УДК 502+612.15

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНОСОСУДИСТОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АНТРОПОГЕННЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

© 2013 А.В. Широбоков¹, Е.Г. Яскин², Т.А. Трифонова³, С.А. Пермяков³, Г.И. Каторгина³, И.П. Бойко³

 1 Медико-санитарная часть МВД России по Владимирской области 2 Городская больница скорой медицинской помощи г. Владимира 3 Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

Поступила в редакцию 25.07.2013

Исследовалось влияние неблагоприятных экологических факторов на интегральные показатели микроциркуляции и сердечного ритма у условно-здоровых молодых людей. У людей, находящихся под воздействием неблагоприятных экологических факторов, обнаружен дисбаланс мозговой гемодинамики и сниженный уровень функционального состояния организма, определенный по данным исследований сердечнососудистой системы, который обуславливается негативным влиянием экологической обстановки.

Ключевые слова: *раздельный капиллярный кровоток, ритм сердца, экология, функциональное состояние организма*

Стойкое ухудшение экологической обстановки в России оказывает огромное влияние на организм человека широким спектром возлействий. Важнейшие изменения при этом происходят в звеньях сердечно-сосудистой системы. Пагубное влияние экологических факторов проявляется в важнейших звеньях гемодинамики – церебральном и микроциркуляторном, что в свою очередь вызывает каскад метаболических изменений [1]. Важнейшей задачей развивающейся в России экологической медицины является донозологическое исследование воздействия неблагоприятных факторов внешней среды на здоровье человека и способов коррекции приобретенного дизадаптивного состояния. В регионе экологического неблагополучия условия физической среды ограничивают функциональное состояние организма (ФСО) в данной популяции [2].

Город Владимир является, с одной стороны, районом с развитой промышленностью, включая химическую, с другой стороны, одним из лидеров в стране по заболеваемости костно-мышечной системы, причем значительную роль в структуре данной заболеваемости играют сезонные климатические факторы. В атмосферу районов размещения

Широбоков Аркадий Васильевич, главный государственный санитарный врач

Яскин Евгений Григорьевич, главный врач

Трифонова Татьяна Анатольевна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой биологии и почвоведения

Пермяков Сергей Александрович, аспирант

Каторгина Галина Ивановна, доктор биологических наук, доцент кафедры биологии и почвоведения

Бойко Йван Петрович, доктор медицинских наук, профессор кафедры биологии и почвоведения. E-mail: ivanboiko40@mail.ru

предприятий промышленности, а также в воздушную среду производственных помещений поступают разнообразные химические соединения, в том числе тяжелые металлы, которые активно включаются и изменяют органный гомеостаз, начиная с микроциркуляторного уровня. Известные способы фармакологической регуляции нарушенного метаболизма приводят к нежелательным или непредсказуемым эффектам. Поэтому в настоящее время ведутся разработки новых немедикаментозных, неинвазивных методов коррекции состояния физиологических систем организма человека [3].

Цель работы: изучить влияние неблагоприятных экологических факторов на показатели микроциркуляции, мозговой гемодинамики и ритма сердца для условно-здоровых молодых людей.

Материалы и методы. Параметры групп обследуемых, представлены в таблице 1.

Город Владимир является наиболее загрязненным среди городов области по количеству выбросов (23,2%) и определяет экологическую ситуацию во всей области. На его предприятиях установлено около 5259 стационарных источников выбросов, что состав-ляет 20,6% от общего количества источников по области, из них 4505 организованных и 754 неорганизованных. Мониторинг состояния загрязнения атмосферного воздуха на территории области ведется лабораторией санитарно-гигиенических исследований «Центр гигиены и эпидемиологии во Владимирской области» и Владимирским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Учитывая значительный временной лаг для формирования экозависимой патологии, в качестве территории риска были выбраны следующие объекты: территория Владимирского химического завода, вносящего значительный вклад

загрязнение города фенолом и формальдегидом, для которых были получены самые высокие индексы опасности за длительный период времени и территории с повышенным содержанием свинца в

почве, расположенные вблизи автомобильных заправочных станций, и крупных магистралей (рис. 1).

Таблица 1. Параметры групп обследует

Группа	Воз- раст	Количе- ство- муж/жен	Характеристика	Период наблюдения	
контрольная 1		36/43	проживающие в городских пригородах	март-май 2013 г.	
опытная 1	19-23	33/42	проживающих в неблагоприятных условиях городской среды	10.00-13.00	
контрольная 2	19-23	35/35 проживающие в городских пригородах		ноябрь- февраль 2012-	
опытная 2		34/32	получившие травмы костно- мышечной системы вследствие климатических факторов	2013 гг. 10.00-13.00	

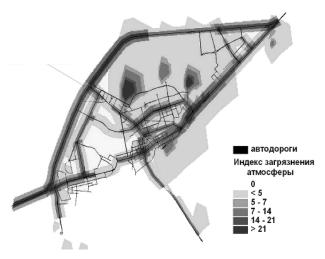


Рис. 1. Загрязнение атмосферного воздуха в г. Владимире

В структуре заболеваемости костномышечной системы во Владимирской области и г. Владимире наблюдается значительное влияние неблагоприятных климатических факторов, таких как гололед, наледь, снежные заносы и др. В работе [3] показана устойчивая сезонная взаимосвязь климатических факторов на здоровье популяции в исследуемом регионе.

Для анализа данных нами была использована математическая модель раздельного капиллярного кровотока [3, 4] и эксперименальное программное обеспечение [4], что позволило выделить и оценить два вида капиллярного кровотока: артериокапиллярный (Ак) и капилляровенулярный (Кв), каждому из которых соответствовал свой диапазон значений показателя микроциркуляции. Основной показатель кровотока измерялся с помощью лазерного анализатора кровотока «ЛАКК-02».

Возможные нарушения функционирования мозгового кровотока оптимально выявляются с помощью реоэнцефалографического обследования. Наиболее информативна методика реоэнцефалографического обследования в тех случаях, когда

картина сосудистого поражения не выражена или отсутствует вовсе. Данные реоэнцефалографии были получены с помощью аппарата «телепат-104Р». Исследования ритма сердца проводилось с помощью усилителя биопотенциалов «КАРДи2/4» и стандартных методик исследования вариабельности сердечного ритма (ВСР). Для интегральной оценки ФСО по ритму сердца у исследуемых использовался параметр избытка информационной энтропии і. При ФСО в норме ритм сердца имеет хаотическую составляющую, выраженную в форме шума Гаусса. Рост ее уровня определяется ростом информационной энтропии диаграммы ритма и приближением распределения R-R интервалов к нормальному закону распределения. Избыток информационной энтропии рассчитывается по формуле:

$$i = \log 23\sigma - I^*,\tag{1}$$

где I^* - информационная энтропия ритма сердца, σ — стандартное отклонение R-R интервалов. Данный параметр имеет сезонные уровни. Значение i=-0.5 бит, соответствует идеализированному состоянию абсолютного покоя организма с работой сердца в режиме автоматии (контроля ритма) [6, 7].

Каждое значение i определено сезонным интервалом времени. При i=0 данные соответствуют весеннему сезону, при i=1 — зимнему, при i=2 — осеннему. При i=3 и выше функциональное состояние определено вне рамок сезонной адаптации. Смысловая физиологическая упорядоченность ритма сердца определена системой «регуляциясердце», включающей в себя механизмы адаптации, контроля, регуляции и управления ритмом. Интенсификация работы системы «регуляциясердце» сопровождается усилением детерминистской составляющей ритма сердца, и фиксируется снижением величины I* и ростом I [6].

В работах [6, 7] разработана функциональная параметрическая модель ритма сердца в форме диаграммы распределения ФСО человека, представляющая универсальную «шкалу ФСО» по критерию избытка продукции информационной

энтропии в границах: $-0.5 \div 6$ бит, обеспечивающая повышение уровня диагностической и прогностической информативности электрокардиографических обследований.

Результаты и обсуждение. Рассмотрим полученные в ходе исследования вариабельности сердечного ритма данные (табл. 2). Данные табл. 2 показывают, что в опытных группах существует заметное ухудшение ФСО по параметру избытка

информационной энтропии, что при сравнении с контрольными объясняется воздействием неблагоприятных экологических факторов, как климатической, так и антропогенной природы. В то же время характеристика ФСО по стандартной методике не выявляет значимых различий между контрольной и опытной группами. Рассмотрим данные исследования раздельного капиллярного кровотока (табл. 3).

Таблица 2. Результаты исследования вариабельности сердечного ритма

Группы	ФСО по Баевскому	Индекс напря- женности, у.е.	Избыток инфор- мационной эн- тропии <i>i</i> , бит
контрольная 1	$3,5 \pm 0,5$	125±10,1	1,1+-0,31
опытная 1	$3,9\pm -0,6$	120±15,0	4,0+-0,4
контрольная 2	$3,7 \pm 0,7$	111±17,3	2,1+-0,25
опытная 2	$3,5 \pm 0,4$	129±20,1	4,2+-0,5

Таблица 3. Результаты исследования раздельного капиллярного кровотока

Группа	Кол- во чел.	Ак/Кв	Нормализованные значения скорости капиллярного кровотока, %	Средне- квадратич- ное откло- нение, о	Средняя ошибка, т	Вероят- ность ошибки, Р
контрольная 1	79	Ак				
		Кв	50,29			
опытная 1	75	Ак	61,02	2,11	0,15	<0,05
		Кв	39,98	2,11		<0,03
контрольная 2	70	Ак	48,65	1,00	0,10	<0,05
		Кв	51,35	1,00	0,10	<0,03
опытная 2	66	Ак	60,00	0,91	0,12	<0,05
		Кв	40,00	0,91	0,12	<0,03

Рассмотрим данные исследования раздельного капиллярного кровотока (табл. 3). Результаты говорят о том, что в опытных группах наблюдается нарушение баланса раздельного капиллярного кровотока. Неблагоприятные факторы окружающей среды усугубляют нарушенный баланс микроциркуляторного русла. Рассмотрим полученные данные исследования мозговой гемодинамики (табл. 4). Анализ результатов реоэнцефалографии показывает, что неблагоприятные факторы климатической и антропогенной природы отрицательно сказываются на мозговой гемодинамике условноздоровых молодых людей.

Выводы: в опытных группах, проживающих в неблагоприятных условиях и получивших травму, обнаружен дисбаланс мозговой гемодинамики и микроциркуляторного русла, который обуславливается негативным влиянием экологической обстановки, а также ухудшение ФСО по параметру избытка информационной энтропии. Обнаружен единый механизм влияния экологических факторов различной природы на организм человека. Нарушение баланса микроциркуляторного русла влечет за собой снижение адаптационных способностей организма, что в свою очередь поддерживает тенденцию к истощению функциональных резервов организма.

Таблица 4. Данные исследования мозговой гемодинамики

Гъудия	Кровенаполнение в бас- сейне		Тонус артерий напряжения		Тонус артерий сопротивления		ΣMkd*
Группы	A.	A.	A.	A.	A.	A.	
	carotis	vertebralis	carotis	vertebralis	carotis	vertebralis	
контрольная	$0,141\pm0,010$	$0,101\pm0,004$	1,68±0,011	$0,84\pm0,02$	$1,00\pm0,05$	$0,35\pm0,007$	218±10
1	$0,142\pm0,005$	$0,101\pm0,002$	$1,41\pm0,032$	$0,86\pm0,01$	$0,89\pm0,06$	$0,42\pm0,005$	210±10
orr. rmr. og 1	0,120±0,012	0,111±0,01	1,80±0,01	1,40±0,01	1,41±0,05	$0,62\pm0,005$	269±13
опытная l	$0,110\pm0,010$	$0,122\pm0,004$	1,63±0,04	$1,25\pm0,01$	$0,96\pm0,05$	$0,58\pm0,005$	209±13
контрольная	0,142±0,012	0,099±0,005	1,69±0,005	0,83±0,01	1,00±0,07	0,35±0,002	221±9
2	$0,143\pm0,010$	$0,101\pm0,003$	$1,42\pm0,004$	$0,87\pm0,03$	$0,90\pm0,05$	$0,46\pm0,003$	221±9
222 2222 2	0,115±0,02	0,120±0,03	1,75±0,02	1,28±0,03	1,36±0,05	0,67±0,012	271±15
опытная 2	$0,119\pm0,05$	$0,118\pm0,07$	$1,60\pm0,05$	$1,11\pm0,05$	$0,99\pm0,05$	$0,61\pm0,015$	2/1±13

Примечание: * - сумма 4-х зон головного мозга

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Киричук, В.Ф. Гемодинамические изменения под влиянием превентивного режима ТГЧ-облучения на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота у животных при остром стрессе / В.Ф. Киричук, Т.С. Великанова, А.Н. Иванов // Фундаментальные исследования. 2011. №3. С. 77-82.
- Агаджанян, Н.А. Физиология человека. Н. Новгород: Изд-ва НГМА, 2003. 528 с.
- 3. Яскин, Е.Г. Современные проблемы загрязнения окружающей среды и пути их решения. Монография / Е.Г. Яскин и др. // М., Российский государственный аграрный заочный университет, 2012. 186 с
- Каторгина, Г.И. Исследование и разработка коррекционных и адаптационных механизмов детского организма при функциональных расстройствах,

- вызванных экологическими факторами. Автореферат диссертации на соискание научной степени доктора биологических наук. Владимир, 2012. 50 с
- 5. *Крупаткин, А.И.* Лазерная допплеровская флоуметрия микроциркуляции крови / *А.И. Крупаткин, В.В. Сидорова.* – М.: Медицина, 2005. 256 с.
- Кузнецов, А.А. О естественной нормализации диаграммы ритма сердца / А.А. Кузнецов, С.А. Пермяков // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, Т. 78, №4 (97), 2012. С. 363-368.
- Кузнецов, А.А. Системный анализ и обработка электрокардиографической информации. Автореферат диссертации на соискание научной степени доктора технических наук. – Нижний Новгород, 2012. 30 с.

RESEARCH THE INTEGRAL PARAMETERS OF CARDIOVASCULAR ACTIVITY IN DEPENDENCES FROM ANTHROPOGENOUS AND CLIMATIC FACTORS

© 2013 A.V. Shirobokov¹, E.G. Yaskin², T.A. Trifonova³, S.A. Permyakov³, G.I. Katorgina³, I.P. Boyko³

Medical-sanitary Department of Russia Ministry of Internal Affairs in Vladimir Oblast
 Municipal Hospital of Emergency Medical Service of Vladimir City
 Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov

Influence of adverse ecological factors on integral parameters of microcirculation and cardiac rhythm at conditional and healthy young people was investigated. At people being under the influence of adverse ecological factors, the imbalance of a brain hemodynamic and the lowered level of the functional condition of the organism, determined by data of cardiovascular system researches which is caused by negative influence of ecological situation is found.

Key words: separate capillary blood flow, heart rhythm, ecology, functional condition of an organism

Arkadiy Shirobokov, Chief State Health Officer; Evgeniy Yaskin, Chief Physician; Tatiana Trifonova, Doctor of Biology, Professor, Head of the Biology and Soil Science Department; Sergey Permyakov, Post-graduate Student; Galina Katorgina, Doctor of Biology, Associate Professor at the Biology and Soil Science Department; Ivan Boyko, Doctor of Medicine, Professor at the Biology and Soil Science Department. E-mail: ivanboiko40@mail.ru