Это была экологически стабильная обстановка при контролируемых условиях питания, режима труда и отдыха, при дозированных профессиональных нагрузках. Поэтому

важно было сопоставить динамику изменений функционального состояния испытуемых-«марсиан» с динамикой функционального состояния практически здоровых людей, живущих в обычной социально-производственной обстановке при естественных экологических воздействиях. Для решения этой важной научно-практической задачи были организованы долговременные медико-экологические исследования ограниченных групп практически здоровых людей в различных регионах мира (в России, в Европе и в Северной Америке). Поскольку в этих исследованиях сбор информации осуществлялся путем передачи результатов исследований из различных регионов в Москву по каналам Интернета, то они были по существу первым шагом в развитии нового научного направления – телемедицинской экологии (О. И. Орлов, Р. М. Баевский, А. П. Берсенева и др., 2010).

Долговременные телемедицинские медико-экологические исследования с использованием принципов донозологической диагностики были направлены на оценку связи состояния здоровья и работоспособности практически здоровых людей с изменениями экологической обстановки. Обычно о неблагоприятном воздействии окружающей среды на человека судят по росту заболеваемости. Однако, развитие болезни – это уже явления дизадаптации, которые начинаются со снижения адаптационных возможностей организма, с развития донозологических состояний. Поэтому изучение динамики функциональных состояний на донозологическом уровне являются актуальной задачей профилактической медицины, поскольку позволяют выявить неблагоприятные сдвиги в организме задолго до того как появляется болезнь.

Медико-экологические исследования в различных регионах мира проводились одновременно с исследованиями членов «марсианского» экипажа с использованием однотипных методов и аппаратуры. Длительность исследований составила 520 суток. Этим исследованиям предшествовал предварительный эксперимент продолжительностью в 105 суток (R. Baevsky, A. Berseneva, I. Slepchenko, 2010; D. Zenke., A. Berseneva, 2010). Эти исследования позволили изучить в динамике изменения функционального состояния большого числа людей, живущих в различных экологических условиях и исследовать риск развития заболеваний в естественной экологической обстановке. Таким образом, появилась возможность выделить и

изучить самые начальные изменения адаптационных возможностей организма, обусловленные экологическими влияниями. Получение подобной информации позволяет приступить к решению актуальной задачи определения критериев оценки риска развития заболеваний у практически здоровых людей.

Материалы и методы исследований

а) Участники исследований

В долговременных медико-экологических исследованиях приняли участие 130 испытуемых (13 групп), в том числе 1-ая группа (6 добровольцев-испытуемых) находилась в гермокамере-макете межпланетного корабля, а остальные 12 групп (по 5–15 человек) находились в 12 городах мира (табл. 1). Все испытуемые были допущены к участию в исследованиях после медицинского освидетельствования соответствующими биоэтичскими комиссиями, в результате которого они были признаны практически здоровыми людьми. Члены «марсианского» экипажа кроме того прошли специальные медико-физиологические испытания и нагрузочные тесты в клиническом отделе Института медико-биологических проблем.

б) Методы исследований

Долговременные медико-экологические исследования были начаты одновременно с 520-суточным экспериментом «Марс-500» в июне 2010 года и завершены в ноябре 2011 года. Для проведения физиологических исследований в эксперименте «Марс-500» был разработан специализированный аппаратно-программный комплекс «Экосан-2007» (Р. М. Баевский, А. П. Берсенева, Е. Ю. Берсенев и др., 2009). Методика исследований предусматривает два вида обследований:

А. Ежемесячная регистрация ЭКГ в течение 10 минут с проведением дыхательных проб, определением артериального давления и измерением скорости простых и сложных сенсомоторных реакций. Заполнение специальной анкеты об образе жизни, нагрузках и возможных жалобах за прошедший месяц.

Б. Ежеквартальная запись комплекса кардиореспираторных параметров с выполнением функциональных проб с физической, умственной и ортостатической нагрузками.

Для оперативной оценки функционального состояния используются достаточно простые, но высокоинформативные методики, обеспечивающие проведение обследования в течение 15–20 минут. Одно их центральных мест при этом занимает метод анализа вариабельности сердечного ритма (Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов, Л. В. Чиркейкин и др., 2001; Heart rate variability, 1996). Результатом такого обследования является получение оперативного заключения и формирование файла

Табл. 1. Участники 520-суточного эксперимента.

Группы	Город	Число участников	Средний возраст (лет)
1	Москва (Испытуемые в гермокамере)	6	36,3
2	Москва	14	35,1
3	Воронеж	10	32,1
4	Сыктывкар	16	32,5
5	Ижевск	11	21,2
8	Екатеринбург	12	32,3
7	Магадан	20	35,1
8	Минск (Белоруссия)	8	28,9
9	Алмааты (Казахстан)	12	33,9
10	Штутгарт (Германия)	10	42,2
11	Плзен (Чехия)	8	32,9
12	Торонто (Канада)	4	32,2
13	Поулсбо (США)	5	37,3
Всего		130	

с результатами проведенного исследования в индивидуальной базе данных с последующей его передачей в аналитический центр в Москву. Для этого использовалась специальная программа «Экосан-Марс500». Одновременно во всех пунктах исследований измерялись погодные условия (температура, влажность, давление) и геомагнитная обстановка (К-индексы). Для взаимной информации, методической и технической поддержки исследований в Интернете был создан специальный сайт www.iki.rssi.ru/mars500

в) Принципы оценки риска развития заболеваний

При разработке принципов оценки риска развития заболеваний у практически здоровых людей, был использован опыт исследования экипажей Международной космической станции, которые в течение длительного времени (до 6 месяцев) находятся в условиях невесомости. На основе методов анализа вариабельности сердечного ритма был создан вероятностный подход к оценке риска развития патологии с учетом индивидуального типа вегетативной регуляции и сроков пребывания в космосе (А. Г. Черникова, 2010). При этом использовалась разработанная ранее математическая модель функциональных состояний, с помощью которой распознаются четыре основных функциональных состояния: физиологическая норма, донозологические, преморбидные и патологические состояния (Р. М. Баевский, А. Г. Черникова, 2002). Далее для каждого из указанных состояний рассчитывается его вероятность и окончательная оценка функционального состояния производится по наибольшей вероятности. Риск развития заболеваний

у здоровых людей определяется по росту вероятности донозологических или преморбидных состояний и по снижению вероятностной оценки нормы. Установлено 10 категорий риска развития, в основу чего положено соотношение вероятностей различных состояний. При 1–3-й категориях риска говорят о незначительном риске развития патологии, при 4–5-й категориях о значительном риске, при 6–8-й категориях о выраженном риске. Эта методология была использована при анализе данных добровольцев-испытателей, которые участвовали в долгосрочных медико-экологических исследованиях. Показано, что средняя категория риска у практически здоровых людей находится в пределах 1–3 (среднее значение = 2,1).

Результаты предварительного анализа данных

Общий объем материалов, собранных к настоящему времени в базе данных, составляет более 3000 файлов, содержащих индивидуальные данные 130 испытуемых-добровольцев, обследовавшихся по единой методике в 12 различных регионах мира в течение 18 месяцев. Подробный анализ такого количества данных требует значительно времени и специальной подготовительной работы. Поэтому в настоящей публикации представлены результаты предварительного анализа данных в 6 городах в России и в Белоруссии, где был собран наиболее полный объем данных. Рассмотрены также материалы,

полученные при проведении медико-экологических исследований в Германии и в Северной Америке.

Предварительный анализ показал, что на протяжении всего периода исследований средние значения артериального давления и частоты пульса находились в пределах нормы. Показатели вегетативного баланса (SI, pNN50 TP, IC) также не выходили за пределы нормы. Вероятностные характеристики функционального состояния показали, что риск развития патологии не выходил за пределы 2–3-й категории, что является допустимым уровнем риска. В табл. 2 представлены основные данные исследований в 6 городах. Материалы из остальных городов к настоящему времени находятся в стадии обработки и анализа и будут опубликованы позднее. Как видно из этой таблицы средние значения за весь период наблюдения для ЧСС, артериального давления и индекса напряжения регуляторных систем (Ин) находились в пределах физиологической нормы.

Вероятностная оценка функциональных состояний показывает, что наиболее низкими были оценки вероятности физиологической нормы в Сыктывкаре и в Магадане. Риск развития патологии был также наиболее высоким в этих городах. Это не случайно, поскольку оба указанных региона являются северными с весьма неблагоприятными климатическими условиями.

Наиболее благоприятными были результаты исследований, проведенных в Екатеринбурге. Там средняя ЧСС была равна 70 ± 9 уд/мин при артериальном давлении $118/76 \pm 8/7$. Индекс напряжения регуляторных систем был равен 80 ± 60 усл.ед. Вероятность нормы = $0,8 \pm 0,2$ при самой низкой категории риска (1,57). Для сравнения приведем результаты исследований в Магадане. Среднее значение

Табл. 2. Основные данные медико-экологических исследований в 6 городах ($M \pm SD$).

Города	ЧСС, уд/мин		САД, мм.рт.ст		ДАД, мм.рт.ст		Ин, усл.ед.		рНОРМА		РИСК катег.	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Сыктывкар	73,9	7,72	121,0	9,13	75,9	6,3	126,9	66,2	0,67	0,24	2,1	1,2
Ижевск	72,6	12,1	117,5	9,21	75,8	8,5	110,1	92,9	0,74	0,29	2,0	1,4
Магадан	72,79	9,42	129,36	10,05	80,64	9,03	135,04	90,13	0,631	0,272	2,4	1,40
Екатеринбург	70,35		118,46	7,97	76,40	6,79	80,76	61,93	0,828	0,228	1,57	1,00
Москва	74,07	9,81	124,42	6,84	78,81	7,98	125,29	101,0	0,744	0,244	1,92	1,23
Минск	79,34	12,1	123,08	10,07	79,11	7,30	135,56	130,8	0,724	0,294	2,06	1,54
Все города	73,8	10,0	122,3	8,8	77,7	7,6	118,9	90,4	0,72	0,26	2,0	1,3

Примечание: в таблице представлены среднегрупповые значения показателей (M) за весь период наблюдения и их средние квадратичные отклонения (SD).

ЧСС = 72 ± 9 уд/мин. Артериальное давление = $129/80 \pm 10/9$. Индекс напряжения был равен 135 ± 90 . Вероятностная оценка функционального состояния показала, что категория риска = 2,4 при вероятности нормы = $0,6 \pm 0,2$. Таким образом, в обоих этих городах функциональное состояние практически здоровых людей существенно отличалось по степени напряжения регуляторных систем. В Магадане оно было значительно выше (135 усл.ед по сравнению с 80). Это отразилось и на показателях ЧСС и артериального давления, которые в Магадане были выше. Соответственно и значение вероятности нормы в Магадане было более низким ($0,6$ по сравнению с $0,8$) и отмечался более высокий риск развития заболеваний. Эти различия можно считать вполне закономерными, учитывая, что климат Магадана значительно более суров, чем в Екатеринбурге. При более подробном анализе предстоит выяснить какие именно факторы, кроме погодных, способствовали более высокому функциональному напряжению в группе магаданцев.

Представляют интерес данные ежемесячных измерений, представленные на рис.1 и в табл. 3. Динамика средних значений СН и ФР по 7 городам отчетливо демонстрирует значительное снижение функциональных резервов организма в осенне-зимний период. При этом отмечается рост СН. Такая кар-

тина наблюдалась также в конце лета в 2010 и в 2011 годах. Эти закономерности с разной степенью выраженности отмечались во всех регионах.

Показатели ЧСС и артериального давления были наиболее низкими в весенне-летний период в марте, апреле, мае и июне. Однако индекс напряжения был ниже всего в летне-осеннее время (июнь, июль, август, сентябрь). Вероятностная оценка нормы была

наиболее низкой в осенне-зимний период (октябрь, ноябрь, декабрь, январь). В эти же месяцы отмечался наиболее высокий риск развития патологии. Выделяются данные июльских измерений (в 2010-м, и в 2011-м годах). В этом месяце наблюдался относительно высокий риск развития патологии и сниженная вероятность состояния физиологической нормы. В этом же месяце были сравнительно высокие

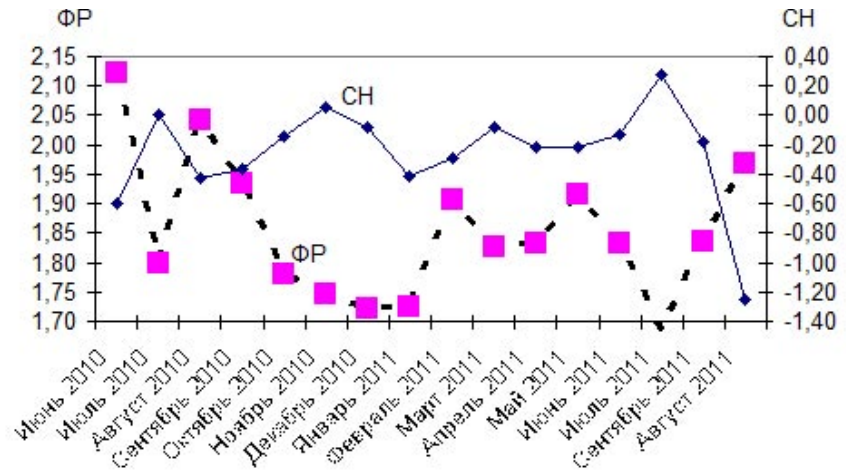


Рис. 1. Динамика ежемесячных значений СН (степень напряжения регуляторных систем) и ФР (функциональный резерв) в 520-суточном эксперименте (средние данные для 7 городов).

Табл. 3. Динамика ежемесячных изменений основных медико-физиологических показателей.

Месяцы	Средние значения (М) основных показателей и вероятностных характеристик риска развития патологии							
	ЧСС, уд/мин	САД, мм.рт.ст	ДАД, мм.рт.ст	Ин, усл.ед.	ПАРС, баллы	pНОРМ	РИСК катег.	N исслед.
Июнь 2010	71,62	121,30	79,23	94,43	3,95	0,790	1,68	60
Июль 2010	74,38	123,07	79,49	127,82	4,27	0,679	2,26	70
Август 2010	72,71	124,02	80,04	104,59	4,38	0,767	1,77	48
Сентябрь 2010	72,70	124,51	79,26	115,18	4,21	0,746	1,92	77
Октябрь 2010	74,98	124,54	78,77	129,84	4,26	0,674	2,23	74
Ноябрь 2010	74,80	124,93	77,55	135,20	4,11	0,671	2,27	71
Декабрь 2010	74,34	123,52	77,11	137,10	4,22	0,662	2,32	65
Январь 2011	73,76	123,07	78,43	135,24	4,23	0,696	2,19	81
Февраль 2011	72,83	125,39	80,01	116,83	3,95	0,731	1,96	78
Март 2011	73,97	123,55	77,10	125,47	3,93	0,701	2,06	81
Апрель 2011	73,40	122,33	76,59	124,89	4,01	0,714	2,06	77
Май 2011	72,50	121,33	76,79	115,84	4,11	0,709	2,04	74
Июнь 2011	73,96	122,57	77,50	127,00	4,22	0,697	2,14	72
Июль 2011	76,77	123,04	77,75	141,34	4,46	0,625	2,46	56
Сентябрь 2011	73,54	121,23	77,34	122,88	3,77	0,691	2,14	56
Август 2011	74,59	119,73	75,15	101,78	5,00	0,788	1,81	27
Весь период	73,76	123,19	78,10	123,45	4,15	0,705	2,10	1067

значения частоты пульса, диастолического давления и индекса напряжения. При сравнении ежемесячной динамики функционального состояния у испытуемых-добровольцев Магадана и Екатеринбурга (см. рис. 2) выясняются следующие интересные детали. В Магадане ухудшение состояния с ростом индекса напряжения и уменьшением вероятности состояния нормы отмечается в осенне-зимний период с октября по январь. В Екатеринбурге подобные же изменения наблюдаются в отдельные месяцы — в октябре, январе и марте. Таким образом, полученные предварительные результаты дают основание для дальнейшего более глубокого изучения причин подобной динамики и их связи с другими данными (погодными, социально-экономическими, производственными).

Из результатов исследований в других городах следует отметить, данные, полученные в Германии, где показано наличие четких сезонных изменений отдельных показателей и результатов комплексной оценки функционального состояния испытуемых. Наиболее высокий риск развития патологии наблюдается в сентябре, когда растет степень напряжения регуляторных систем и снижаются их функциональные резервы. Весной в марте функциональное состояние организма находится в зоне физиологической нормы.

В отличие от прочих регионов в Северной Америке (США и Канада) исследования проводились с помощью прибора «Heart Wizard Mars-500», разработанного американской компанией «Viosom Technologies» является одним из ведущих в Северной Америке разработчиков и производителей приборов для анализа вариабельности сердечного ритма. В качестве базового прибора был использован комплекс «Heart Wizard», который позволяет проводить измерения показателей ритма сердца в домашней обстановке с помощью ноутбука, подключенного к Интернет-сети. Удобство этого комплекса состоит также в том, что источником информации в нем служат не электроды для съема ЭКГ сигналов, а фотоплетизмограмма, регистрируемая с мочки уха при помощи оптического датчика. Технология таких исследований отработана достаточно хорошо, так что в условиях покоя динамический ряд кардиоинтервалов, вычисляемый по фотоплетизмограмме уха практически не отличается от аналогичного ряда, получаемого с помощью традиционной записи электрокардиограммы.

По согласованным с Институтом медико-биологических проблем медицинским требованиям в программное



Рис. 2. Динамика ежемесячных вероятностных характеристик нормы в Екатеринбурге и в Магадане.

обеспечение комплекса «Heart Wizard», были внесены изменения и дополнения, позволившие использовать его в схеме измерений, предусмотренной проектом медико-экологических исследований по проекту «Марс-500». Для этого были введены специальный адаптированный вопросник и тесты с задержкой дыхания на вдохе и выдохе, с фиксированным темпом дыхания, с ортостатической и дозированной физической нагрузками. По динамическому ряду кардиоинтервалов дополнительно рассчитывались традиционные для России показатели, такие как индекс напряжения регуляторных систем (ИН) и показатель активности регуляторных систем (ПАРС). Дополнительно по соответствующим алгоритмам формировались заключения, аналогичные применяемым в комплексе «Экосан-2007» проб (V. I. Pougatchev, R. M. Baevsky, A. R. Baevsky, A. P. Berseleva, Y. N. Zhirnov, E. N. Gribkov, 2011).

Испытания доработанных образцов комплекса «Heart Wizard» осуществлялись в Торонто компанией «Autosaun Health Technologies Inc» при участии представителей Института медико-биологических проблем. Этой же компанией была сформирована контрольная группа для участия в медико-экологических исследованиях. На рис. 3 показан сеанс выполнения медико-экологических исследований с использованием комплекса «Heart Wizard». Таким образом, пациент (пользователь) используя только ушной фотоплетизмографический датчик, быстро и комфортно сам проводит исследование и тут же оперативно получает заключение. Рис. 3 демонстрирует сеанс медико-экологического

исследования с использованием прибора «Heart Wizard».

В программное обеспечение этого прибора были внесены изменения и дополнения, позволяющие получать результаты, аналогичные «Экосану-2007». Однако, «Heart Wizard Mars-500», обеспечивает только регистрацию сердечного ритма с дополнительным вводом результатов антропометрических измерений и вопросника. Важнейшей особенностью этого прибора является то, что он использует Интернет как для сбора информации, так и для передачи результатов исследования пользователю. Фактически пациент (пользователь) используя только ушной фотоплетизмографический датчик, быстро и комфортно сам проводит исследование и тут же оперативно получает заключение.

Группа испытуемых-добровольцев, которыми являлись сами сотрудники участвовавших в работе компаний, состояла из 10 человек (5 человек в США и 5 человек в Канаде). Добровольцы проводили исследования в домашней обстановке, обычно в конце недели. Исследования проводились один раз в две недели, но некоторые из испытуемых-добровольцев проводили еженедельные исследования. В программу каждого из исследований входили:

- 1) заполнение вопросника о самочувствии и жалобах;
- 2) измерение артериального давления и массы тела;
- 3) запись пульса в течение 5 минут в условиях покоя;
- 4) запись пульса при заданном темпе дыхания (6 дыханий в минуту) в течение 5 минут;
- 5) запись пульса при максимальных задержках дыхания на вдохе и на выдохе.



Рис. 3. Сеанс медико-экологического исследования с использованием прибора «Heart Wizard».

Таким образом, полное исследование занимало около 20–25 минут.

Анализ результатов исследований проводился оперативно и заключения выдавались на дисплей компьютера сразу же после завершения очередного сеанса. При анализе антропометрических данных вычислялись:

- 1) Индекс Функциональных изменений – (ИФИ);
- 2) Индекс массы тела (ИМТ);
- 3) Индекс артериального давления (ИАД).

При анализе ответов на вопросы о самочувствии и жалобах вычислялся Индекс здорового образа жизни (ИЗОЖ) и в зависимости от предъявляемых жалоб определялись врачи-специалисты, к которым должен был быть направлен пациент. При анализе данных о вариабельности сердечного ритма определялся класс функциональных состояний, к которому относится пациент (физиологическая норма, донозологические, преморбидные или патологические состояния), устанавливалась характеристика состояния в фазовом пространстве с координатами степени напряжения регуляторных систем и их функционального резерва, оценивалась вероятность развития патологии и определялась категория риска.

Достаточно частые измерения позволили получить уникальные данные о динамике физиологических показателей в ответ на изменения погоды, на ухудшение самочувствия испытуемых и на производственные стрессы. На рис. 4 представлен график динамики стресс индекса при еженедельном донозологическом контроле у одного из испытуемых из США. На графике одновременно со стресс индексом показана динамика вычисленных вероятностных характеристик состояний

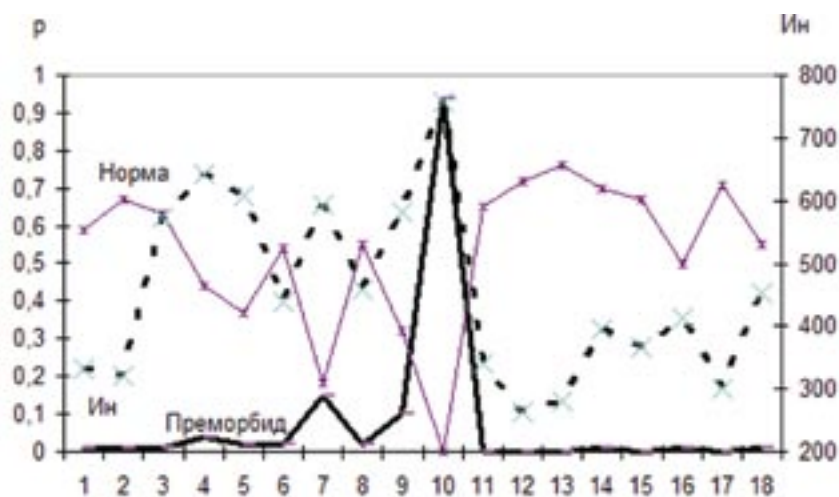


Рис. 4. Динамика стресс индекса в связи с вероятностью различных функциональных состояний.

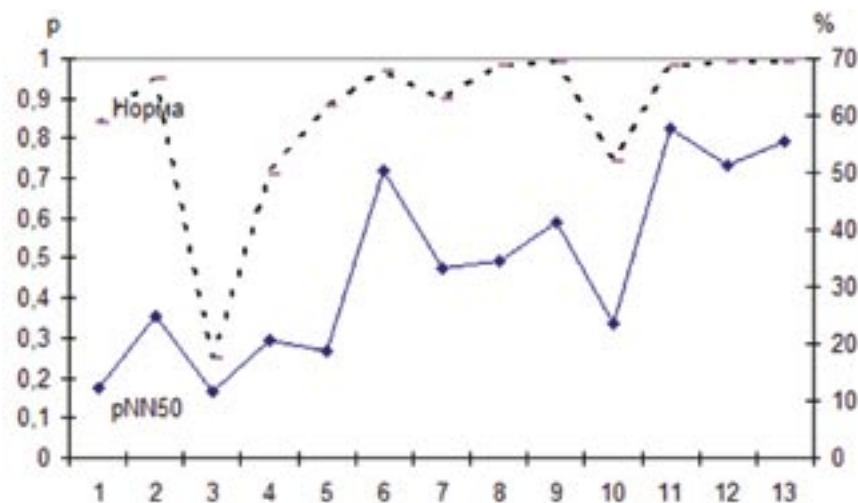


Рис. 5. Показатель pNN50 как индикатор эффективности восстановления. После кратковременного снижения вероятности состояния «норма» наблюдается постепенный медленный рост активности парасимпатического звена регуляции.

«норма» и «преморбидное состояние». Здесь рост стресс индекса (с 3-й недели наблюдения) сопровождается ростом вероятности «преморбидного состояния» и снижением вероятности состояния «норма». На 9–10-й неделе наблюдения испытатель развилось острое респираторное заболевание, что сопровождалось резким повышением стресс индекса до значений в 700–800 условных единиц. Важно обратить внимание на колебания функционального состояния испытателя в продормальном периоде на 5–8-й неделе наблюдения и на то, как резко снижается стресс индекс в периоде восстановления после болезни.

Показатели вегетативного баланса являются чувствительными индикаторами функционального состояния человека. Так, на рис. 5 показан график постепенного роста показателя rNN50, отражающий активацию защитной функции парасимпатического звена регуляции после кратковременного ухудшения состояния испытателя, связанного с быстрым наступлением холодной погоды.

Таким образом, использование Интернет — технологии индивидуального донозологического контроля на базе прибора «Heart Wizard» позволило получить не только научную, но и практически значимую информацию о динамике функционального состояния здоровых людей. Эта новая технология получила свое развитие благодаря применению созданной в космической медицине новой методологии оценки риска развития заболеваний.

Заключение

Медико-экологические исследования практически здоровых людей в различных регионах мира с использованием телемедицинских технологий были проведены впервые. Эти исследования открывают новое научно-практическое направление — телемедицинскую экологию. Научно-теоретической базой таких исследований является донозологическая диагностика, изучающая функциональные состояния организма на грани нормы и патологии. Технологии подобных исследований основаны на использовании методов и приборов, разработанных в космической медицине и используемых в настоящее время на Международной космической станции. Долговременные медико-экологические исследования проводились

при участии 130 добровольцев — испытателей в 12 различных регионах мира в России, в Белоруссии, в Казахстане, в Европе и в Северной Америке. Эти исследования проводились с июня 2010 по ноябрь 2011 года параллельно с 520-суточным экспериментом в макете межпланетного корабля (www.mars500.imbp.ru).

Одна из задач долговременных медико-экологических исследований состояла в получении контрольных массивов информации о динамике функционального состояния практически здоровых людей для сравнения с динамикой здоровья «марсианского экипажа». Это важно для подготовки к будущим пилотируемым межпланетным полетам. Но наряду с этой специфической для космической медицины задачей решалась и более значимая для земной медицины задача развития системы индивидуального донозологического телемедицинского контроля. Кроме групповых исследований в 10 регионах мира были проведены испытания индивидуальной системы донозологического контроля на базе прибора «Heart Wizard». Более подробный анализ индивидуальных результатов, полученных в группах с использованием прибора «Экосан-2007», и их сопоставление с динамикой индивидуальных данных, полученных с помощью прибора «Heart Wizard» позволит уточнить методологию телемедицинского донозологического контроля и разработать критерии оценки риска развития заболеваний у практически здоровых людей.

Мы стоим в самом начале нового этапа развития профилактической медицины, который будет основываться на донозологическом подходе и широко использовать различные телемедицинские технологии. Настоящая публикация демонстрирует возможности применения некоторых новых подходов к оценке здоровья практически здоровых людей и перспективы развития телемедицины не только в клиническом, но и в профилактическом направлении.

Литература

1. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Введение в донозологическую диагностику. М., Фирма «Слово», 2008, 220 с.
2. Баевский Р. М., Берсенева А. П., Берсенев Е. Ю., Ешманова А. К., Черникова А. Г. Оценка риска развития сердечно-сосудистой патологии у водителей автобусов. Функциональная диагностика, 2009, 4, с.23–32.
3. Баевский Р. М., Черникова А. Г. К проблеме физиологической нор-

мы: Математическая модель функциональных состояний на основе анализа вариабельности сердечного ритма. Авиакосмическая и экологическая медицина, 2002, 6, с.11–17.

4. Орлов О. И., Баевский Р. М., Берсенева А. П., Берсенев Е. Ю., Черникова А. Г., Слепченкова И. Н. Телемедицинская экология как новое научно-практическое направление. Клиническая информатика и телемедицина. 2010, т.6., в.7. с 1–8.
5. Черникова А. Г. Оценка функционального состояния организма в условиях длительного космического полета на основе анализа вариабельности сердечного ритма. Автореф. канд. дисс., М., 2010, 24 с.
6. Baevsky R., Berseneva A., Slepenchenkova I., Bersenev E. Eco-Medical Survey Withing the Mars-500 Project. 5-th International Congress of Medicine in Space and Extreme Environments. Berlin, 18.-21.10.2010, Abstracts p.23.
7. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use // Circulation. – 1996. – Vol. 93. – P. 1043-1065
8. Orlov O. I., Bersenev E. Y., Berseneva A. P., Chernikova A. G., Baevsky R. M. Telemedical aspects of long-term eco-medical researches. Global Telemedicine and eHealth Updates: Knowledge Resources, Vol.3. 2010, pp.310–314
9. Pougatchev V. I., Baevsky R. M., Baevsky A. R. Berseneva A.P., Zhirnov Y. N., Gribkov E. N. «Mars-500» Research Program in North America. New Internet Technologies for Health Assessment. 18th IAA Humans in Space Symposium (2011) №2004.
10. Zenke D., Berseneva A. Results of Medico-ecological Parallel Research during the First Phase (105 days) of the Mars 500 Experiment. 5-th International Congress of Medicine in Space and Extreme Environments. Berlin, 18–21.10.2010, Abstracts p.71.
11. www.imbp.ru/mars500
12. www.iki.rssi.ru/mars500

Telemedical aspects in assessing the risk of disease in healthy people. Preliminary results of longitude medical environmental investigations

O. I. Orlov¹, R. M. Baevsky¹, V. I. Pougatchev², A. P. Berseneva¹, A. R. Baevsky³, A. G. Chenikova¹, T. A. Zenchenko¹

¹State scientific center – Institute of biomedical problems RAS, Moscow, Russia

²Biocom Technologies, Poulsbo, USA

³Autosun Health Technology Inc, Toronto, Canada

Abstract

This paper presents the results of 520-days medical and environmental

investigations conducted in parallel with the experiment «Mars-500» – the simulated flight to Mars. The study was attended by 130 subjects. 12 experimental groups were in 12 different regions (Russia, Belorussia, Kazakhstan, Europe, North America). The same for all groups, experimental protocol consisted of ECG recording, techniques for central and peripheral circulation study, heart rate variability analysis and ECG dispersion mapping. Anthropometric data and lifestyle and health questionnaire were used too. The studies were conducted monthly, functional tests with physical, mental and orthostatic loads carried every 3 months (quarterly). Information from all regions was transmitted to the analytical center in Moscow by email. The study in U.S. and Canada was conducted using Heart Wizard instrument (Biocom Technologies) which provides individual prenosological health assessment, data collection and analysis via Internet. Principles of prenosological diagnostics with assessing the risk of disease on the base of probabilistic estimations of different functional states were used in analyzing the results. Preliminary results demonstrated that the monthly and seasonal dynamics of functional states in healthy people to a large extent depends on the specific environmental conditions.

Key words: telemedicine, ecology, prenosology, adaptation, space medicine.

Телемедичні аспекти оцінки ризику розвитку захворювань у практично здорових людей. Попередні результати довготривалих медико-екологічних досліджень

О. І. Орлов¹, Р. М. Баєвський¹, В. І. Пугачов², А. П. Берсенєва¹, А. Р. Баєвський³, А. Г. Чернікова¹, Т. А. Зенченко¹

¹Інститут медико-біологічних проблем РАН, Москва, Росія

²«Biocom Technologies», Пулсбо, США

³«Autosun Health Technology Inc», Торонто, Канада

Резюме

Представлені результати 520-добових медико-екологічних досліджень, що проводилися паралельно з експериментом «Марс-500» (моделювався політ до Марсу). 130 добровольців — випробувачів, знаходилися в 12 регіонах — в Росії, Білорусії, Казахстані, Європі і в США. Однотипні для всіх методи включали методики для вивчення центрального та периферичного кровообігу, ЕКГ, аналіз ВСР, дисперсійне картування ЕКГ. Реєструвалися антропометрія і відповіді на питання про скарги і способи життя. Оперативні дослідження проводилися щомісяця, функціональні проби з фізичним, розумовим та ортостатичним наван-

таженнями проводилися щоквартально. Інформація передавалася до Москви ел. поштою. У США використовувався комплекс «HeartWizard» для донозологічного контролю, збору інформації та аналізу. Використовувалися принципи донозологічної діагностики з оцінкою ризику розвитку захворювань за імовірнісними характеристиками функціональних станів (ФС). Попередні результати показали, що щомісячна і сезонна динаміка ФС здорових людей залежить від конкретної екологічної обстановки.

Ключові слова: телемедична екологія, моніторинг здоров'я, медико-екологічні дослідження.

Переписка

д.м.н., професор **Р. М. Баєвський**
Государственный научный центр
РФ — Институт медико-биологических проблем РАН
Хорошевское шоссе, 76 А
Москва, 123007, РФ
эл. почта: rmb1928@mail.ru