ISSN 2227-1848





УЛЬЯНОВСКИЙ медико-биологический ЖУРНАЛ



Nº 1 2012

СОДЕРЖАНИЕ

| ТЕРАПИЯ |
|---|
| Рузов В.И., Мельникова М.А., Олезов Н.В., Халаф Х., Крестьянинов М.В., Рябова Л.Г. ГЕНДЕРНАЯ ОЦЕНКА РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ СЕРДЦА У ПАЦИЕНТОВ С НЕКОНТРОЛИРУЕМОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ |
| Разин В.А., Сапожников А.Н., Мазурова О.В., Гимаев Р.Х. ТРОМБОЭМБОЛИЯ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ: ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОТДЕЛЕНИЯ ОСТРОГО КОРОНАРНОГО СИНДРОМА |
| Грищук Д.В., Колесниченко Ю.А., Сластён Е.В., Малькова Н.Н. ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОСТРОГО ПЕРИОДА ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА |
| Марковцева М.В. ФЕНОМЕН КОМОРБИДНОСТИ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА И ХОЛЕЛИТИАЗА24 |
| Альберт М.А., Сабитов И.А., Шутов А.М. РОЛЬ ЛИЧНОСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ В ФОРМИРОВАНИИ ПРИВЕРЖЕННОСТИ К ТЕРАПИИ |
| ПЕДИАТРИЯ39 |
| Малых А.Л., Малых Д.А., Кан Н.И. ОСОБЕННОСТИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАПОРОВ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ |
| ИНДИВИДУАЛЬНОЕ И ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ46 |
| Горбунов В.И., Возженникова Г.В., Исаева И.Н., Верушкина А.С. ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА46 |
| Медведев И.Н., Амелина И.В. ТРАНСКРИПЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ЯДРЫШКООБРАЗУЮЩИХ РАЙОНОВ ХРОМОСОМ И ВЫРАЖЕННОСТЬ АДАПТАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ НА КЛЕТОЧНОМ И ОРГАНИЗМЕННОМ УРОВНЕ У ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ |
| ИЗОЛЯЦИИ РАССТОЯНИЕМ |
| ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА57 |
| Жапаралиева Ч.О., Мухамедова И.П., Вишневский А.А. ИЗМЕНЕНИЯ МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ И НЕКОТОРЫХ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА В УСЛОВИЯХ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ В ГРУППАХ КРЫС С РАЗЛИЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ГИПОКСИИ |
| Ксейко Д.А. АНТИОКСИДАНТНАЯ БЕЛКОВАЯ СИСТЕМА В ПЕЧЕНИ ПРИ ОСТРОЙ КРОВОПОТЕРЕ |

| Полуднякова Л.В., Генинг Т.П., Белозерова Л.А. ВЛИЯНИЕ ВОЛОКОННОГО ВКР-ЛАЗЕРА НА ЭРИТРОЦИТЫ КРЫС |
|---|
| Генинг Т.П., Арсланова Д.Р., Абакумова Т.В., Антонеева И.И., Сидоренко Е.Г., Генинг С.О. ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ МОДИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ И ЛИПИДОВ В НЕОПЛАЗМЕ И АСЦИТИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ РАКЕ ЯИЧНИКОВ |
| М.В. Воротникова, Ю.Ф. Зеркалова, Балыкин М.В. РЕАКЦИИ СОСУДОВ МИКРОГЕМОЦИРКУЛЯЦИИ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ |
| Сагидова С.А., Балыкин М.В. ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА В РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛАХ СЕРДЦА КРЫС |
| Донина Ж.А., Баранов В.М. ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ДЫХАНИЯ ПОД ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ДАВЛЕНИЕМ (ДОД) ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ПОСТУРАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГЕМОДИНАМИКИ |
| ЭКОЛОГИЯ94 |
| Сорокина Г.А., Лебедева В.П., Раков С.А., Пахарькова Н.В. ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ КАК БИОИНДИКАТОРЫ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ |
| Шабалина О.М., Демьяненко Т.Н. ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ НЕКОТОРЫХ ДВУДОЛЬНЫХ И ОДНОДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ФИТОТЕСТИРОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ |
| Карпович К.И. ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЙ КОМПЛЕКС НА ЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЕ В ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ |
| Иванова Ю.С., Горбачев В.Н. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОД ВЛИЯНИЕМ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК (МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ) |
| Чураков Б.П., Манякина Е.В. ДЕПОНИРОВАНИЕ УГЛЕРОДА РАЗНОВОЗРАСТНЫМИ КУЛЬТУРАМИ СОСНЫ 125 |
| ЮБИЛЯРЫ130 |
| ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ132 |

CONTENTS

| THERAPY5 |
|---|
| Ruzov V.I., Melnikova M.A., Olezov N.V., Halaf H., Krestjyaninov M.V., Ryabova L.G. GENDER ASSESSMENT OF CARDIAC REMODELING IN PATIENTS WITH UNCONTROLLED HYPERTENSION |
| Razin V.A., Sapozhnikov A.N., Mazurova O.V., Gimaev R.H. PULMONARY EMBOLISM: FEATURES DIAGNOSIS AND TREATMENT IN THE OFFICE OF ACUTE CORONARY SYNDROME |
| Grischuk D.V., Kolesnichenko Y.A., Slasten E.V., Malkova N.N. HEMODYNAMIC PARAMETERS OF ACUTE ISCHEMIC STROKE |
| Markovtseva M.V. THE ISHEMIC HEART DISEASE AND CHOLELITHIASIS COMORBIDITY PHENOMENON |
| Albert M.A., Sabitov I.A., Shutov A.M. THE ROLE OF PERSONAL CHARACTERISTICS OF PATIENTS WITH CHRONIC HEART FAILURE IN THE FORMING OF ADHERENCE TO THERAPY |
| PEDIATRICS39 |
| Malykh A.L., Malykh D.A., Kahn N.I. FEATURES OF MORPHOFUNCTIONAL MANIFESTATIONS OF FUNCTIONAL CONSTIPATION IN CHILDREN AND ADOLESCENTS |
| INDIVIDUAL AND PUBLIC HEALTH46 |
| Gorbunov V.I., Vozzhennikova G.V., Isaeva I.N., Verushkina A.S. ESTIMATION OF INDICATORS OF QUALITY OF LIFE OF STUDENTS OF MEDICAL HIGH SCHOOL |
| Medvedev I.N., Amelina I.V. TRANSCRIPTIONAL ACTIVITY NUCLES ORGANIZING REGIONS AND EXPRESSIVENESS OF ADAPTIVE CHARACTERISTICS AT THE CELLULAR LEVEL OF RADIOACTIVE TRACERS IN HUMANS AND IN ISOLATION DISTANCE |
| FUNDAMENTAL BIOLOGY AND MEDICINE57 |
| Japaralieva Ch.O., Muhamedova I.P., Vishnevskii A.A. CHANGES OF MEMBRANES OF ERYTHROCYTES AND SOME MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL FEATURES OF THE BRAIN IN THE CONDITIONS OF A HYPOXEMIC HYPOXEMIA IN GROUPS OF RATS WITH DIFFERENT RESISTANCE TO HYPOXIA |
| Kseyko D.A. ANTIOXIDANT PROTEIN SYSTEM IN LIVER IN THE CASE OF ACUTE BLOOD LOSS |

| Poludnyakova L.V., Gening T.P., Belozerova L.A. THE EFFECT OF FIBER RAMAN-LASER ON ERYTHROCYTES OF RATS |
|---|
| Gening T.P., Arslanova D.R., Abakumova T.V., Antoneeva I.I., Sidorenko E.G., Gening S.O. OXIDATIVE MODIFICATION OF PROTEINS AND LIPIDS IN THE NEOPLASM AND THE ASCITIC LIQUID AT THE EXPERIMENTAL CANCER OF OVARIES |
| Vorotnikova M.V., Zerkalova Y.F., Balykin M.V. REACTION OF MICROHEMOCIRCULATION VESSELS IN BRAIN AT PHYSICAL EXERCISE |
| Sagidova S.A., Balykin M.V. INFLUENCE OF HYPOXEMIC TRAINING ON CHANGES OF MICROCIRCULATION VESSELS IN VARIOUS PARTS OF RATS' HEARTS |
| Donina Zh.A., Baranov V.M. PHYSIOLOGICAL BASIS OF THE METHOD OF NEGATIVE PRESSURE BREATHING (NPB) FOR THE CORRECTION OF POSTURAL HEMODYNAMIC CHANGE |
| ECOLOGY94 |
| Sorokina G.A., Lebedeva V.P., Rakov S.A., Pakharkova N.V. WOODY PLANTS AS BIOINDICATORS OF AIR POLLUTION LEVEL |
| Shabalina O.M., Demyanenko T.N. EVALUATION OF THE APPLICABILITY OF CERTAIN DICOTYLEDONS AND MONOCOTYLEDONS PLANTS FOR FITOTESTING OF URBAN SOILS |
| Karpovich K.I. ANTI-EROSION COMPLEX ON THE BASIS OF LANDSCAPE IN TECHNOGENIC DISTURBED AREAS |
| Ivanova Yu.S., Gorbachev V.N. HEAVY METALS POLLUTION OF SOIL UNDER THE INFLUENCE OF ILLEGAL DUMPING (HEALTH AND ENVIRONMENTAL ASPECTS) |
| Churakov B.P., Manyakina E.V. CARBON DEPOSITION BY UNEVEN-AGE CULTURES OF PINE |
| JUBILEES130 |
| INFORMATION ABOUT THE AUTHORS132 |

ТЕРАПИЯ

УДК 616.12-007:616.12-008.331.1

ГЕНДЕРНАЯ ОЦЕНКА РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ СЕРДЦА У ПАЦИЕНТОВ С НЕКОНТРОЛИРУЕМОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

В.И. Рузов, М.А. Мельникова, Н.В. Олезов, Х. Халаф, М.В. Крестьянинов, Л.Г. Рябова

Ульяновский государственный университет

Проблема неконтролируемости артериальной гипертензии является одной из самых актуальных в гипертензиологии, учитывая отсутствие многоцентровых исследований и общепринятых сроков от начала лечения, после которого можно утверждать о неэффективности терапии. Отсутствуют сведения о характере структурно-функциональных нарушений сердца у пациентов с резистентной АГ, в том числе и с гендерных позиций. Обследовано 120 пациентов с АГ 1, 2 степени (54 пациента с контролируемой АГ, 66 – с неконтролируемой АГ), сопоставимых по возрасту и длительности АГ. В ходе исследования установлено, что неконтролируемая АГ у мужчин по сравнению с женщинами детерминирована высокими индексами времени систолического АД и ЧСС в дневной и ночной периоды суток. Гипертензивная нагрузка при неконтролируемой АГ сопровождается увеличением линейно-объемных показателей сердца у женщин и линейных – у мужчин.

Ключевые слова: гендерная оценка, ремоделирования сердца, неконтролируемая артериальная гипертензия.

Введение. Согласно определению Американской ассоциации сердца резистентная артериальная гипертензия (РАГ) обозначается как состояние, при котором показатели АД остаются выше целевого уровня несмотря на прием комбинации трех антигипертензивных препаратов. При этом указывается, что одним из антигипертензивных лекарственных средств должен быть диуретик, а все препараты назначаются в оптимальных дозировках [7; 10; 11; 19].

Проблема контролируемости артериальной гипертензии в настоящее время является одной из самых актуальных в гипертензиологии, учитывая сложность диагностического поиска, отсутствие многоцентровых исследований, а также отсутствие у врачей первичного звена настороженности по отношению к указанной категории пациентов. В последние годы даже появился новый термин «клиническая инертность», который, по сути, отражает недостаточную активность врача как по вы-

явлению этой категории пациентов, так и по достижению у них целевых цифр артериального давления. Существующее в настоящее время понятие неконтролируемой артериальной гипертонии включает в себя пациентов как с истинной, так и с псевдорезистентностью. Большинство случаев резистентной гипертонии представлены псевдорезистентной АГ, при которой, устранив причины резистентности, удается достичь целевого уровня АД. Об истинно резистентной гипертензии свидетельствует невозможность достижения целевого уровня АД при адекватном режиме лечения и устранении всех обратимых факторов резистентности.

Истинная распространенность резистентной АГ не установлена, и изучение ее затруднено в первую очередь тем, что далеко не все пациенты исходно получают антигипертензивную терапию, соответствующую общепринятым стандартам [2; 5; 16; 17; 20; 23]. Частота резистентной АГ, установленная

при обследовании больных в специализированных клинических центрах, составляет от 10 до 20 % [6; 8; 12]. До настоящего времени не установлены сроки, которые должны пройти от начала систематического комбинированного лечения АГ и ориентируясь на которые можно было бы утверждать, что АГ действительно не поддается лечению. К сожалению, доказательные данные о резистентной АГ ограничены, поскольку эту категорию пациентов обычно не рассматривают в качестве самостоятельной подгруппы в клинических исследованиях.

На сегодняшний день единственным большим исследованием, в котором изучали резистентность АГ, является ALLHAT [21]. Из отечественных исследований с определенными оговорками можно упомянуть программу исследований РЕГАТА [1]. По мнению И.Е. Чазовой, РАГ и НКАГ могут по праву претендовать на статус проблемы XXI века [3].

Все вышеизложенное свидетельствует о недостаточной изученности как механизмов развития резистентности, так и характера структурно-функциональных нарушений сердца у пациентов с резистентной $A\Gamma$, в том числе и с гендерных позиций.

Цель исследования. Изучение гендерных особенностей ремоделирования сердца у пациентов с неконтролируемой артериальной гипертензией.

Материалы и методы. Обследовано 120 пациентов: 54 - с контролируемой артериальной гипертензией (КАГ), 66 - с неконтролируемой артериальной гипертензией (НКАГ). Каждая из групп, в свою очередь, была разделена по полу на две подгруппы: первая мужчины с КАГ (23 пациента), женщины с КАГ (31 пациент); вторая – с неконтролируемой артериальной гипертензией (29 мужчин и 37 женщин). Пациенты обеих групп были сопоставимы по возрасту (50-60 лет), длительности заболевания (5-10 лет), степени артериальной гипертензии (1-2 степень), индексу массы тела (ИМТ<30). Критерии включения: контролируемая артериальная гипертензия - достижение стойкого целевого уровня артериального давления; неконтролируемая артериальная гипертензия – применение

трех антигипертензивных препаратов (включая диуретический препарат) не менее 6 недель. Эффективность гипотензивной терапии оценивалась по результатам суточного мониторирования артериального давления. Из исследования исключались больные с «феноменом белого халата» и симптоматическими артериальными гипертензиями, ишемической болезнью сердца, сахарным диабетом, застойной сердечной недостаточностью, острым нарушением мозгового кровообращения. Инструментальное обследование включало в себя ЭхоКГ исследование, которое проводилось на аппарате Medison Sonoace 8000 EX с помощью фазированного датчика с частотой 3 МГц в стандартных эхокардиографических позициях. Оценивались следующие эхокардиографические показатели: поперечный размер левого предсердия (ЛП), конечный диастолический размер левого желудочка (КДР), конечный систолический размер левого желудочка (КСР), конечный систолический объем левого желудочка (КСО ЛЖ), конечный диастолический объем левого желудочка (КДО ЛЖ), толщина задней стенки левого желудочка (ТЗСЛЖ) в диастолу, толщина межжелудочковой перегородки (ТМЖП) в систолу и диастолу, масса миокарда левого желудочка, индекс массы миокарда к площади поверхности тела (ИММЛЖ) и относительная толщина стенок (ОТС), фракция выброса (ФВ), тип диастолической дисфункции ЛЖ. Массу миокарда ЛЖ (ММЛЖ) рассчитывали по формуле R. Devereux N. Reichek: ММЛЖ = 1,04 x [(ТМЖ $\Pi_{\rm II}$ + ТЗСЛЖ $_{\rm II}$ + КДР пертрофии согласно Фрамингемскому исследованию считали величины ИММЛЖ 110 г/м² и более у мужчин и 94 г/м² у женщин. Выделяли следующие типы геометрии ЛЖ: концентрическое ремоделирование (нормальные значения ИММЛЖ и ОТС меньше 0,45), эксцентрическая ГЛЖ (увеличение ИММЛЖ при ОТС ЛЖ менее 0,45), концентрическая ГЛЖ (увеличение ИММЛЖ и ОТС ЛЖ более 0,45).

На проведение всех исследований было получено согласие каждого пациента. Статистический анализ был проведен с помощью программы Statistica for Windows 6.0 (Statsoft). Применялись стандартные методы вариаци-

онной статистики: вычисление среднего арифметического, стандартной ошибки среднего арифметического. Достоверными считались различия показателей при p<0,05.

Результаты и обсуждение. Сравнительный анализ показателей СМАД у пациентов с неконтролируемой АГ (табл. 1), установил

превышение всех гипертензивных индексов, по сравнению с пациентами, достигшими целевого уровня АД. Следует отметить отсутствие нарушенной вариабельности АД у пациентов как с контролируемой, так и с неконтролируемой АГ, что может отражать эффект гипотензивной терапии.

Таблица 1 Гендерная оценка среднесуточных показателей СМАД у пациентов с контролируемой и неконтролируемой артериальной гипертензией (M±m)

| | НКАГ | КАГ |
|--------------------------------|-------------|-------------|
| САД, мм рт.ст. | 141,71±3,0 | 124,87±1,6* |
| ДАД, мм рт.ст. | 90,19±2,4 | 79,20±1,4* |
| ВСАД, мм рт.ст. | 14,59±0,9 | 13,58±0,76 |
| ВДАД, мм рт.ст. | 11,69±0,5 | 11,87±0,5 |
| ИВСАДс, % | 67,71±5,5 | 33,75±4,8* |
| ИВДАД, % | 62,04±5,4 | 32,75±4,4* |
| ипсад, | 257,42±51,5 | 77,37±17,9* |
| ипдад, | 177,47±42,1 | 52,79±11,2* |
| Ср.АД, мм рт.ст. | 111,28±3,3 | 90,5±3,6* |
| ПАД, мм рт.ст. | 51,47±1,9 | 44,70±1,7* |
| ЧСС, уд./мин | 86,8±2,4 | 72,4±1,24* |
| Степень снижения ночного АД, % | 14,0 | 12,0 |

Примечание. * – p<0,05 при сравнении с пациентами с НКАГ.

У пациентов с НКАГ по сравнению с пациентами, достигшими целевого АД, была зарегистрирована относительно более высокая исходная ЧСС. Известно, что тахикардия приводит к увеличению величины среднего АД, которая представляет собой интеграл площади под кривой «АД – время». По мнению А.А. Свистунова [4], чем короче фаза диастолы, тем в большей степени величина среднего АД стремится достичь величины систолического АД. Нагрузка давлением всегда больше у пациентов с тахикардией по сравнению с пациентами, ЧСС которых находится в нормальных пределах, поскольку при одинаковых уровнях систолического и диастолического АД у первых всегда больше величина среднего АД. Последний фактор увеличивает работу,

выполняемую сердцем, и вызывает гипертрофию гладкомышечных элементов артериол.

Гендерная оценка гипертензивной нагрузки на момент обследования представлена в табл. 2. Следует отметить, что при анализе данных суточного профиля АД все пациенты по степени ночного снижения относились к «dipper», то есть суточный профиль носил правильный двухфазный ритм.

Как видно из табл. 2, у женщин, как и у мужчин, с НКАГ, отмечаются повышенные значения основных показателей артериального давления. При этом у мужчин наблюдаются более высокие индексы времени систолического и диастолического АД как в дневное, так и в ночное время суток по сравнению с женщинами.

Таблица 2 Гипертензивная нагрузка у мужчин и женщин с неконтролируемой АГ (М±m)

| | Мужчины (n=29) | | Женщин | ины (n=37) | |
|--------------------------------|----------------|------------|------------|-------------|--|
| | День | Ночь | День | Ночь | |
| САД, мм рт.ст. | 146,64±3,3 | 131,7±4,2* | 146,75±5,5 | 124,75±1,4* | |
| ДАД, мм рт.ст. | 94,11±2,7 | 81,23±3,1* | 96,0±4,6 | 78,25±1,5* | |
| ВСАД, мм рт.ст. | 12,11±0,8 | 10,88±0,7 | 14,0±2,7 | 12,0±0,8 | |
| ВДАД, мм рт.ст. | 10,23±0,7 | 8,94±0,56 | 10,25±1,7 | 8,0±0,32 | |
| ИВСАДс, % | 71,52±7,0 | 67,4±7,7 | 60,0±14,4 | 46,33±9,0* | |
| ИВДАД, % | 59,82±6,5 | 62,76±8,4 | 57,0±14,7 | 74,33±6,5 | |
| ИПСАД | 213,7±42,6 | 119,0±30,0 | 85,0±20,7* | 47,66±11,9* | |
| ипдад | 134,88±33,5 | 76,6±21,2 | 87,0±38,4 | 48,33±12,8* | |
| Ср. АД, мм рт.ст. | 113,7±3,0 | 101,1±4,2* | 118,25±5,5 | 99,0±0,57* | |
| ПАД, мм рт.ст. | 52,52±2,1 | 50,4±2,8 | 51,0±3,1 | 45,33±3,3* | |
| ЧСС, уд./мин | 86,8±3,4 | 66,9±2,6* | 78,0±4,1 | 64,0±2,1* | |
| Степень снижения ночного АД, % | _ | 10,6 | _ | 16 | |

Примечание. * – p <0,05 по отношению к дневным показателям у мужчин.

Как видно из табл. 2, у женщин, как и у мужчин с НКАГ, отмечаются повышенные значения основных показателей артериального давления. При этом у мужчин наблюдаются более высокие индексы времени систолического и диастолического АД как в дневное, так и в ночное время суток по сравнению с женщинами.

Частота сердечных сокращений, отражающая состояние симпатической нервной системы и пульсовое АД у мужчин, была выше по сравнению с женщинами. Гендерспецифические различия по ЧСС нашли свое отражение еще во Фремингемском исследовании [13; 14]. Известно, что высокое пульсовое давление является фактором риска развития сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с АГ. По мнению В. Раппіег и соавт. [18], уровень пульсового АД может не только служить адекватным маркером сердечно-сосудистого риска, но и отражать наличие и степень поражения органов-мишеней на фоне АГ.

Таким образом, гендерные особенности гипертензивных показателей у пациентов с

НКАГ характеризовались более высокой гипертензивной нагрузкой в течение суток у мужчин, ассоциированной с большей частотой сердечных сокращений.

Анализ гендерных различных в характере и выраженности гипертонического ремоделирования сердца (табл. 3) показал преобладание концентрической гипертрофии ЛЖ у пациентов с НКАГ, как у женщин, так и мужчин. Однако следует отметить, что у женщин частота встречаемости КГЛЖ, которая, как известно, является прогностически неблагоприятным фактором риска сердечнососудистых осложнений [15] была выше по сравнению с мужчинами.

Оценка функциональных нарушений сердца у больных НКАГ показала наличие диастолической дисфункции у всех пациентов вне зависимости от пола (табл. 3). При этом следует отметить то, что рестриктивный тип диастолической дисфункции чаще встречался у женщин, а также то, что нарушения диастолической функции сердца как у мужчин, так и у женщин с НКАГ наблюдались на

Таблица 4

фоне сохранной сократительной функции (табл. 4, 5).

Сравнительный анализ структурных изменений сердца у пациентов с неконтролируемой АГ показал наличие гендерных различий в реакции левого желудочка на гипертензивную нагрузку. Неконтролируемое АД сопровождалось более выраженными изменениями линейно-объемных показателей и массы миокарда ЛЖ по сравнению с пациентами, достигшими целевого уровня АД. Гендерный анализ гипертонического ремоделирования сердца выявил различные модели адаптации к

повышенному АД. Так, у пациентов-мужчин с КАГ наблюдалось незначительное увеличение ТМЖП и ТЗСЛЖ (р>0,05) при меньших величинах линейно-объемных показателей сердца по сравнению с пациентами мужчинами с НКАГ. При этом следует отметить, что у пациентов-мужчин с НКАГ утолщение стенок левого желудочка не сопровождалось изменениями размеров его полости, в отличие от пациентов-мужчин с КАГ. Линейно-объемные показатели сердца и выраженность ГЛЖ у женщин с НКАГ превышали аналогичные показатели у пациенток с КАГ.

Таблица 3 Типы геометрии левого желудочка и диастолическая дисфункция у пациентов с неконтролируемой ${\bf A}\Gamma$

| Тип ремоделирования / тип диастолической дисфункции | Женщины, n=37 абс. (%) | Мужчины, n=29 абс. (%) |
|--|---------------------------|---------------------------|
| Концентрическая гипертрофия | 37 (100 %) | 24 (82 %) |
| Концентрическое ремоделирование | _ | - |
| Эксцентрическая гипертрофия | _ | 5 (18 %) |
| 1 тип диастолической дисфункции | - | - |
| 2 тип диастолической дисфункции | 32 (86 %) | 26 (92 %) |
| 3 тип диастолической дисфункции | 5 (13 %) | 2 (8 %) |

Ультразвуковые показатели сердца у мужчин с контролируемой и неконтролируемой АГ (М±m)

| Мужчины (n=52) | | | | |
|-----------------|-------------------------|---------------------------|----------|--|
| Показатели, ед. | Контролируемая АГ, n=23 | Неконтролируемая АГ, n=29 | P | |
| ЛП, мм | 33,5±4,2 | 37,1±3,5 | p<0,001 | |
| КДР, мм | 47,3±5,2 | 50,6±4,7 | p=0,006 | |
| КСР, мм | 30,7±5,2 | 34,9±4,1 | p=0,007 | |
| КСО ЛЖ, мл | 48,8±11 | 45,7±4,2 | p=0,3 | |
| КДО ЛЖ, мл | 104,2±11 | 117,3±13,6 | p=0,4 | |
| ФВ, % | 65±6,1 | 65,5±6,3 | P=0,8 | |
| ТМЖПд, мм | 11,8±1,7 | 14,1±1,4 | p<0,001 | |
| ТЗСЛЖд, мм | 11,3±1,4 | 13,5±1,8 | p<0,001 | |
| ММЛЖ, г | 208±52 | 282±45 | p<=0,001 | |
| ИММЛЖ, г/м² | 118±12 | 135±14 | p=0,013 | |
| ОТС | 0,5±0,05 | 0,52±0,04 | p=0,3 | |

Таблица 5 Ультразвуковые показатели сердца у женщин с контролируемой и неконтролируемой АГ

| Женщины (n=68) | | | | |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------|----------|--|
| Показатели, ед. | Контролируемая АГ, n=31 | Неконтролируемая АГ, n=37 | P | |
| ЛП, мм | 33,0±4,6 | 36,5±3,5 | p=0,005 | |
| КДР ЛЖ, мм | 46,6±4,6 | 50,0±4,3 | p=0,004 | |
| КСР ЛЖ, мм | 28,4±3,3 | 34,3±4,1 | p<0,001 | |
| КСО ЛЖ, мл | 32,8±5,4 | 39,5±10,6 | p=0,008 | |
| КДО ЛЖ, мл | 72,7±7,4 | 87,4±12,6 | p=0,0047 | |
| ФВ, % | 58,0±6,2 | 64,6±6,2 | p=0,14 | |
| ТМЖПд, мм | 11,7±1,84 | 13,7±1,41 | p=0,005 | |
| ТЗСЛЖд, мм | 11,1±1,3 | 13,0±1,96 | p=0,001 | |
| ММЛЖ, г | 178±46,2 | 261±30,9 | p<0,001 | |
| ИММЛЖ, г/м ² | 97±17 | 127±19 | p=0,012 | |
| OTC | 0,51±0,04 | 0,05±0,03 | p=0,32 | |

Сравнительная оценка выраженности гипертрофии у пациентов с НКАГ показала, что индексированная к площади поверхности тела масса миокарда ЛЖ у женщин почти вдвое превышает аналогичный параметр у мужчин. Контролируемое артериальное давление у женщин по сравнению с мужчинами сопровождается менее выраженной гипертрофией миокарда левого желудочка (ИММЛЖ, p<0,05), что косвенно подтверждает позитивное влияние антигипертензивной терапии на регресс ГЛЖ.

Исследование ALLHAT к предвестникам резистентности к лечению артериальной гипертонии относит пожилой возраст, первоначально высокое систолическое артериальное давление, ГЛЖ, ожирение и наличие хронических заболеваний почек. Результаты исследования подтвердили значение систолического и диастолического АД и индексов гипертензивной нагрузки в формировании ГЛЖ. При этом не было выявлено гендерных отличий по вариабельности АД у пациентов с КАГ и НКАГ. Результаты нашего исследования подтвердили имеющиеся в литературе сведения о значении ГЛЖ как независимого предиктора резистентной артериальной ги-

пертонии [9], не имеющего гендерных различий. Исследование показало наличие гендерных особенностей у пациентов с неконтролируемой артериальной гипертензией, которые характеризовались различным характером взаимоотношений между гемодинамическими и структурными параметрами. Анализируя связь гемодинамических показателей с гипертрофией миокарда у пациентов с НКАГ, можно высказать предположение о детерминирующем значении систолического артериального давления и ЧСС у мужчин для развития ГЛЖ. При оценке выраженности гипертрофии миокарда левого желудочка у пациентов с артериальной гипертензией обнаружено ее большее значение при неконтролируемой АГ вне зависимости от пола. ИММЛЖ у пациентов с НКАГ по сравнению с пациентами, имевшими КАГ, был выше у женщин в среднем на 30 г/м^2 , а у мужчин – на 17 г/м². При сопоставимости длительности и степени АГ масса миокарда ЛЖ у женщин с НКАГ в среднем на 83 г превышала массу миокарда левого желудочка у женщин с КАГ. У мужчин это различие было менее значимым и составляло в среднем 74 г. Полученные данные косвенно свидетельствуют о наличии связи регресса гипертрофии миокарда с контролируемостью артериального давления вне зависимости от пола.

Выявленный в ходе исследования различный ответ параметров сердца на гипертензивную нагрузку при НКАГ — увеличение линейно-объемных показателей сердца у женщин в отличие от мужчин, у которых НКАГ в большей степени ассоциирована с изменениями линейных параметров сердца — возможно, объясняется преобладанием «сольчувствительных» пациентов среди женщин в постменопаузе, что определяет дополнительную объемную перегрузку сердца.

Выводы

- 1. Неконтролируемая АГ у мужчин по сравнению с женщинами детерминирована высокими индексами времени систолического АД и ЧСС в дневной и ночной периоды суток.
- 2. Гипертензивная нагрузка при неконтролируемой АГ сопровождается увеличением линейно-объемных показателей сердца у женщин и линейных у мужчин.
- 1. От имени исследователей. Регистр резистентной артериальной гипертноии РЕзистентная Гипертония АрТериАльная (РЕГАТА): программа исследований / И.Е. Чазова и др. // Consilium medicum. 2009. №11 (10). С. 5–9.
- 2. Резистентная и неконтролируемая артериальная гипертензия: проблема XXI века / И.Е. Чазова и др. // Фарматека. 2011. №5. С. 8–13.
- 3. *Чазова, И.Е.* Резистентная артериальная гипертония / И.Е. Чазова, В.В. Фомин // Терапевтический архив. -2008. №6. С. 80–85.
- 4. Частота сердечных сокращений как фактор риска развития сердечно-сосудистых заболеваний / А.А. Свистунов и др. // Артериальная гипертензия. 2008. №4. Т. 14. С. 324–331.
- 5. *Alper, A.B.* Contemporary management of refractory hypertension / A.B. Alper, D.A. Calhoun // Curr. Hypertension Rep. 1999. 1 (5). P. 402–407.
- 6. *Braun, M.A.* In resistant hypertension really resistaunt? / M.A. Braun, M.I. Buddle, A. Martin // Am. J. Hypertens. 2001; 14 (12). P. 1263–1269.
- 7. Clinical features of 8295 patients with resistant hypertension classified on the basis of ambula-

- tory / blood pressure monitoring / de la A. Sierra et al. // Hypertension. 2011. 57(5). P. 898–902.
- 8. *Epstein, M.* Resistant hypertension: Prevalense and evolving concepts / M. Epstein // J. Clin. Hypertens. 2007. 9 (1 Suppl.). P. 2–6.
- 9. Evaluation and treatment of resistant hypertension / I.A. Sloand et al. // Cardiology Journal. 2007. 14 (4). P. 329–339.
- 10. *Fagard, R.H.* Resistant hypernension / R.H. Fagard // Heart. 2012. 98. P. 254–261.
- 11. Heart rate and cardiovascular mortality: the Framingham study / W.B. Kannel et al. // Am. Heart J. 1987. 113. P. 1489-1494.
- 12. Hemodinamic patterns of age-related Changes in blood pressure: the Framingham Heart Study / S. Franklin et al. // Circulation. 1997. Vol. 96. P. 308–315.
- 13. *Khattar, R.* Longitudinal association of ambulatory pulse pressure with left ventricular mass and vascular hypertrophy in essential hypertension / R. Khattar, D. Acharya, N. Kinsey // J. Hypertens. − 1997. − №15. − P. 737–743.
- 14. *Pickering, T.G.* Arterial stiffness as a cause of resistant hypertension? / T.G. Pickering // J. Clin. Hypertens. -2007. -9 (5). -P. 390-395.
- 15. *Pineta, E.* Mechanisms and treatment of resistant hypertension / E. Pineta, D.A. Calhoun, S. Oparil // Arg. Bras. Cardiol. 2007. 88 (6). P. 604–613.
- 16. Pulse pressure and echocardiographic finding in essential hypertension / B. Pannier et al. // J. Hypertens. 1989. Vol. 7. P. 127–132.
- 17. Resistant hypertension revisited: a compareson of two untverity-based cohorts / I.P. Garg et al. // Am. J. Hypertens. 2005; 18 (5 pt. 1). P. 619–626.
- 18. Resistant hypertension: diagnosis, evaluation and treatment / D.A. Calhoun et al. // Hypertens. 2008. 51 (6). P. 1403–1419.
- 19. Resistant hypertension: diagnosis, evaluation, and treatment / A. David et al. // Hypertens. 2008; 51. P. 1403–1419.
- 20. *Tamimi*, *N.A*. Resistant hypertension: a methodological approach to diagnosis and treatment / N.A. Tamimi // Saudi J. kidney Dis. Transplant. 2007. 18 (3). P. 337–345.
- 21. The ALLHAT Officers and Coordinators for the ALLHAT Collaborative Research Group. Major outcomes in high-risk hypertensive patients randomized to angiotensin-converting enzyme inhibitor or calcium channel blocker vs diuretic: the Antihypertensive and Lipid-Lowering Treatment to Prevent Heart Attack Trial (ALLHAT) // JAMA. 2002. 288. P. 2981–2997.
- 22. *Viera, A.I.* Evaluation and management of the patient with difficult-to-control or resistant hypertension / A.I. Viera, A.L. Hinderliter // Amer. Family Physican. 2009. 79 (10). P. 863–869.

GENDER ASSESSMENT OF CARDIAC REMODELING IN PATIENTS WITH UNCONTROLLED HYPERTENSION

V.I. Ruzov, M.A. Melnikova, N.V. Olezov, H. Halaf, M.V. Krestjyaninov, L.G. Ryabova

Ulyanovsk State University

The problem of uncontrolled essential hypertension is one of the most actual in the hypertensiology given the absence of multicenter studies and generally accepted terms of the treatment, followed by the ineffectiveness of therapy can be state. There is no information about the nature of the structural and functional abnormalities of the heart in patients with resistant essential hypertension, including gender features. 120 patients with essential hypertension 1–2 grade (54 patients with controlled hypertension, 66 – with uncontrolled hypertension matched by age and duration of hypertension were enrolled. The study found that uncontrolled hypertension in men compared to women is determined by high time index of systolic blood pressure and heart rate both in daytime and nighttime. Hypertension load in uncontrolled essential hypertension is accompanied by increasing linear-volume parameters of the heart in women and linear parameters in men.

Keywords: gender assessment, heart remodeling, uncontrolled hypertension.

УДК 616-005.755

ТРОМБОЭМБОЛИЯ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ: ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОТДЕЛЕНИЯ ОСТРОГО КОРОНАРНОГО СИНДРОМА

В.А. Разин, А.Н. Сапожников, О.В. Мазурова, Р.Х. Гимаев

Ульяновский государственный университет

В настоящее время диагностика ТЭЛА остается сложной проблемой. Основными клиническими признаками являются одышка, боли в груди и синкопальные состояния. К факторам риска ТЭЛА у мужчин относятся тяжелая сердечная патология, онкологические заболевания, травмы нижних конечностей. Своевременная диагностика ТЭЛА и использование тромболитической терапии, имплантация кава-фильтров, других методов лечения и профилактики тромбоза глубоких вен позволяет снизить смертность и улучшить прогноз заболевания.

Ключевые слова. Тромбоэмболия легочной артерии, тромбоз глубоких вен, системный тромболизис, одышка, боль в груди.

Тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) – это внезапная закупорка ветвей или ствола легочной артерии тромбом. Распространено мнение, что ТЭЛА – весьма редкое заболевание, которое случается у пожилых людей, преимущественно женщин. Согласно статистическим данным в европейских странах, Российской Федерации, США среди причин смертности от сердечно-сосудистых заболеваний ТЭЛА стоит на 3 месте после ишемической болезни сердца и инсульта [1; 2; 4; 8]. В странах Евросоюза тромбоэмболия легочной артерии составляет до 50 % смертности в кардиологических отделениях больничных стационаров, она же бывает основной причиной смерти послеоперационных больных. Внезапная смерть в 1/3 случаев объясняется тромбоэмболией легочной артерии. Умирают около 20 % больных с ТЭЛА, причем более половины из них в первые 2 часа после возникновения эмболии [7].

Среди причин развития тромбоэмболии легочной артерии наиболее значимой является тромбоз глубоких вен (ТГВ) нижних конечностей (считается, что ТГВ и ТЭЛА – два проявления одной болезни, у большинства больных ТЭЛА развивается в результате ТГВ) [5]. Чаще всего причиной ТЭЛА бывают тромбы, возникшие в глубоких венах, и обычно в глубоких венах нижних конечностей. Значительно реже это тромбы из вен

таза, полости живота, верхних конечностей, правых отделов сердца. Способствует образованию тромбов постельный режим, особенно у больных с заболеваниями легких, инфарктом миокарда, операциями по поводу перелома бедра, и чаще всего у больных с повреждениями спинного мозга. Изредка тромбоэмболия легочных артерий может возникнуть и у здоровых людей, которые долго находятся в вынужденном положении (например, при перелете на самолете). Могут иметь место также предрасполагающие к тромбозу и эмболии сердечно-сосудистые заболевания (ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, атеросклероз, кардиомиопатия, нарушение ритма сердца), онкологическая патология, нарушение свертывания крови иного генеза [1; 3; 6; 7]. Однако в силу неспецифической клинической симптоматики своевременная диагностика ТЭЛА скорее является исключением, чем правилом. В большинстве клинических случаев, в т.ч. и с летальным исходом, диагноз не был поставлен своевременно, что негативно повлияло на эффективность терапии и, как следствие, на прогноз.

Цель исследования. Выявление основных клинических признаков ТЭЛА, частоты их встречаемости, оценка факторов риска ТЭЛА, оценка значимости диагностических методик.

Материалы и методы. Нами проведен анализ историй болезни 38 больных, выписанных с диагнозом ТЭЛА из областной больницы г. Ульяновска в течение 2010–2011 гг., находившихся на лечении в отделении острого коронарного синдрома. Из них 20 женщин (в возрасте от 28 до 73 лет, в среднем 46±11), 18 мужчин (в возрасте от 31 до 80 лет, в среднем 51±12).

Лечебно-диагностический процесс имеет следующие этапы:

первый этап – подозрение на ТЭЛА с учетом клинической картины;

второй этап – выявление тромбоза глубоких вен (как основной причины ТЭЛА) и других факторов риска ТЭЛА;

третий этап – клинико-инструментальное обследование, опорными пунктами которого было ЭКГ, лабораторный тест на Д-димер, доплер-эхокардиография, коагулограмма, рентгенография грудной клетки, компьютерная томография (КТ) органов грудной клетки с контрастным усилением;

четвертый этап – подтверждение или исключение ТЭЛА;

пятый этап — определение тактики лечения.

Результаты и обсуждение. Основным клиническим проявлением ТЭЛА одышка, которую в той или иной степени отмечали все пациенты. Она либо появлялась внезапно, либо развивалась постепенно. Боли в грудной клетке также довольно частый симптом - 19 больных, или 50 %. Причем трем больным первоначально ставился диагноз ОИМ по причине типичного «ангинозного статуса». Указанные «коронароподобные» боли характерны для тромбоэмболий проксимальных отделов легочной артерии, что выявлено и нами в ходе последующего КТ органов грудной клетки с контрастным усилением. В остальных случаях имели место боли разной локализации и интенсивности по типу торакалгий (при ТЭ дистального русла ЛА). К «маркерам ТЭЛА высокого риска» относят синкопальные состояния. По нашим данным, кратковременную потерю сознания отмечали 18 человек (47,3 %). Кровохарканье появлялось менее чем у половины больных (16, что составило 36,8 %). Диагностическая

значимость этого симптома снижалась и по той причине, что он обычно появлялся только на 2–4 сутки заболевания и сами больные не придавали ему серьезного значения.

Тромбоз глубоких вен наблюдался в 35 случаях (92,1 %), у 3 больных патологии венозной системы не выявлено. Причем жалобы на боль в ногах, ломоту, местное или общее повышение температуры, покраснение в течение нескольких последних дней/недель при тщательном сборе анамнеза предъявляли только 24 пациента, у остальных заболевание протекало практически бессимптомно. При ультразвуковом исследовании сосудов у 33 больных обнаружен тромбоз глубоких вен нижних конечностей, у 2 больных диагностирован тромбофлебит подкожных вен верхних конечностей в результате длительной инфузионной терапии.

Выявлены следующие факторы риска венозных тромбоэмболий: тяжелая сердечная недостаточность (острый инфаркт миокарда, фибрилляция - трепетание предсердий, дилатационная кардиомиопатия, врожденные и приобретенные пороки сердца) – 15 больных; варикозная болезнь нижних конечностей -12 больных; пожилой возраст (более 70 лет) – 8 больных; холецистэктомия – 2 больных; ожирение 2-3 ст. - 5 больных; травма нижних конечностей – 2 больных; гинекологические заболевания – 3 больных; применение пероральных контрацептивов – 1 больной; постабортный период – 1 больная; системная красная волчанка – 1 больной; тяжелая хроническая почечная недостаточность – 1 больной; химиотерапия – 1 больной; эритремия – 1 больной. Рассматривая ТЭЛА и ТГВ как единый процесс, следует отметить, что ТЭЛА может быть первым проявлением заболевания. Чаще всего запоздалая диагностика ТЭЛА связана с постепенным началом и рецидивирующим течением, а также с нарушением привычной последовательности ТЭЛА и ТГВ.

Среди сопутствующих заболеваний наиболее часто встречались гипертоническая болезнь, язвенная болезнь, вирусные гепатиты В и С, сахарный диабет, заболевания гинекологической сферы. У мужчин в качестве факторов риска чаще присутствовала тяжелая сердечная патология, онкологические заболевания, травма; у женщин – первичное заболевание вен, гормональные проблемы, ожирение. Течение заболевания было фульминантным с летальным исходом у 7 больных (18,4 %), причем в 5 случаях наблюдалась «досуточная летальность»; острым – у 19 больных; рецидивирующим – у 10 больных; хроническая тромбэмболическая легочная гипертензия наблюдалась у 2 больных.

Оценивая значимость клинико-инструментальных методов, нельзя не остановиться на анализе электрокардиограмм. У большинства пациентов регистрировались аритмии. Синусовая тахикардия с частотой от 100 до 130 ударов в минуту наблюдалась у 21 пациента (55,2 %), у 4 больных отмечена фибрилляция и у одного - трепетание предсердий. Острая перегрузка правого предсердия, откоторой ражением является P-pulmonale, выявлялась у 17 пациентов. Как правило, изменялся и желудочковый комплекс. «Классическое» S_IQ_{III} отмечалось всего у 3 (8 %) больных, при этом достаточно часто (в 9 случаях) отмечался один из указанных зубцов (либо S_{I} , либо Q_{III}). Наиболее часто отмечалось появление глубокого S_{V5.6} (в 11 случаях). У 10 больных (26 %) имело место уширение QRS - частичная или полная блокада правой ножки пучка Гиса. У 3 больных отмечался подъем сегмента ST, схожий с изменениями при остром инфаркте миокарда. У 2 пациентов отмечались неспецифические нарушения реполяризации. Таким образом, электрокардиографическое исследование остается важным скрининговым методом в диагностике ТЭЛА. Нормальная ЭКГ практически исключает вероятность данного заболевания, но при этом ЭКГ-картина при ТЭЛА не имеет спечифичности. К сожалению, на амбулаторном этапе на признаки острого «легочного сердца» зачастую не обращалось должного внимания. Сопутствующие изменения сегмента ST трактовались как «ишемические». Диагностировалась ишемическая болезнь сердца, особенно когда обращались мужчины старше 45 лет. Доплер-ЭХО-КС позволяла проследить давление в легочной артерии и признаки перегрузки правых отделов сердца (дилатация правых предсердия и

желудочка, трикуспидальная регургитация) в процессе диагностики и лечения ТЭЛА. Из 37 исследованных больных исходная «высокая» легочная гипертензия отмечалась у 16 и «умеренная» - у 19; у двух больных с ТЭ мелких ветвей легочной артерии давление оставалось в «верхних границах» нормы. В среднем исходное АД в легочной артерии составляло 49±12 мм рт.ст. На фоне лечения при проведении повторных исследований отмечалось снижение АД, которое при выписке у 31 пациента равнялось 31±5 мм рт.ст. Несомненно, высокую чувствительность имеет определение Д-димера, хотя специфичность этого теста невелика. «Отрицательный» результат серьезно свидетельствует против диагноза ТЭЛА. В коагулограмме у 23 больных (из 32, остальным исследование по тяжести состояния не проводилось) также определялись положительный этаноловый тест и/или фибриноген В. Стандартная рентгенография грудной клетки не является достаточно специфичным и чувствительным методом в дифференциальной диагностике ТЭЛА. В связи с появлением инфильтративных изменений на рентгеновских снимках 2 больным первоначально установлен диагноз пневмонии. «Золотым» диагностическим стандартом в настоящее время является компьютерная томография органов грудной клетки с йодсодержащим контрастным усилением, которая позволяет проследить наличие тромбов в легочной артерии до субсегментарных ветвей. В представленной группе больных только у двоих не было КТ-признаков ТЭЛА. В свою очередь, у 4 больных с клиническими и рядом других признаков ТЭЛА выявлена другая патология (онкопатология легких – 3, сегментарный ателектаз левого легкого после кардиохирургического вмешательства -1).

При выборе метода лечения решающее значение имело состояние венозных тромбозов, давность заболевания, оценка риска ТЭЛА (высокий или невысокий по классификации Европейского общества кардиологов). Больным с наличием флотирующего тромба в венозной системе проводилась имплантация кава-фильтра в нижнюю полую вену. Таких больных было 14. Системный тромболизис

альтеплазой проведен 6 больным высокого риска без признаков флотации венозных тромбов. Одной пациентке с массивной ТЭЛА были проведены ангиопульмонография и успешный селективный тромболизис. Проводилась противошоковая терапия: инфузия плазмозаменителей, симпатомиметики, кристаллоиды. Проводились ингаляции увлажненного кислорода и симптоматическая терапия инфаркт-пневмонии. Все больные получали терапию прямыми и непрямыми антикоагулянтами: низкомолекулярными гепаринами и варфарином. В процессе лечения 31 больной был выписан с улучшением.

При выписке всем больным рекомендовано профилактическое лечение тромбозов глубоких вен, длительный прием варфарина с поддержанием МНО на уровне 2,0–3,0.

Заключение. Основными клиническими признаками ТЭЛА являются одышка, боли в груди и синкопальные состояния.

По частоте заболеваемости ТЭЛА у мужчин практически не отличалась от таковой у женщин. К факторам риска ТЭЛА у мужчин относятся тяжелая сердечная патология, онкологические заболевания, травмы нижних конечностей.

Своевременная диагностика ТЭЛА и использование тромболитической терапии, им-

плантация кава-фильтров, других методов лечения и профилактика тромбоза глубоких вен позволяет снизить смертность и улучшить прогноз заболевания.

- 1. *Бокарев*, *И.Н.* Венозный тромбоэмболизм: лечение и профилактика / И.Н. Бокарев, Л.В. Попова, Т.Б. Кондратьева // Consilium medicum. 2005. Т. 7, №1.
- 2. *Верткин, А.Л.* Тромбоэмболия легочной артерии / А.Л. Верткин, В.Л. Бараташвили, С.А. Беляева // Consilium medicum. -2006. -T. 8, №12.
- 3. Кириенко, А.И. Профилактика венозных тромбозов и легочных эмболий в хирургической практике. Тромбофилические состояния / А.И. Кириенко // Клиническая фармакология и фармакотерапия. -2005.-T.14, N=4.-C.26-30.
- 4. Тромбоэмболия легочных артерий: диагностика, лечение и профилактика / А.И. Кириенко и др. // Consilium medicum. -2001. -T. 3, №6.
- 5. *Blann*, *A.D.* Venous thromboembolism / A.D. Blann, G.Y. Lip // BMJ. 2006. №28 (332). P. 215–219.
- 6. Cheng, A.S. Instructive ECG series in massive bilateral pulmonary embolism / S.A. Cheng, A. Money-Kyrle // Heart. 2005. №91(7). P. 860–862.
- 7. *Fedullo*, *P.F.* Clinical practice. The evaluation of suspected pulmonary embolism / P.F. Fedullo, V.F. Tapson // Engl. J. Med. 2003. №349 (13). P. 1247–1256.
- 8. *Piazza, G.* Acute pulmonary embolism: part I: epidemiology and diagnosis / G. Piazza, S.Z. Goldhaber // Circulation. 2006. №114 (2). P. 28–32.

PULMONARY EMBOLISM: FEATURES DIAGNOSIS AND TREATMENT IN THE OFFICE OF ACUTE CORONARY SYNDROME

V.A. Razin, A.N. Sapozhnikov, O.V. Mazurova, R.H. Gimaev

Ulyanovsk State University

At present, diagnosis of pulmonary embolism remains a difficult problem. The main clinical symptoms are shortness of breath, chest pain and syncope. Risk factors for pulmonary embolism in men include: severe cardiac disease, cancer, trauma of the lower extremities. Timely diagnosis of pulmonary embolism and the use of thrombolytic therapy, implantation of vena cava filters and other methods of treatment and prophylaxis of deep vein thrombosis can reduce mortality and improve prognosis.

Keywords: pulmonary embolism, deep vein thrombosis, systemic thrombolysis, shortness of breath, chest pain.

УДК 616.831-005.1

ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОСТРОГО ПЕРИОДА ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА

Д.В. Грищук, Ю.А. Колесниченко, Е.В. Сластён, Н.Н. Малькова

Ульяновский государственный университет

Проведенное исследование подчеркнуло ценность данных, полученных при разовых измерениях артериального давления и при проведении суточного мониторирования артериального давления, и их влияние на течение острого периода ишемического инсульта. Описана прогностическая роль параметров суточного мониторирования артериального давления в остром периоде различных подтипов инсульта, что позволяет говорить о гемодинамических особенностях патогенетических вариантов инсульта и группах риска с неблагоприятным прогнозом. Учет данных особенностей позволит улучшить диагностические и лечебные мероприятия.

Ключевые слова: ишемический инсульт, суточный профиль артериального давления.

Введение. Высокая доля в структуре заболеваемости и смертности населения, значительные показатели временных трудовых потерь и первичной инвалидности обусловливают важное медико-социальное значение сосудистых заболеваний головного мозга [1; 4; 5; 10].

Сформированная в конце 90-х годов XX века концепция патогенетической гетерогенности ишемического инсульта предполагает многообразие причин и механизмов развития острого очагового повреждения мозга. При этом общими для всех подтипов инсульта являются лишь финальные стадии деструктивного процесса, в то время как патогенез их различен [2; 4; 5].

Известно, что в остром периоде инсульта наблюдается подъем артериального давления (АД). Это может быть адаптивной реакцией, направленной на увеличение мозгового кровотока в зоне церебральной ишемии и поддержание достаточного уровня перфузионного давления, а снижение АД способно усилить ишемию [7].

В клинической практике повышение АД в остром периоде инсульта по данным разных авторов регистрируется от 75 % до 93 % [6; 11]. Однако если проводится суточное мониторирование артериального давления (СМАД) в первые сутки инсульта, артериальная гипертензия (АГ) обнаруживается

только у 71 % больных. Кроме того, средние значения АД, по данным СМАД, существенно ниже, чем по результатам повторных клинических измерений АД, что свидетельствует о переоценке степени тяжести АГ при клинических измерениях АД в первые дни ишемического инсульта [3].

Значения АД, полученные при СМАД в остром периоде инсульта, ниже по сравнению с разовыми измерениями: по данным В.А. Парфенова и соавт. [3] — на 17 и 14 мм рт.ст., по данным Н.G. Fotherby et al. [8] — на 11 и 9 мм рт.ст., по данным G.Y. Lip et al. [9] — на 12,9 и 4,4 мм рт.ст. соответственно для систолического АД (САД) и диастолического АД (ДАД). В данных работах было показано, что значения СМАД, в отличие от разовых измерений, коррелируют с темпами восстановления неврологического дефицита, однако без детализации патогенетического варианта инсульта.

Роль гемодинамических характеристик АД на протяжении всего острого периода инсульта остается неизученной. Также имеются данные об особенностях гемодинамики при отдельных подтипах инсульта, но при этом отсутствует комплексная оценка профиля АД на протяжении всего острого периода, обусловленного разными патогенетическими механизмами, что обусловливает актуальность нашего исследования.

Цель исследования. Изучить особенности параметров гемодинамики в остром периоде ишемического инсульта и оценить их влияние на краткосрочный прогноз и динамику неврологического дефицита заболевания.

Материалы и методы. Работа основана на результатах обследования 102 больных с ишемическим инсультом подтвержденным компьютерной или методом магнитнорезонансной томографии, находив-шихся на стационарном лечении в неврологическом отделении Центральной клинической медсанчасти муниципального управления здравоохранением г. Ульяновска. Из них 52 - мужчины (51 %), 50 – женщины (49 %). Средний возраст больных - 63,7±11,2 лет. Средний возраст мужчин составил 61,5±12,3 лет, женщин -66,7±8,4 лет.

Определение подтипов инсульта проводили на основании критериев Научного центра неврологии РАМН (2008). В группу недифференцированного инсульта (НДИ) включались пациенты с гемодинамическим и гемореологическим механизмами развития инсульта, а также пациенты с двумя конкурирующими механизмами, при которых выделить ведущий не было возможно.

При поступлении на 5–7-е и на 21-е сутки подробно анализировали неврологический статус, использовали балльную оценку международной шкалы National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS). Для объективизации темпов восстановления неврологического дефицита мы рассчитывали прирост баллов по шкале NIHSS в общем, за весь острый период и в отдельности для интервалов «1–7-е сутки» и «7–21-е сутки». Для оценки возможностей самообслуживания больного на 21-е сутки использовали индекс Бартела (ИБ) и модифицированную шкалу Рэнкина (МШР).

Обследование всех пациентов включало проведение суточного мониторирования артериального давления (СМАД) с помощью носимого монитора ИАДА 03Ул. (Россия). Исследование проводилось у каждого пациента дважды: на 5–7-е и на 21-е сутки. Длительность исследования составляла 27 часов (из которых первые 3 часа исключались из дальнейшего анализа) в условиях двигательного режима, соответствующего тяжести со-

стояния больного, с интервалами между регистрациями 15 минут в период бодрствования и 30 минут в период сна.

При анализе показателей СМАД использовались пять групп индексов, предложенные А.Н. Рогозой и соавт. (2008). Показатели суточного ритма АД оценивались по суточному индексу (СИ). СИ определяется как степень ночной редукции АД в процентном отношении к соответствующему дневному показателю, раздельно для САД, ДАД и среднего АД. По степени ночной редукции АД больные составили группы: dippers (нормальное физиологическое снижение АД в пределах 10–20 %), nondippers (снижение АД 0–10 %), night-peakers (ночное повышение АД), overdippers (снижение АД более 20 %).

Статистическую обработку проводили с прикладных использованием программ Statistica 6.1 и Excel. При нормальном распределении признака результаты описаны в виде среднего значения ± стандартное отклонение (M±SD). При распределении, отличном от нормального, данные представлены как медиана значений и межквартильный интервал [Ме (25 %; 75 %)]. Для проверки гипотезы о различии выборок (групп больных) использовался тест Манна-Уитни. Для выявления связи признаков применялся непараметрический корреляционный анализ по Спирмену. Изменение признака в динамике оценивали по Вилкоксону. При проверке гипотез статистически значимыми результаты считались при достигнутом уровне значимости p < 0.05.

Характеристика больных. На момент поступления пациенты, имевшие легкую степень тяжести, составили 47 % (n=48), имевшие среднюю степень тяжести – 41 % (n=41) и имевшие высокую степень тяжести – 13 % (n=13).

Максимально выраженный неврологический дефицит в первые сутки развития инсульта наблюдался в группе кардиоэмболического инсульта (КЭИ), составив 9,7 (8; 11) балла по шкале NIHSS. Пациенты группы атеротромботического инсульта (АТИ) в дебюте имели наименее выраженный неврологический дефицит – 8,3 (7; 9) балла (p<0,05). Однако к концу острого периода на 20–21-е

сутки пациенты группы АТИ имели наиболее выраженный неврологический дефицит — 6,3 (5; 6,5) балла. Темп восстановления неврологического дефицита в группах КЭИ и лакунарного инсульта (ЛИ) статистически значимо превышал аналогичный показатель группы АТИ (р<0,05). Общий прирост баллов неврологического дефицита по шкале NIHSS составил: 4,6 (3; 6) балла в группе КЭИ; 2,0 (1; 3) балла в группе АТИ; 4,4 (3; 6) балла в группе ЛИ; 3,8 (3; 4) балла в группе НДИ.

Из заболеваний сердца стенокардия напряжения встречалась у 16 % (n=16) пациентов. Мерцательная аритмия диагностирована у 14 больных (14 %). Пароксизмальная мерцательная аритмия диагностирована у 2 из 6 мужчин и у 6 из 8 женщин (p=0,001).

АГ была выявлена у 89 % (n=90) больных. Среди мужчин 19 % (n=8) принимали антигипертензивные препараты постоянно, среди женщин постоянно принимали препараты 36 % (n=14) больных. Наиболее часто употребляемыми антигипертензивными препаратами были ингибиторы АПФ. Их принимали 93 % больных.

Результаты и обсуждение. Повышение АД было отмечено в дебюте развития при всех подтипах инсульта. Среднее значение САД в дебюте инсульта составило 171 (150; 190) мм рт.ст., ДАД 96 (80; 100) мм рт.ст.

Пациенты с ЛИ имели максимальную степень повышения АД: 180 (160; 200) и 98,8 (80; 110) мм рт.ст. Снижение АД в остром периоде инсульта до уровня, к которому был адаптирован больной до инсульта, происходило на 7±2-е сутки при КЭИ, на 4 ± 1 -е сутки – при АТИ, на 3 ± 1 -е сутки – при ЛИ и НДИ. Снижение уровня АД происходило как при проведении антигипертензивной терапии, так и без нее. Уровень САД приходил в норму на 5-7-е сутки инсульта при всех подтипах. Уровень АД в дебюте инсульта прямо коррелировал с уровнем АД, к которому был адаптирован пациент до инсульта (r=0,5; p=0,0002 для САД и r=0,4; p=0,006 дляДАД).

Уровень АД в дебюте инсульта оказывал влияние на краткосрочный прогноз и динамику восстановления неврологического дефицита (рис. 1).

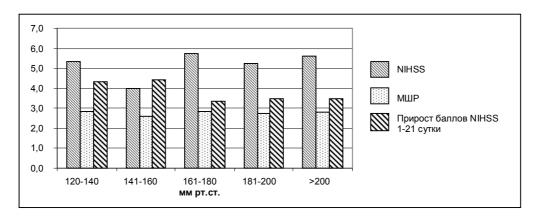


Рис. 1. Исход острого периода инсульта на 21-е сутки в зависимости от уровня САД в дебюте

Из представленных данных видно, что минимально выраженный неврологический дефицит на 21-е сутки и максимальный прирост баллов показали пациенты с уровнем САД 141–160 мм рт.ст. в дебюте. По количеству баллов МШР группы значимо не отличались. Минимально выраженный неврологический дефицит к 21-м суткам и максимальный прирост баллов в течение острого периода имели пациенты с уровнем ДАД в дебюте инсульта 91–100 мм рт.ст.

В нашей работе на 5–7-е сутки данные СМАД были ниже на 7 и 4 мм рт.ст. по сравнению с данными разовых измерений, что имело статистическую значимость (p<0,05); на 21-е сутки разница уменьшилась до 6 и 3 мм рт.ст. для систолического и диастолического АД соответственно и утрачивала статистическую значимость.

Нами были проанализированы данные СМАД пациентов с основными подтипами инсульта на протяжении острого периода (табл. 1).

| параметры с | редних значений (| Сміжд при различ | ных подтипах и | нсульта |
|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------|
| Параметр СМАД | Подтип ишемического инсульта | | | |
| параметр Смид | КЭИ (n=27) | АТИ (n=23) | ЛИ (n=29) | НДИ (n=21) |
| | 5–7-е сутки | | | |
| Среднее САД за сутки | 119 (107; 131)* | 131 (112; 148)# | 123 (103; 134) | 121 (104; 138) |
| Среднее ДАД за сутки | 78 (74; 82) | 84 (66; 102)■ | 74 (71; 84)* | 81 (72; 95) |
| ИВ гипертензии САД за сутки | 30 (6; 53) | 47 (8; 80) | 29 (5; 53) | 28 (0; 49) |
| ИВ гипертензии ДАД за сутки | 31 (6; 43) | 48 (5; 93)■ | 22 (3; 47)* | 26 (5; 21) |
| ИВ гипертензии САД «ночь» | 54 (13; 86) | 54 (9; 97)∎ | 31 (8; 87)* | 37 (3; 90) |
| ИП гипертензии САД «ночь» | 9387 (490; 14689) | 13545 (4578; 17935) ■ | 7394 (549; 15295)* | 8030 (0; 11240) |
| | | 21-е су | тки | |
| Среднее САД за сутки | 120 (110; 140) | 127 (109; 139) | 118 (112; 139) | 124 (107; 138) |
| Среднее ДАД за сутки | 77 (71; 80) | 81 (66; 96) | 75 (70; 83) | 81 (73; 87) |
| ИВ гипертензии САД за сутки | 28 (8; 56) | 41 (11; 67) | 24 (6; 62) | 37 (8; 69) |
| ИВ гипертензии ДАД за сутки | 26 (8; 49) | 43 (3; 87) | 22 (4; 48) | 41 (5; 58) |
| ИВ гипертензии САД «ночь» | 38 (8,5; 91) | 50 (9; 93) | 31 (12; 56) | 53 (24; 96) |

Таблица 1 Параметры средних значений СМАД при различных подтипах инсульта

Примечание. # – p<0,05 при сравнении с группой КЭИ,

«ночь»

При АТИ средние значения АД были максимальными, значимо превышая по САД группу КЭИ, по ДАД – группу ЛИ на 5–7-е сутки (р<0,05). В общей группе, без детализации на подтипы, уровень АД составил 123 (102; 139) и 79 (72; 85) мм рт.ст. К 21-м суткам только при ЛИ происходило статистически значимое снижение уровня САД (р<0,05). На 21-е сутки группы значимо не отличались по средним значениям АД.

Показатели нагрузки давлением были повышены, особенно в ночное время. Максимально выраженную нагрузку давлением имели пациенты группы АТИ. На 5–7-е сутки индекс времени (ИВ) и индекс площади (ИП) гипертензии при АТИ превышал группу ЛИ (р<0,05). При всех подтипах наблюдалось статистически незначимое уменьшение параметров нагрузки давлением в процессе течения острого периода инсульта.

В общей выборке без детализации на подтипы уровень САД на 5-7-е и на 21-е сутки имел отрицательную умеренную корреляционную связь с выраженностью неврологического дефицита в баллах шкалы NIHSS (r=-0.3; p=0.01 на 5-7-е сутки, и <math>r=-0.3;р=0,002 на 21-е сутки). Данная закономерность была наиболее выражена при ЛИ (r=-0.6; p=0.003). Уровень ДАД значимо не влиял на динамику неврологического дефицита. Исключение составили пациенты с КЭИ. В данной группе увеличение уровня АД и показателей нагрузки давлением коррелировало с более выраженным неврологическим дефицитом на 5-7-е сутки (r=0,5; р=0,003 для среднего ДАД за сутки, r=0,5; р=0,003 для ИП гипертензии САД). В литературе описана особенность пациентов с кардиоэмболическим инсультом, для которых независимым предиктором углубления нев-

^{* -} p<0,05 при сравнении с группой АТИ,

^{■ -} p<0,05 при сравнении с группой ЛИ.

рологического дефицита было нарастание САД, начиная с 12-го часа по 36 час от момента поступления, в отличие от пациентов с другими подтипами инсульта [12].

На 5–7-е сутки 77 % (n=78) больных имели повышенную вариабельность АД (STD). К 21-м суткам количество пациентов с повышенной вариабельностью уменьшалось, составив 68 % (n=69). Вариабельность САД на 5–7-е сутки была повышена при всех подтипах во все временные интервалы, имея максимальные значения в ночное время при КЭИ 17,0 (10; 24) и АТИ 15,5 (14; 18). Вариабельность ДАД в остром периоде инсульта была в норме. К 21-м суткам при всех подтипах происходило снижение вариабельности, для группы АТИ имевшее статистическую значимость (p<0,01).

Увеличение вариабельности АД на 5–7-е сутки умеренно коррелировало с более глубоким неврологическим дефицитом (r=0,2; p=0,015 для STD САД «ночь» и r=0,3; p=0,001 для STD АД ср. «ночь») и худшим темпом его восстановления (r= -0,2; p=0,024 для STD АД ср. «ночь»). В группах инсульта была выявлена наибольшая прогностическая ценность повышенных значений вариабельности при АТИ (r= -0,5 для STD ДАД «день» на 5–7-е сутки и r= -0,5 для STD ДАД «день» на 21-е сутки).

Эпизоды гипотензии выявлялись при всех подтипах в равной степени. ИВ гипотензии имел нормальные значения в дневное время, составив 4,0 (0; 8) на 5-7-е сутки и 2,5 (0; 4) – на 21-е сутки для САД, и пограничные – в ночное время 18 (0; 38), достигая 22,3 (0; 38) при ЛИ на 5-7-е сутки. Течение острого периода характеризовалось уменьшением выраженности артериальной гипотензии, имевшее статистическую значимость при КЭИ (ИВ гипотензии 20,0 (0; 27) на 5-7-е сутки и 13,8 (0; 16) на 21-е сутки) и ЛИ (22,3 (0; 38) на 5-7-е сутки и 7,2 (0; 15) – на 21-е сутки) в ночное время. При АТИ выраженность гипотензии не уменьшалась на протяжении острого периода, составив 16,3 (0; 23) на 5-7-е сутки и 17,7 (0; 26) на 21-е сутки для ИВ САД в ночное время.

В общей выборке без разбивки на подтипы инсульта наблюдалась прямая статисти-

чески значимая корреляционная связь между индексами гипотензии и количеством баллов по шкале NIHSS (r=0,3; p=0,002 для ИВ гипотензии САД за сутки, r=0,4; p=0,0003 для ИП гипотензии САД за сутки). Наибольшую выраженность данная взаимосвязь имела при АТИ (r=0,4, p=0,04; r=0,5, p=0,017 для ИП гипотензии САД за сутки на 5-7-е и на 21-е сутки соответственно; r=0,5, p=0,021 для ИВ гипотензии ДАД за ночь). При ЛИ значимые корреляционные связи между ростом артериальной гипотензии и выраженностью неврологического дефицита наблюдались только на 5-7-е сутки, имея максимальную значимость для ИП гипотензии САД за сутки (r=0,7; p=0,0008).

Суточный профиль АД характеризовался недостаточным снижением АД на протяжении всего острого периода. Без детализации на подтипы инсульта СИ САД составил 4,5 (–3; 15). Группа КЭИ характеризовалась ночной систолической гипертензией. На 5–7-е сутки СИ составил –0,4 (–8; 8). При ЛИ регистрировалось максимальное снижение АД в ночное время, СИ составил 7,4 (–1; 18). К концу острого периода при КЭИ и ЛИ недостаточность ночного снижения АД несколько редуцировалась. При АТИ и НДИ, наоборот, степень ночного снижения АД уменьшалась.

В общей выборке значимых корреляционных взаимосвязей степени ночного снижения АД и неврологического дефицита не выявлено. В группах инсульта наблюдалась разнонаправленная зависимость. При КЭИ (r=-0,5; p=0,005) и ЛИ (r=0,5; p=0,003) увеличение СИ коррелировало с менее выраженным неврологическим дефицитом на 5–7-е сутки. При АТИ увеличение СИ, наоборот, характеризовалось худшими темпами восстановления неврологического дефицита (r=-0,5; p=0,012).

В остром периоде инсульта большинство больных имели нарушенный суточный профиль АД. На 5–7-е сутки группа dippers составила 28 %, на 21-е сутки – 30 %. Наибольшее количество пациентов с сохранным суточным ритмом АД было при ЛИ (40 % на 5–7-е сутки и 46 % – на 21-е сутки). Наибольшее количество пациентов с нарушенным суточным профилем АД регистрирова-

лось при КЭИ (85 % на 5–7-е сутки и 83 % – на 21-е сутки). Пациенты групп non-dippers и night-peakers встречались с сопоставимой частотой при всех подтипах инсульта. Группа over-dippers была представлена четырьмя пациентами с АТИ на 5–7-е сутки, на 21-е сутки чрезмерное ночное снижение АД регистрировалось у одного пациента с КЭИ и у двух – с ЛИ. Процесс течения острого периода всех подтипов инсульта характеризовался увеличением группы non-dippers в основном за счет уменьшения группы night-peakers.

В результате проведенного нами анализа особенностей гемодинамики каждого из подтипов инсульта на протяжении всего острого периода как при разовых измерениях АД, так и при динамическом проведении СМАД были сделаны следующие выводы.

Выводы

- 1. Максимальное повышение артериального давления регистрируется в дебюте лакунарного инсульта. Независимо от подтипа инсульта снижение артериального давления происходит на 5–7-е сутки заболевания. Лучшую динамику восстановления неврологического дефицита и возможность самообслуживания к концу острого периода имеют пациенты с уровнем артериального давления в дебюте 141–160 и 91–100 мм рт.ст.
- 2. Максимальное повышение артериального давления, по данным суточного мониторирования, имеют пациенты с атеротромботическим инсультом. Показатели нагрузки давлением повышены при всех подтипах, особенно в ночное время. Увеличение уровня артериального давления и показателей нагрузки давлением коррелирует с лучшим восстановлением неврологического дефицита, что наиболее выражено при лакунарном инсульте (г=0,7).
- 3. В остром периоде инсульта повышенная вариабельность артериального давления и умеренно выраженные эпизоды артериальной гипотензии имеют тенденцию к нормализации. Атеротромботический инсульт отличается наиболее значимым снижением вариабельности артериального давления, но сохранением эпизодов артериальной гипотензии. Повышенные значения вариабельности и эпизоды гипотензии отрицательно ска-

зываются на восстановлении неврологического дефицита, имея максимальную прогностическую роль при атеротромботическом и лакунарном инсультах.

- 4. Ночное снижение артериального давления является недостаточным на протяжении всего острого периода. Нормальное ночное снижение артериального давления имели 40 % и 46 % больных группы лакунарного инсульта и 15 % и 17 % больных группы кардиоэмболического инсульта соответственно на 5–7-е и на 21-е сутки. Увеличение степени ночного снижения артериального давления при кардиоэмболическом и лакунарном инсультах является благоприятным фактором, а для атеротромботического ассоциировано с худшими темпами восстановления неврологического дефицита.
- 1. *Верещагин, Н.В.* Инсульт. Принципы диагностики, лечения и профилактики / Н.В. Верещагин, М.А. Пирадов, З.А. Суслина. М. : Интермедтехника, 2002. 208 с.
- 2. Парфенов, В.А. Артериальная гипертония и гипотензивная терапия при ишемическом инсульте / В.А. Парфенов, Н.В. Вахнина // Неврологический журн. 2001. №4. С. 19–22.
- 3. Суслина, З.А. Артериальная гипертония, сосудистая патология головного мозга и антигипертензивное лечение / З.А. Суслина, Л.А. Гераскина, А.В. Фонякин. М.: Медиаграфикс, 2006. С. 200.
- 4. *Суслина*, 3.А. Сосудистые заболевания головного мозга / 3.А. Суслина, Ю.Я. Варакин, Н.В. Верещагин. М.: МЕДпресс-информ, 2006. С. 254.
- 5. Эпидемиологические аспекты профилактики инсульта / Ю.Я. Варакин и др. // Журн. неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова. Инсульт. Прил. к журн., тез. докл. 2003. Вып. 9. С. 112–113.
- 6. *Britton, M.* Blood pressure course in patients with acute stroke and matched controls / M. Britton, A. Carlsson, U. De Faire // Stroke. 1986. №17. P. 861–864.
- 7. Eames, P.J. Dynamic cerebral autoregulation and beat to beat blood pressure control are impaired in acute ischaemic stroke / P.J. Eames, M.J. Blake, S.L. Dawson // J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry. − 2002. − №72. − P. 467–472.
- 8. *Fotherby, H.G.* The changes in blood pressure after acute stroke: abolishing the 'white coat effect' with 24-h ambulatory monitoring / H.G. Fotherby, B.J. Panayiotou, C.M. Castleden // J. Intern. Med. 1994. Vol. 235, №4. P. 343–346.

- 9. *Lip, G.Y.* Ambulatory blood pressure monitoring in acute stroke: the West Birmingham Stroke Project / G.Y. Lip, J. Zarifis, S. Farooqi // Stroke. 1997. №28. P. 31–35.
- 10. *Ohira, T.* Risk Factors for Ischemic Stroke Subtypes. The Atherosclerosis Risk in Communities Study / E. Shahar, L.E. Chambless, W.D. Rosamond // Stroke. 2006. №37. P. 2493–2498.
- 11. Wallace, J.D. Blood pressure after stroke / J.D. Wallace, L.L. Levy // JAMA. 1981. N246. P. 2177–2180.
- 12. *Toyoda, K.* Acute Blood Pressure Levels and Neurological Deterioration in Different Subtypes of Ischemic Stroke / K. Toyoda, S. Fujimoto, M. Kamouchi // Stroke. 2009. №40. P. 2585–2588.

HEMODYNAMIC PARAMETERS OF ACUTE ISCHEMIC STROKE

D.V. Grischuk, Y.A. Kolesnichenko, E.V. Slasten, N.N. Malkova

Ulyanovsk State University

The study highlighted the value of the data obtained by single measurements of blood pressure and during the daily monitoring of blood pressure, and their influence on the acute period of ischemic stroke. Described the prognostic role of the parameters of the daily blood pressure monitoring in different subtypes acute stroke, we can say that about the hemodynamic characteristics of pathogenic variants and risk groups with poor prognosis. Accounting for these features will improve the diagnostic and therapeutic measures.

Keywords: ischemic stroke, the daily profile of blood pressure.

УДК 616-06:616-005.4:616-037

ФЕНОМЕН КОМОРБИДНОСТИ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА И ХОЛЕЛИТИАЗА

М.В. Марковцева

Ульяновский государственный университет

В статье представлены результаты исследования особенностей клинического течения ишемической болезни сердца (ИБС) и структурно-функциональных изменений миокарда у больных с холелитиазом. Полученные данные рассматриваются с точки зрения универсальных патогенетических механизмов развития коморбидного течения ИБС и заболеваний пищеварительной системы.

Ключевые слова: коморбидность, ишемическая болезнь сердца, заболевания пищеварительной системы, эндогенная интоксикация, дисфункция эндотелия.

Введение. Коморбидность – от лат. со – «вместе», morbus – «болезнь» – сосуществование двух и/или более синдромов или заболеваний у одного пациента [31]. Формирующие коморбидность состояния могут быть патогенетически взаимосвязаны между собой либо только совпадать во времени. Однако коморбидность всегда представляет собой новую клиническую ситуацию, диктующую необходимость применения особой диагностической и лечебной тактики.

Рост заболеваемости ишемической болезнью сердца (ИБС) как в России, так и во всем мире является общепризнанным фактом, однако к современным тенденциям можно отнести частое сочетание этой коронарной патологии с заболеваниями органов пищеварительной системы. Так, по результатам исследований авторов, занимающихся этой проблематикой, наиболее часто ИБС сочетается с гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью (ГЭРБ), хеликобактериазом, язвенной болезнью, патологией билиарного тракта, хронической абдоминальной ишемией с интравазальными стенозами и др. [2; 7; 8; 14; 15; 18; 23]. Рядом авторов высказана идея о значении заболеваний желудочнокишечного тракта в качестве фактора риска развития ИБС [11; 24]. Все это свидетельствует о высокой актуальности проблемы коморбидности ИБС и заболеваний органов пищеварительной системы в современной медицине.

Патология билиарного тракта стоит третьей по частоте встречаемости в комбинации с ИБС после ГЭРБ и язвенных поражений желудка и двенадцатиперстной кишки. В среднем количество больных, имеющих фоновое течение заболеваний желчного пузыря, составляет около 20 % [10; 20]. По результатам ряда авторов, сопутствующая билиарная патология — желчнокаменная болезнь (ЖКБ), хронический бескаменный холецистит, различные нарушения моторной функции желчного пузыря — способны являться факторами риска развития ИБС [21; 24].

Цель исследования. Изучение особенностей клинического течения ИБС и структурно-функциональных параметров миокарда у больных с фоновым течением холелитиаза.

Материалы и методы. Для изучения коморбидного течения ИБС и холелитиаза под наблюдение было взято 90 больных (45 мужчин и 45 женщин), у которых наряду с ИБС и стабильной стенокардией напряжения (СтН) 2–3 функционального класса (ФК) была диагностирована ЖКБ в фазе ремиссии (І группа). Для сравнения была подобрана группа из 90 больных ИБС и СтН 2-3 ФК без сопутствующей билиарной патологии (II группа). В исследование включались пациенты со стабильной стенокардией напряжения и безболевой ишемией миокарда (ББИМ), без перенесенного инфаркта миокарда и оперативных вмешательств на сердце в анамнезе. Длительность ИБС во всех группах не превышала 5 лет. Помимо стандартных клинических исследований у всех больных проводились расчет индекса массы тела (ИМТ) по Кеттле (норма≤24кг\м²), коэффициента дислипопротеидемии сыворотки крови (КД) (норма≤2,5), суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру, допплерэхокардиоскопия (ДЭхоКС) с определением массы миокарда левого желудочка (ММЛЖ) по Devereux и Reichek (Penn), индекса массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ), относительной толщины стенок (ОТС) ЛЖ. Диагноз «ЖКБ» ставился на основании ультразвукового исследования органов брюшной полости. Статистический анализ данных проводился на персональном компьютере с использованием пакета программ Statistica 6,0. Значения представлены в виде М±m, где M - среднее арифметическое значение признака, т стандартная ошибка среднего квадратичного отклонения. При правильном типе распределения для сравнения групп применялся t test, а при неправильном типе - тест МаннаУитни. Корреляционный анализ проводился по Пирсону. Отношение шансов (ОШ), их 95 %-й доверительный интервал (ДИ) определяли по методике четырехпольной матрицы. При p<0,05 исследования считались статистически достоверными.

Результаты и обсуждение. Клиническая характеристика обследованных больных представлена в табл. 1. Как видно, возраст пациентов с сочетанной патологией был меньше, чем в группе с изолированной ИБС. Следует подчеркнуть, что полученные нами возрастно-половые характеристики в группах исследования подтверждаются данными литературы. Ранее было установлено, что средний возраст женщин, страдающих ИБС, старше, чем у мужчин, благодаря протективному воздействию эстрогенов, наблюдаемому в репродуктивный период [26]. Внутри групп исследуемых больных средний возраст женщин аналогично преобладает над таковым у мужчин.

Таблица $\it I$ Клинические характеристики исследованного контингента больных (M \pm m)

| Показатель | Группа I (ИБС + ЖКБ) n=90 | Группа II (ИБС) n=90 |
|---|---|---|
| Средний возраст, лет Мужчины (n=45) Женщины (n=45) | 56,1±6,1* 54,8±5,7** 57,33±6,5 | 59,3±5,1 56,6±5,8** 61,9±4,4 |
| ИМТ, кг/м² Избыточная масса тела (25–30 кг/м²) Ожирение 1 ст. (30–35 кг/м²) Ожирение 2 ст. (35–40 кг/м²) Ожирение 3 ст. (>40 кг/м²) | 31,8±4,4* 18 (20 %)* 42 (46,7 %) 16 (17,8 %)* 4 (4,4 %) | 28,1±4,9 29 (32,2 %) 54 (60 %) 7 (7,8 %) |
| Холестерин общий, ммоль/л | 6,2±1,1* | 5,5±1,1 |
| ЛПНП, ммоль/л | 4,2±0,8 | 4,3±0,7 |
| ЛПВП, ммоль/л | 1,0±0,4 | 1,1±0,4 |
| Триглицериды ммоль/л | 2,6±0,3* | 2,1±0,2 |
| кд | 4,7±1,1* | 4,0±1,1 |
| Дислипидемия IIa типа | 55 (61,1 %) | 48 (53,3 %) |
| Дислипидемия IIb типа | 25 (29,9 %) | 34 (37,8 %) |
| Дислипидемия IV типа | 8 (8,9 %) | 10 (11,1 %) |

Примечание. * – p<0,05 по сравнению с группой с изолированной ИБС;

^{** -} р<0,05 по сравнению с соответствующей группой женщин.

Несмотря на тот факт, что, по сравнению с больными изолированной ИБС, пациенты с сочетанной патологией имеют более молодой возраст, они чаще страдают избыточной массой тела и ожирением 2 степени, что сочетается у них с более высокими показателями коэффициента дислипопротеидемии сыворотки (p=0,006).

При анализе различных вариантов дислипидемии по Фредриксону не было получено достоверно значимых различий по встречаемости тех или иных типов: среди всех больных преобладала дислипидемия Па и Пр типа. Полученные результаты согласуются с данными исследователей, ранее изучавших особенности липидного обмена у больных ЖКБ [3]. Все выявленные типы дислипидемии, как известно, отличаются высокой атерогенностью.

Анализ результатов клинического течения ИБС у больных основной группы, представленный в табл. 2, свидетельствует о том, что пациенты с коморбидным течением заболеваний имеют более тяжелые клинические проявления кардиальной патологии по сравнению с пациентами с изолированным течением ИБС. Последнее выражается в достоверно большем в этой группе количестве пациентов с СтН III ФК (ОШ – 3,14±0,36; 95 % ДИ 1,53-6,44) (p=0,01), ростом количества больных с ББИМ (ОШ - 3,03±0,31; 95 % ДИ 1,64-5,61 (p<0,05)), предсердной экстрасистолией (ОШ - 2,15±0,30; 95 % ДИ 1,18-3,91 (р<0,05)) и желудочковой экстрасистолией $(OШ - 3,11\pm0,32; 95 \% ДИ 1,66-5,8 (p<0,05)).$

Таблица 2 Особенности клинического течения ИБС у больных в условиях коморбидности с холелитиазом (М±m)

| Признак | Группа I (ИБС + ЖКБ) n=90 | Группа II (ИБС) n=90 | р І, ІІ |
|---|---|---|------------------------|
| СтН ІІ ФК | 14 (15,6 %) | 33 (36,7 %) | 0,001 |
| СтН III ФК | 76 (84,4 %) | 57 (63,3 %) | 0,01 |
| ББИМ | 52 (57,8 %) | 28 (31,1 %) | 0,001 |
| Предсердная экстрасистолия | 53 (58,9 %) | 36 (40 %) | 0,003 |
| Желудочковая экстрасистолия | 49 (54,4 %) | 25 (27,8 %) | 0,0003 |
| ХСН 1 ст., І ФК | 29 (32,2 %) | 60 (66,7 %) | 0,003 |
| ХСН 2А ст., ІІ ФК | 58 (64,4 %) | 30(33,3 %) | 0,002 |
| ХСН 2Б ст., III ФК | 3 (3,3 %) | _ | _ |
| Зубец Т V1-V6, мм | 2,83±0,78 | 3,21±0,62 | 0,001 |
| Интервал Q-T, мс | 0,42±0,02 | 0,4±0,02 | >0,05 |
| Инвалидность, всего больных 2 гр. 3 гр. | 36 (40 %) 14 (15,6 %) 22 (24,4 %) | 25 (27,8 %) 3 (3,3 %) 22 (24,4 %) | 0,03 0,002 >0,05 |

Большое значение в диагностике поражения миокарда, нарушения ритма сердца имеет ЭКГ. Анализ показателей ЭКГ и, в частности, амплитуды зубца Т в 6 грудных отведениях отражает процесс реполяризации миокарда при коронарогенных и некоронарогенных изменениях в миокарде различного генеза [9; 13]. У пациентов с коморбидным

течением ИБС и ЖКБ наблюдается статистически достоверное снижение этого параметра. Нарушения на ЭКГ в фазе реполяризации могут быть следствием как ИБС, так и дисметаболических нарушений в миокарде.

Анализ результатов ДЭхоКС-иследования выявил достоверные различия по параметрам толщины межжелудочковой перего-

родки и задней стенки левого желудочка в диастолу (dМЖП и d3СЛЖ), которые составили у пациентов с коморбидным течением ИБС и ЖКБ 1,3±0,2 см и расценивались как гипертрофированные (р=0,041 и р=0,037 соответственно). В группе сравнения эти параметры не отличались от нормальных значений. Расчетные показатели ОТС ЛЖ, ММЛЖ и ИММЛЖ (Penn) в группе исследования также отличались высокими значениями, превышающими аналогичные параметры группы сравнения. Так, ОТС в основной группе составила 0,49±0,07 против 0,44±0,1 в группе сравнения (р=0,002), ММЛЖ -257,0±76,4 против 196,6±44,7 (р=0,006), а ИММЛЖ - 128,1±41,2 против 110,0±25,4 (p=0.003).

Учитывая, что в группе с изолированной ИБС размеры d3СЛЖ и dMЖП оставались в пределах нормы, можно предположить, что появление гипертрофии d3СЛЖ и dMЖП и, как следствие, увеличение ОТС, ММЛЖ и ИММЛЖ у пациентов с ИБС и ЖКБ связано именно с коморбидным течением холелитиаза. При проведении корреляционного анализа влияние ЖКБ на миокард было также подтверждено наличием линейных связей средней степени между длительностью билиарной патологии и следующими параметрами: d3СЛЖ (r=0,58, p=0,02), dMЖП (r=0,57, p=0,02), OTС (r=0,68, p=0,01), ИММЛЖ (r=0,71, p=0,02).

До последнего времени проблема коморбидности ИБС и того или иного заболевания пищеварительной системы рассматривалась с локальных позиций взаимодействия двух конкретных патологий. В основе патогенеза имеющегося коморбидного феномена выделялись общие факторы риска двух заболеваний, исследовался текущий дисбаланс между симпатическим и парасимпатическим отделами нервной системы. Нередко в основу сочетанного течения ИБС и того или иного заболевания пищеварительной системы полагались специфические дислипидемические процессы, характерные для обоих состояний [6; 16]. Таким образом, возникновение коморибдности ИБС и заболевания пищеварительной системы интерпретировалось в непосредственной прямой связи двух установленных состояний. Тем не менее на современном этапе развития предприняты попытки рассмотрения состояния сочетанного течения ИБС и той или иной патологии пищеварительной системы с точки зрения универсальных процессов [1; 4; 11; 34].

Коронарная недостаточность, или ИБС, в подавляющем большинстве случаев связана с атеросклеротическим повреждением артериальной сети миокарда, тогда как в основе самого этого процесса лежит дисфункция эндотелия. Эндотелиальная дисфункция сопровождается патологическим изменением продукции в эндотелии биологически активных веществ, что приводит к нарушению тонуса сосудистой стенки, патологическому спазму либо дилятации, и повышением проницаемости сосуда [4; 30; 32]. Эти процессы полагаются в основу формирования атеросклероза в артериях любого калибра [27; 28; 33].

Однако дисфункция эндотелия возникает не спонтанно, и в качестве одной из ведущих причин формирования этой патологии выдвигается эндотоксиновая агрессия. Сам термин «эндотоксинемии» подразумевает под собой перманентное высвобождение продуктов патологического катаболизма и деструкции клеточных элементов в кровь с последующим негативным воздействием на эндотелий [12]. При адекватном функционировании антиэндотоксиновых механизмов, к которым прежде всего относят работу рэтикулоэндотелиальной системы печени, гепатоцитов и липопротеидов высокой плотности, эндотоксинемия является физиологическим элементом работы всего каскада биохимических реакций в организме. При срыве мехаантиэндотоксинового иммунитета низмов возникает персистирующая эндотоксинемия, оказывающая прямое повреждающее действие на эндотелиоциты, что ведет к развитию атеросклероза артерий [1; 33].

Среди наиболее частых причин формирования эндотоксинемии, повреждающей эндотелий, выделяют такие заболевания пищеварительной системы, как ГЭРБ [20], язвенная болезнь желудка [17], дисбиоз желудочно-кишечного тракта, гепатоз, холестероз желчного пузыря, ЖКБ и даже перенесенный перитонит [19].

Эндогенная интоксикация при ЖКБ выражена значительно. Это обусловлено воздействием холестаза различной степени выраженности, дисбиозом кишечника и др. Длительное воздействие на сердечную мышцу ферментов, медиаторов и биологически активных соединений, сопровождающих патологию билиарной системы, вызывает дисфункцию эндотелия и, как следствие, нарушение метаболизма миокарда, дистрофические процессы в сердечной мышце [5; 33; 34]. Указанные эффекты реализуются при активном взаимодействии лимфатических сосудов верхней поверхности печени, желчного пузыря и сердца, имеющих сообщения на уровне нижних и верхних диафрагмальных лимфатических узлов. Таким образом, негативное воздействие при холелитиазе испытывают на себе преимущественно левые отделы сердца, в частности левый желудочек. Увеличение размеров d3CЛЖ и dМЖП, а также рост показателей ОТС ЛЖ, ММЛЖ (Penn) и ИММЛЖ, установленные в ходе нашего исследования, могут служить подтверждением этому. Более тяжелые клинические характеристики пациентов с коморбидной патологией ИБС и холелитиаза могут также быть интерпретированы в рамках полученных структурно-функциональных изменений миокарда.

Заключение. Проведенное исследование выявило, что у больных ИБС и холелитиазом имеются патологические структурно-функциональные параметры миокарда, некоторые из которых имеют линейные связи средней и слабой степени с длительностью холелитиаза. Зафиксированные изменения сочетаются у больных ИБС и ЖКБ с более тяжелой клинической картиной кардиальной патологии. Полагая в основу проблемы коморбидности ИБС и ЖКБ универсальные патогенетические механизмы, связанные с эндотоксинемией и возникновением эндотелиальной дисфункции, становится возможным понимание патогенеза полученных негативных характеристик исследуемых больных.

- 2. Биохимические аспекты эндотоксикоза / Р.Е. Киселева и др. Саранск : Изд-во Мордовского ун-та, 2002. 103 с.
- 3. Бороденко, Е.В. Анализ нарушений липидного профиля у больных ЖКБ / Е.В. Бороденко // Аспирантский вестн. Поволжья. 2009. N_2 —4. С. 158—161.
- 4. *Бувальцев, В.И.* Дисфункция эндотелия как новая концепция профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний / В.И. Бувальцев // Международный мед. журн. 2001. N = 3. С. 202-209.
- 5. Ветшев, П.С. Холкцистокардиальный синдром в клинической практике / П.С. Ветшев, П.В. Сулимов, П.В. Ногтев // Клинические перспективы гастроэнтерологии, гепатологии. 2004. N = 6. C. 15 19.
- 6. Влияние патологии желчевыводящих путей на риск развития ишемической болезни сердца / А.М. Шилов и др. // Русский мед. журн. 2008. T. 16, №25. C. 1695–1698.
- 7. *Григорьева, И.Н.* Липидный обмен и желчнокаменная болезнь / И.Н. Григорьева, Ю.П. Никитин. Новосибирск : Мегаграфикс, 2005. 176 с.
- 8. Диагностика и лечение стабильной стенокардии. Российские рекомендации. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2008. – 7(6). – Прил. 4.
- 9. Дисфункция эндотелия при липидном дистресс-синдроме и дисметаболических последствиях перитонита / В.С. Савельев и др. // Русский мед. журн. 2009. Т. 17. №14. С. 881–891.
- 10. Звенигородская, Л.А. Особенности течения гастроэзофагеальной рефлюксной болезни у пожилых больных с сопутствующей ишемической болезнью сердца / Л.А. Звенигородская, Ю.В. Таранченко // Терапевтический архив. 2006. Т. 78, №2. С. 42–46.
- 11. Зверева, С.И. Распространенность и особенности сочетанного течения гастроэзофагеальной рефлюксной болезни и ишемической болезни сердца / С.И. Зверева, Е.Ю. Еремина, Е.А. Рябова // Мед. альманах. 2011. №2(15). С. 103–106.
- 12. Иванов, Н.Г. Изменения системной и внутрисердечной гемодинамики у пациентов с хронической сердечной недостаточностью и миокардиодистрофиями различного происхождения / Н.Г. Иванов, О.Н. Крипак // Вестн. Российской военно-мед. акад. XI Всероссийская НПК «Актуальные вопросы клиники, диагностики и лечения больных в многопрофильном лечебном учреждении». Материалы конф. СПб., 2009.— №2. Прил. С. 175.
- 13. *Иванченкова, Р.А.* Хронические заболевания желчевыводящих путей / Р.А. Иванченкова. М.: Атмосфера, 2006. 416 с.
- 14. *Игнатьева, Т.П.* Заболевания желудочнокишечного тракта как фактор риска развития ишемической болезни сердца / Т.П. Игнатьева, Л.С. Тувалева, О.А. Курамшина // Эксперимен-

^{1.} Апполонин, А.В. Эндотоксинсвязывающие системы крови / А.В. Апполонин, М.Ю. Яковлев, В.М. Рудик // Журн. микробиологии. — 1990. — N11. — С. 45.

- тальная и клиническая гастроэнтерология. $2004. N \underline{0}1. C. 122.$
- 15. Биохимические аспекты эндотоксикоза / Р.Е. Киселева и др. Саранск : Изд-во Мордовского ун-та, 2002. 103 с.
- 16. Клинико-патогенетические варианты течения хронической абдоминальной ишемии / С.А. Белякин и др. // Вестн. Российской военномед. акад. 2011. 2(34). С. 23–26.
- 17. Крипак, О.Н. Состояние системной и внутрисердечной гемодинамики у больных с миокардиодистрофиями различного происхождения: автореф. дис. ... канд. мед. наук / О.Н. Крипак. СПб.: Санкт-Петербургский гос. ун-т, 2010. 18 с.
- 18. *Куимов, А.Д.* Клинические особенности язвенной болезни, ассоциированной с ИБС / А.Д. Куимов, А.Б. Кривошеев, Л.А. Хван // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. -2004. -№1. -C. 124.
- 19. Логинов, С.В. Хеликобактериоз и некоторые показатели электрической нестабильности миокарда у больных с сочетанием гастроэзофагеальной рефлюксной болезни и ишемической болезни сердца / С.В. Логинов, И.В. Козлов, Ю.Г. Шварц // Изв. высш. учеб. заведений. Поволжский регион. − 2006. №1. С. 98–105.
- 20. *Маев, И.В.* Патогенетические механизмы формирования патологии гепатобилиарной системы у больных с метаболическим синдромом и пути их коррекции / И. В. Маев, Д.Т. Дичева // Consilium medicum. Гастроэнтерология. 2008. $\mathbb{N}2.$ С. 18–24.
- 21. *Мосина, Л.М.* Ульцерогенез и эндогенная интоксикация / Л.М. Мосина, О.И. Авдейкина // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2008. №6. С. 36–40.
- 22. Павлов, О.Н. Результаты эндоскопического исследования верхних отделов пищеварительного тракта больных ишемической болезнью сердца / О.Н. Павлов // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2010. №11. С. 23—28.
- 23. Ситникова, У.Б. Клинико-патогенетическое значение гастроэзофагеального рефлюкса у больных ИБС / У.Б. Ситникова, Н.М. Балабина // Сибирский мед. журн. 2010. N $_{\odot}5.$ C. 20–23.
- 24. *Таранченко, Ю.В.* Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь у больных ишемической болезнью сердца: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Ю.В. Таранченко. М.: ЦНИИ гастроэнтерологии, 2003. 25 с.
- 25. Федосеева, О.С. Сравнительная характеристика качественных и количественных показа-

- телей преходящей ишемии миокарда, данных суточной рН-метрии у больных ишемической болезнью сердца и гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью / О.С. Федосеева, Ю.Н. Федулаев, И.М. Корочкин // Российский кардиологический журн. 2011. №1. С. 45–48.
- 26. Шишлов, А.Ю. Одновременное рН- и ЭКГ-мониторирование при гастроэзофагеальной рефлюксной болезни и ишемической болезни сердца / А.Ю. Шишлов, М.А. Дымшиц // Актуальные вопросы внутренней медицины и педагогики. М.: Русский врач, 2000. С. 132–136.
- 27. Эзофагогенные и коронарогенные боли в грудной клетке: проблемы дифференциальной диагностики / О.А. Сторонова и др. // Российский журн. гастроентерологии, гепатологии, колопроктологии. 2002. №1. С. 68–72.
- 28. *Bell, D.M.* Markers for progression of coronary disease / D.M. Bell // Pharmacotherapy. 2001; 21 (9Pt 2):190S-194S.
- 29. Atheroprotective mechanisms activated by fluid shear stress in endothelial cells / C.B. Berk et al. // Drug News Perspect. 2002. Vol. 15, №3. P. 133–139.
- 30. *Chauhan, A.* Cardio-oesophageal reflex in human as a mechanism for «linked angina» / A. Chauhan, M.C. Petch, P.M. Schofield // Eur. Heart J. 1996. Vol. 17. P. 407–413.
- 31. *Feinstein, A.R.* Pre-therapeutic classification of co-morbidity in chronic disease / A.R. Feinstein // Journal Chronic Disease. 1970; 23(7):455–468.
- 32. Mildly oxidized low density lipoprotein induces contraction of humen endothelial cells through activation of Rho/Rho kinase and inhibition of myosin light chain phosphotase / M. Essler et al. // J. Biol. Chem. − 1999. − Vol. 274, №43. − P. 303–614.
- 33. Number and migratory activity of circulating endothelial progenitor cells inversely correlate with risk factors for coronary artery disease / M. Vasa et al. // Circ. Res. 2001; 89: E1-E7.
- 34. Systemic nature of endothelial dysfunction and atherosclerosis between coronary and peripheral regulation of resistens vesels / V. Schuchinger et al. // European Heart Journal. 1999; vol. 20: 653.
- 35. *Vanhoutte*, *P.M.* Endothelial dysfunction and atherosclerosis / P.M. Vanhoutte // Europ. Heart J. 1997; 18: E19-E29.
- 36. *Yakovlev, M.Yu.* Elements of endotoxin theory of human physiology and pathology: systemic endotoxinemia, endotoxin aggression and endotoxin insufficiency / M.Yu. Yakovlev // J. Endotoxin research. 2000. Vol. 6, №2. P. 120.

THE ISHEMIC HEART DISEASE AND CHOLELITHIASIS COMORBIDITY PHENOMENON

M.V. Markovtseva

Ulyanovsk State University

The results of own research, devoted to the clinical features, structurally and functional myocardium changes at ischemic heart disease (IHD) and cholelithiasis patients are resulted. The universal pathogenetic mechanisms of IHD and digestive system diseases comorbidity are considered in the article.

Keywords: comorbidity, ischemic heart disease, digestive system pathology, endogenous intoxication, endothelial dysfunction.

УДК 616.12-008.46

РОЛЬ ЛИЧНОСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ В ФОРМИРОВАНИИ ПРИВЕРЖЕННОСТИ К ТЕРАПИИ

М.А. Альберт, И.А. Сабитов, А.М. Шутов

Ульяновский государственный университет

В лечении хронической сердечной недостаточности (ХСН) важную роль играет приверженность пациентов к терапии. С целью определения роли психологических факторов в формировании отношения к лечению изучен личностный профиль больных ХСН. Выявлено, что личностные характеристики играют особую роль в процессе адаптации больного к заболеванию и лечению. Для больных с низкой приверженностью к лечению хронической сердечной недостаточности характерен повышенный уровень реактивной и личностной тревожности, депрессивных реакций, преобладание тревожного типа акцентуации характера и механизма психической защиты «проекция». Тревожный тип акцентуации характера негативно влияет на отношение больных к лечению хронической сердечной недостаточности.

Ключевые слова: приверженность к лечению, хроническая сердечная недостаточность, реактивная и личностная тревожность, механизмы психологической защиты, акцентуации характера, депрессивные расстройства.

Проблема приверженности больного к лечению в последние годы неоднократно освещалась в отечественной и зарубежной литературе и признана одной из самых серьезных и распространенных в медицинской практике [1]. По мнению экспертов ВОЗ, низкая приверженность к лечению является «мировой проблемой огромной значимости», а повышение приверженности больных к лечению есть ключевая стратегия здравоохранения. В целях реального снижения показателей заболеваемости и смертности необходимо существенно повысить приверженность пациентов к лечению [14].

Самая большая сложность, с которой сталкиваются исследователи при изучении вопросов приверженности к лечению, — это мультифакториальность [12]. В настоящее время идентифицировано порядка 250 факторов, так или иначе обусловливающих отношение больных к соблюдению режима терапии [6]. При этом анализ отечественной и зарубежной литературы свидетельствует лишь о единичных данных исследований психологических особенностей больных ХСН. Исследования касаются преимущественно тревожных и депрессивных расстройств [5; 9;

11; 13; 14], в то время как спектр личностных изменений при ХСН гораздо шире.

Разработка комплексного подхода в исследованиях приверженности к терапии больных ХСН, учитывающего роль психологических особенностей личности в формировании отношения к лечению, является важным звеном в процессе реорганизации системы отношений пациентов и создания новой активной позиции личности, позволяющей повысить приверженность больных к терапии ХСН.

Цель исследования. Определить роль психологических особенностей личности в формировании отношения больных к лечению хронической сердечной недостаточности.

Материалы и методы. Обследовано 102 больных ХСН I–III стадии, I–IV ФК, находившихся на лечении в кардиологическом отделении МУЗ Центральной городской клинической больницы г. Ульяновска.

Критериями исключения из исследования являлись нестабильная стенокардия; острый инфаркт миокарда в течение 2 месяцев до включения в исследование; острое нарушение мозгового кровообращения в течение 6 месяцев до включения в исследование; миокардит; инфекционный эндокардит; диффузные болезни соединительной ткани; онкологическая патология; выраженные когнитивные расстройства, затрудняющие проведение психологического тестирования.

Клиническая характеристика больных представлена в табл. 1.

Tаблица 1 Клиническая характеристика больных хронической сердечной недостаточностью

| Параметры | |
|---|------------------|
| Всего больных | 102 |
| Женщин | 36 (35,3 %) |
| Мужчин | 66 (64,7 %) |
| Возраст (М±SD, годы) | 56,3±8,4 (39–85) |
| Продолжительность XCH, годы | 4,2±1,8 (1–10) |
| Причины XCH | |
| Ишемическая болезнь сердца (ИБС) | 9 (8,5 %) |
| Артериальная гипертензия (АГ) | 2 (1,7 %) |
| ИБС в сочетании с АГ | 72 (71,1 %) |
| Дилятационная кардиомиопатия | 7 (6,8 %) |
| Пороки сердца | 12 (11,8 %) |
| ХСН | |
| I стадия | 8 (7,8 %) |
| IIA стадия | 74 (72,5 %) |
| IIБ стадия | 18 (17,6 %) |
| III стадия | 2 (1,96 %) |
| I ФК | 6 (5,9 %) |
| ІІ ФК | 44 (43 %) |
| III ФК | 42 (41 %) |
| IV ФК | 10 (9,8 %) |
| Средний ФК ХСН (M±SD) | 2,55±0,75 |
| Средний результат теста с 6-минутной ходьбой, м | 278,7±111,9 |

Всем больным проведено общеклиническое обследование. ХСН диагностировали и оценивали в соответствии с Национальными рекомендациями ВНОК И ОССН по диагностике и лечению ХСН (второй пересмотр, 2006). В качестве нагрузочного теста с целью оценки функционального статуса больных использовали тест с шестиминутной ходьбой. Всем больным проведена ЭхоКГ в М-режиме импульсным датчиком с частотой 3,5 МГц в положении больного на левом боку. Измеряли толщину межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка в диастолу, определяли конечный диастолический размер левого желудочка, диаметр левого предсердия, фракцию выброса. Систолическую дисфункцию диагностировали при фракции выброса менее 50 %.

Приверженность больных к лечению оценивали методом прямого опроса и полу-

структурированного интервью. Были заданы следующие вопросы о приверженности больных к выполнению рекомендаций по самоконтролю: «Имеете ли Вы дома весы?», «Как часто Вы следите за своим весом?» (варианты ответов: «ежедневно», «через день», «1-2 раза в неделю», «1-2 раза в месяц», «реже / не слежу»), «Как часто Вы делаете физические упражнения?» («более 4 раз в неделю», «2-3 раза в неделю», «2-3 раза в месяц», «менее 1 раза в месяц / никогда»), тип физической нагрузки, «Ограничиваете ли Вы прием поваренной соли?» («всегда», «большую часть времени», «иногда», «никогда»), «Курите ли Вы?» («да», «нет», «бросил курить»), а также уточнялось проведение вакцинации против гриппа (ежегодно) и гепатита В.

Приверженность к медикаментозному лечению ХСН оценивалась по ответам на во-

прос: «Принимаете ли Вы рекомендованный препарат?» с вариантами ответов «постоянно», «периодически», «не принимаю» для каждой группы препаратов (И-АПФ, В-блокаторы, диуретики, сердечные гликозиды, антагонисты рецепторов альдостерона), также уточнялись доза и длительность приема препарата и, в случае периодического приема или отказа от приема лекарственного средства, - причина невыполнения рекомендаций врача. Проведена градация приверженности больных как к лечению в целом, так и к приему лекарственных препаратов по следующим группам: удовлетворительная приверженность к лечению - соблюдается более 80 % врачебных рекомендаций, неудовлетворительная – менее 80 % [4].

В исследовании использовались валидные психологические методики: опросник акцентуации личности по К. Леонгарду для выявления акцентуированных свойств характера; шкала Цунга для самооценки депрессии (The Zung self-rating depression scale); шкала самооценки реактивной и личностной тревожности, разработанная Ч.Д. Спилбергером (С.D. Spielberger); методика «Индекс жизненного стиля» Плутчика-Келлермана для

изучения механизмов психологической защиты.

Методы статистической обработки результатов. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы Statistica for Windows 6.0. Достоверность различий между параметрами определяли при нормальном распределении параметров по критерию t Стьюдента для несвязанных переменных или Манна-Уитни, если распределение отличалось от нормального; рассчитывали χ². Проводился однофакторный корреляционный анализ (в зависимости от вида распределения - Pearson или Spearman), многофакторный регрессионный анализ. Данные представлены в виде M±SD, где M – среднее арифметическое, SD - стандартное отклонение. Различие считали достоверным при р<0,05.

Результаты и обсуждение. Общая приверженность больных к лечению ХСН (включая прием лекарственных препаратов и выполнение рекомендаций по изменению образа жизни и самоконтролю) составила 44,0±12,2%. Приверженность к медикаментозному лечению составила 48,6±8,6%. Приверженность больных к приему каждого из лекарственных препаратов отражена на рис. 1.

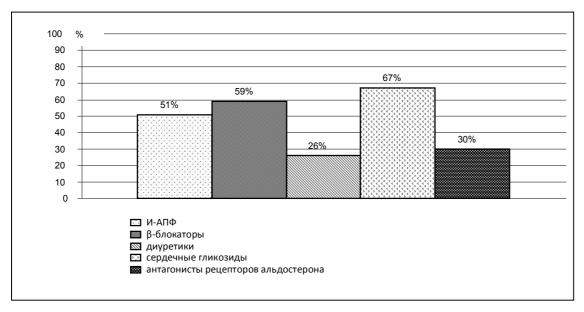


Рис. 1. Приверженность больных ХСН к медикаментозному лечению

Больные ХСН наиболее привержены к приему сердечных гликозидов (66,7 % пациентов принимают дигоксин постоянно). Неблагоприятная ситуация складывается в от-

ношении приема диуретиков и антагонистов рецепторов альдостерона.

Таким образом, большинство пациентов не считали необходимым принимать препа-

рат регулярно, имея нормальное артериальное давление, хорошее самочувствие или считая, что они уже принимают слишком много лекарств. По данным І. Ектап [10], около 1/5 пациентов с ХСН не воспринимают себя как хронических больных, при уменьшении симптомов ХСН они считают себя выздоровевшими, а каждая декомпенсация ХСН рассматривается как новое событие. Данный аспект является фактором риска для развития низкой приверженности к лечению больных ХСН.

Психологические особенности личности больных и приверженность к лечению ХСН. Психологические особенности личности оказывают существенное влияние на формирование отношения больных к лечению ХСН. В литературе имеются единичные данные о влиянии на приверженность больных к лечению ХСН депрессии, тревоги, фрустрации [5; 9; 13]. Результаты наших исследований показали, что спектр личностных расстройств, влияющих на отношение пациентов к терапии ХСН, значимо шире.

Проведенное нами комплексное психологическое исследование позволило выявить ряд личностных особенностей больных ХСН.

Реактивная и личностная тревожность. Исследование тревожности у больных ХСН представляется важным, так как эта характеристика во многом обусловливает поведение субъекта. Низкий уровень реактивной тревожности имели 42 (41,4%), умеренный -46 (44,8 %), высокий – 14 (13,8 %) больных. Низкий уровень личностной тревожности имели 4 (3,8 %), умеренный – 23 (23 %), высокий -74 (73 %) больных. Мужчины и женщины не различались по уровню реактивной тревожности $(34,1\pm11,4$ и $32,5\pm6,1$ балла соответственно, р=0,7) и личностной тревожности (49,3±4,4 и 51,4±4,3 балла соответственно, p=0,1). Обращает внимание значимо более высокий уровень личностной тревожности по сравнению с реактивной тревожностью у больных XCH (50,1±8,3 и 33,4±11,5 балла соответственно, р<0,01). Высокие показатели личностной тревожности связаны с длительным состоянием соматического заболевания, которое вносит соответствующие коррективы в психологическое развитие личности: реактивная тревожность как состояние быстрое переходит в личностную тревожность как процесс. Длительная соматизация, психосоматизация с высоким уровнем тревожности формирует дезадаптивные формы поведенческой активности пациентов с XCH.

Депрессивные реакции. Средний уровень депрессии составил у мужчин 40,7±3,2 балла, у женщин $-46,3\pm3,0$ балла (p=0,37). Состояние без депрессии зарегистрировано у 85 (83,3 %) больных, легкая депрессия ситуативного или невротического генеза - у 10 (9,8 %) пациентов, субдепрессивное состояние - у 7 (6,7 %) больных. Полученные нами данные о частоте депрессивных расстройств у больных ХСН ниже приводимых в литературе, что объясняется контингентом обследованных больных (все пациенты находились на лечении в стационаре). По данным источников литературы, при обследовании стационарных больных частота выявляемых депрессивных расстройств оказывается несколько ниже по сравнению с амбулаторными пациентами [8].

Акцентуации характера. Преобладающий тип акцентуации характера у больных $XCH - эмотивный (15,5\pm2,1 балла), также$ выявлены высокие показатели по шкалам тревожности (11,2±3,2 балла) и педантичности (11,4±2,1 балла). У женщин значимо более выражен демонстративный тип акцентуации характера по сравнению с мужчинами $(12,2\pm1,7$ и $7,8\pm1,1$ балла соответственно, р=0,04). Нами проанализировано также сочетание показателей акцентуаций характера по различным шкалам. Низкая дистимность при высокой эмотивности указывала на приподнятый фон настроения, высокую заинтересованность в общении. Такие больные чаще оценивали свое положение в целом как благоприятное. Одновременно высокие показатели по шкалам «эмотивность - тревожность» указывали на то, что больной адекватно оценивает ситуацию как угрожающую, занимает субъективно-активную, деятельностную позицию.

Типы психологической защиты. Типы психологической защиты являются основой при изучении патогенеза психосоматических и психических заболеваний, так как они на-

правлены на компенсацию разнообразных изменений психического статуса [7]. Наиболее напряженными механизмами психологической защиты у пациентов с ХСН являлись «проекция» (71±12,8 %), «реактивные образования» (56,2±8,7 %), «рационализация» (59,2±8,6 %) и «отрицание» (55,8±8,4 %). Полученные нами результаты подтверждаются данными литературы. У больных ХСН имеет место повышенная по сравнению со здоровой популяцией напряженность большинства механизмов психологической защиты. Это свидетельствует об актуальности психической адаптации больных к стрессу и о наличии психотравмирующей ситуации, связанной с непосредственной угрозой жизни. Для больных ХСН характерна повышенная степень отрицания существующих проблем; проекции, сопряженной с агрессией; рационализации, отличающейся контролем эмоций и чрезмерной зависимостью от рациональной интерпретации ситуации [3].

Таким образом, обследованные пациенты с XCH характеризовались высоким уровнем личностной тревожности и наличием легких депрессивных расстройств. В структуре психологических защитных механизмов у больных XCH преобладали «отрицание», «проекция», «реактивные образовании» и «рационализация». Наиболее выраженные типы акцентуации характера у исследованного контингента больных – эмотивный, тревожный и педантичный.

В процессе исследования психологических паттернов, определяющих отношение больных к проводимому лечению, особенности личности больных ХСН ранжировались по двум основным направлениям: особенности личности больных с удовлетворительной приверженностью к лечению и личностные характеристики пациентов с неудовлетворительной приверженностью к терапии.

Личностные характеристики больных с различной приверженностью к лечению XCH представлены в табл. 2.

Таблица 2
Психологические особенности больных с различной степенью приверженности к лечению XCH

| Характеристика | Удовлетворительная приверженность к лечению М±SD (n=30) | Низкая приверженность к лечению M±SD (n=72) | p |
|--|--|--|-------|
| Общая приверженность к лечению | | | |
| Депрессивные реакции, баллы | 36,8±2,9 | 45,4±4,39 | 0,02 |
| РТ, баллы | 22,6±3,9 | 35,7±5,09 | 0,02 |
| ЛТ, баллы | 39,4±3,5 | 52,7±3,2 | 0,004 |
| Тревожный тип акцентуации, баллы | 4,3±2,9 | 12,3±2,65 | 0,047 |
| Приверженность к приему лекарственных препаратов | | | |
| Тревожный тип акцентуации, баллы | M±SD (n=39) | M±SD (n=63) | |
| | 5,0±2,2 | 14,3±4,0 | 0,002 |
| Механизм психической защиты («проекция»), баллы | 56,7±13,98 | 78,6±8,9 | 0,02 |
| Личностная тревожность, баллы | 45,4±6,2 | 52,2±2,8 | 0,04 |

Больные с низкой приверженностью к лечению XCH имели значимо более высокий уровень депрессивных реакций, которые ха-

рактеризовались отгороженностью и изоляцией, нарушением когнитивных процессов (памяти и концентрации внимания), что приводило к снижению приверженности больных XCH к лечению и ухудшению контроля заболевания. Больные с симптомами депрессии часто не способны адаптироваться к своему заболеванию, недостаточно мотивированы и менее привержены лечению [11; 13; 14].

Повышенный уровень тревожности (реактивная и личностная тревожность, тревожный тип акцентуации характера) также был характерен для пациентов с низкой приверженностью к лечению ХСН.

Характерными личностными особенностями больных с неудовлетворительной приверженностью к медикаментозному лечению ХСН являются высокий уровень личностной тревожности, тревожный тип акцентуации характера, механизм психологической защиты «проекция». Механизм психологической защиты «проекция» позволяет больным не осознавать свои негативные черты, препятствует социальной адаптации больных ХСН, что ухудшает взаимодействие в диаде «врачбольной».

Для уточнения связей между психологическими особенностями личности и отношением пациентов к лечению ХСН нами проведен однофакторный корреляционный анализ (по Spearmen); данные, полученные в результате анализа, представлены в табл. 3.

Таблица 3 Личностные особенности больных и приверженность к лечению ХСН

| Параметр | R | р |
|---|--------|-------|
| Общая приверженность / дистимный тип акцентуации характера | -0,439 | 0,047 |
| Общая приверженность / тревожный тип акцентуации характера | -0,460 | 0,04 |
| Приверженность к медикаментозному лечению/ механизм психической защиты «вытеснение» | -0,383 | 0,04 |
| Приверженность к медикаментозному лечению/ дистимный тип акцентуации характера | -0,546 | 0,01 |
| Приверженность к медикаментозному лечению/ тревожный тип акцентуации характера | -0,498 | 0,02 |

Важными факторами, обусловливающим отношение больных к лечению в целом, являются дистимный и тревожный тип акцентуации характера. Дистимный тип акцентуации характера характеризовался пониженным настроением, склонностью больных к депрессивным реакциям, нежеланием активно сотрудничать с лечащим врачом, что приводило к формированию негативного отношения пациентов к лечебному процессу.

Приверженность больных к приему лекарственных препаратов была связана не только с дистимным и тревожным типами акцентуации характера, но и с механизмом психологической защиты «вытеснение». У больных, использующих данный механизм психологической защиты, психотравмирующая ситуация и нежелательные обстоятельст-

ва (в нашем случае – факт заболевания XCH) вытесняются из сознания, в результате чего не осознается необходимость регулярного выполнения врачебных рекомендаций.

Проведен многофакторный регрессионный анализ, в который в качестве независимых переменных включали пол, возраст, а также параметры, которые при проведении однофакторного анализа коррелировали с приверженностью больных к терапии при р<0,05 (АГ и инфаркт миокарда в анамнезе, длительность ХСН, депрессивные реакции, показатели реактивной и личностной тревожности, типы акцентуаций характера и механизмы психической защиты). В качестве зависимой переменной включали приверженность больных к терапии. Результаты анализа представлены в табл. 4.

Таблица 4

Факторы, влияющие на приверженность больных ХСН к лечению (по результатам многофакторного пошагового регрессионного анализа)

| Зависимая переменная | Независимые переменные | \mathbb{R}^2 | ß | P |
|---------------------------------|--|----------------|-------|-------|
| Приверженность к лечению ХСН | Наличие АГ | 0,79 | -0,74 | 0,03 |
| | Длительность ХСН | 0,79 | -0,83 | 0,01 |
| | Тревожный тип акцентуации характера | 0,79 | -0,97 | 0,006 |

Проведенный анализ показал, что на приверженность к лечению больных ХСН независимое влияние оказывали наличие у больного АГ и длительность течения ХСН. Нами выявлено, что наряду с клиническими факторами независимое влияние на формирование отношения больных ХСН к лечению оказывала такая психологическая характеристика личности больных, как тревожный тип акцентуации характера. Полученные результаты сопоставимы с данными литературы. Так при депрессивных расстройствах наибольшее число вторичных отказов от лечения отмечено у пациентов с тревожным и ипохондрическим типами личности [2]. Можно было бы предположить, что высокий уровень тревожности ведет к усиленному вниманию к здоровью со стороны больного, а тревога за возможный неблагоприятный исход заболевания будет являться стимулирующим фактором для полного следования всем рекомендациям лечащего врача. Однако тревога очерчивает круг интересов больного, настраивает больного на ожидание плохого, оказывая дезорганизующее влияние на его участие в лечебном процессе, в то время как для партнерских взаимодействий врача и больного необходимо формирование чувства уверенности, осмысление лечебной деятельности.

Заключение. Личностные характеристики играют особую роль в процессе адаптации больного к заболеванию и лечению. Для больных с низкой приверженностью к лечению хронической сердечной недостаточности характерен повышенный уровень реактивной и личностной тревожности, депрессивных реакций, преобладание тревожного типа акцентуации характера и механизма психиче-

ской защиты «проекция». Тревожный тип акцентуации характера негативно влияет на отношение больных к лечению хронической сердечной недостаточности.

Полученные в результате исследований данные свидетельствуют о целесообразности дальнейшего изучения приверженности больных к лечению ХСН с привлечением интернистов, медицинских психологов и социальных работников.

- 1. *Банщиков, Ф.Р.* Комплаенс в психиатрии: реальность и перспективы / Ф.Р. Банщиков // Обозрение психиатрии и медицинской психологии имени В.М. Бехтерева. 2006. Т. 3, №4. С. 24–27.
- 2. *Бородин, В.И.* Факторы, обусловливающие отказы от психофармакотерапии больных депрессивными расстройствами (обзор литературы) / В.И. Бородин, И.И. Пучков // Психиатрия и психофармакотерапия. 2004. №5. С. 14–16.
- 3. Исследование качества жизни и психологического статуса больных с хронической сердечной недостаточностью / А.О. Недошивин и др. // Сердечная недостаточность. 2000. Т. 1, N24. С. 148—152.
- 4. *Леонова, М.В.* Практические аспекты лечения $A\Gamma$: эффективность и комплаентность / М.В. Леонова, Н.В. Мясоедова // Российский кардиологический журн. -2003.-N2.-C.17-21.
- 5. *Митрофанова, И.С.* Новые пути повышения эффективности лечения больных хронической сердечной недостаточностью / И.С. Митрофанова, Я.И. Коц, Л.Г. Вдовенко // Сердечная недостаточность. 2007; 9 (4): 164–166.
- 6. *Незнанов*, *Н.Г.* Проблема комплаенса в клинической психиатрии / Н.Г. Незнанов, В.Д. Вид // Психиатрия и психофармакотерапия. 2004. T. 6, N04. C. 33—37.
- 7. Проблемы медицинской психологии в онкологии и психосоматической медицине / под общ. ред. Т.З. Биктимирова, О.П. Модникова. Ульяновск : СВНЦ, 1998. 256 с.
- 8. Смулевич, А.Б. Депрессии в общей медицине (определение, распространенность, клиника,

- лечение) / А.Б. Смулевич, М.Ю. Дробижев // Сердце. 2007. Т. 6, №5. С. 272–276.
- 9. *Cramer, J.* Compliance with medication regimens for mental and physical disorders / J. Cramer, R. Rosenheck // Psychiatric Services. 1998; 49 (2): 196–201.
- 10. *Ekman, I.* An intervention aimed at reducing uncertainty in elderly patients with chronic heart failure / I. Ekman, A. Norberg, B. Lundman // International Journal of Human Caring. 2000. №4. P. 7–3.
- 11. Fox, R. Compliance, adherence, concordance / R. Fox // Circulation. 1998. Vol. 97. P. 127.
- 12. Stromberg, A. Patient-related factors of compliance in heart failure: some new insights into an old problem / A. Stromberg // European Heart Journal. 2006. Vol. 27. P. 379–381.
- 13. Van der Wal, M.H. Adherence in heart failure in the elderly: problem and possible solutions / M.H. Van der Wal, T. Jaarsma // International Journal of Cardiology. 2008. Vol. 125, №2. P. 203–208.
- 14. World Health Organization. Adherence to long-term therapies: evidence for action. Geneva: WHO, $2003.-198\ p.$

THE ROLE OF PERSONAL CHARACTERISTICS OF PATIENTS WITH CHRONIC HEART FAILURE IN THE FORMING OF ADHERENCE TO THERAPY

M.A. Albert, I.A. Sabitov, A.M. Shutov

Ulyanovsk State University

Adherence plays an important role in the treatment of chronic heart failure (CHF). The aim of the study is to determine the role of psychological characteristics of patients with chronic heart failure in adherence to treatment of CHF. Patients with low adherence have elevated levels of reactive and personal anxiety, depressive reactions, the prevalence mechanism of psychic protection "projection". Anxious type accentuation of character has a negative effect to the treatment of chronic heart failure.

Keywords: adherence, heart failure, depression, anxiety, mechanism of psychic protection.

ПЕДИАТРИЯ

УДК 616.62-008.222-07

ОСОБЕННОСТИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАПОРОВ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

А.Л. Малых, Д.А. Малых, Н.И. Кан

Ульяновский государственный университет

В работе изучены особенности электроэнцефалографии (ЭЭГ) и реоэнцефалографии (РЭГ) сосудов головного мозга у детей и подростков с различными нарушениями резервуарно-эвакуаторной функции толстой кишки (ТК). Определена распространенность морфофункциональной патологии пищеварительного тракта у пациентов с функциональным запором. Предложено включить в алгоритм обследования детей с функциональными запорами (ФЗ) ЭЭГ, проктодефекографию, проводить обязательную консультацию невролога.

Ключевые слова: функциональный запор, толстая кишка, энкопрез, РЭГ, дисфункция.

Введение. В Российской Федерации, как и в других экономически развитых странах, различные расстройства функций ТК и мочевого пузыря (МП) в педиатрической популяции остаются одной из важных медицинских и социальных проблем. Основную группу пациентов с данной патологией составляют ФЗ и различные сочетания расстройств акта мочеиспускания и дефекации.

По данным различных авторов, частота распространенности ФЗ среди взрослого населения европейских стран колеблется от

0,4 % до 45 % [11; 17], а среди детей и подростков этот показатель составляет в среднем 27,5 %; в зависимости от возрастной группы пациентов уровень различия — от 0,7 % до 34 % [13; 14]. Популяционные исследования распространенности ФЗ на различных территориальных образованиях в РФ показали, что данной патологией страдают от 2,5 % до 59 %, в Ульяновской области — от 7,5 % до 10,2 % детского населения [7; 16; 18]. Показатели популяционной частоты распространенности ФЗ представлены в табл. 1.

Таблица 1 Показатели распространенности функциональных запоров у детей и подростков

| Возрастная группа | Частота запоров, % | Автор исследования | Год |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|------|
| 4–7 | 34 | D. Jong | 1998 |
| 0–12 | 0,7 | E. Miele | 2004 |
| 0-1 | 17,6 | Y. Iacono | 2005 |
| 4–17 | 22,6 | V. Loering-Bauche | 2005 |
| 2–17 | 30 | Е.В. Комарова | 2007 |
| 4–17 | 2,5–10,7 | А.Л. Малых | 2009 |
| 1–18 | 59 | С.И. Эрдес, Б.О. Мацукатова | 2010 |

Данные, приведенные данные в табл. 1, показывают большие различия в частоте распространенности ФЗ у детей, при этом большинство отечественных и зарубежных авторов подчеркивают, что длительное сохранение симптомов ФЗ вызывают различные морфофункциональные изменения в детском организме [1; 7]. Это приводит к тому, что в патологический процесс вовлекаются все основные системы ребенка, включая сердечнососудистую, пищеварительную, нервную [10; 12]. В конечном итоге все это вызывает снижение качества жизни детей, изменяет их повседневную активность, нарушает медикосоциальную адаптацию ребенка в обществе.

По данным литературы и наших собственных исследований, у 2,5–25 % детей нейрогенная дисфункция ТК сочетается с различными расстройствами мочеиспускания. Тазовые органы (МП и ТК) являются своеобразными «органами-мишенями», которые одними из первых реагируют на различные патологические изменения в других органах и системах, крайне редко протекающие изолированно. Все это требует комплексного подхода ко всем сторонам проблемы ФЗ, включая диагностику, лечение, диспансеризацию и реабилитацию [8; 10; 12].

Цель исследования. Изучить распространенность морфофункциональных изменений пищеварительного тракта у детей и подростков с ФЗ, определить особенности состояния ЦНС и ее влияние на течение данной патологии.

Материалы и методы. В исследование было включено 226 детей в возрасте от 4 до 16 лет (мальчиков – 156, девочек – 70). Средний возраст обследованных пациентов составил 12,6±2,3 года. Критерием включения детей в исследование являлось систематическое урежение частоты дефекаций в течение 3-х и более месяцев. Уменьшение стула у ребенка менее трех раз в неделю позволяет говорить о сформировавшемся хроническом расстройстве функции ТК, т.е. о функциональном запоре. Дополнительными критериями ФЗ следует считать:

- напряжение во время акта дефекации;

- эпизоды каломазания или точечного энкопреза;
- периодическое (через 7–10 дней) выделение кала в большом количестве;
- пальпируемые каловые массы по ходу ТК.

При статистическом учете выявленное состояние ФЗ кодировалось по Международной классификации болезней (10 пересмотр) как простой запор, шифр К 59.0. [5; 8].

В протокол обследования больных с ФЗ были включены общие клинические и специальные методы. Диагностику основных проявлений патологии осуществляли на основании данных анамнеза, объективного осмотра, инструментальных данных (УЗИ брюшной полости и МП). Для верификации уровня и степени поражения желудочно-кишечного тракта проводили эзофагогастродуоденоскопию, проктодефекографию.

Для определения функционального состояния мышц, участвующих в осуществлении акта дефекации и мочеиспускания (мышцы тазового дна и передней брюшной стенки) и типа дисфункции ТК проводили накожную электромиографию и ректальную манометрию на аппарате Myomed-932 (Enraf Nonius, Нидерланды).

Для изучения состояния биоэлектрической активности мозга, типа ЭЭГ, наличия общемозговых изменений, оценки сформированности основных ритмов проводилась электроэнцефалография. Оценка состояния кровообращения в бассейнах сонной и позвоночной артерий осуществлялась с помощью реоэнцефалографии (РЭК). Оценивали основные ее показатели: ассимметрию кровотока в правой и левой частях сосудов (%), скорость быстрого и медленного кровенаполнения (Ом/сек), уровень дикротического и диастолического индексов (%), степень венозного оттока (%).

Для определения влияния ЦНС на состояние уродинамики нижних мочевых путей проводилась урофлоуметрия на уродинамической системе Bonito (Италия).

Половозрастная характеристика пациентов представлена в табл. 2.

 Таблица 2

 Половозрастная характеристика пациентов, включенных в исследование

| Возраст (лет) | Основная клин | ическая группа | Пациенты с с и энко | Всего | |
|---------------|---------------|----------------|------------------------|---------|-----|
| . , | Мальчики | Девочки | Мальчики | Девочки | |
| 4–7 | 47 | 21 | 10 | 8 | 86 |
| 8–12 | 41 | 33 | 14 | 3 | 91 |
| 13–15 | 13 | 5 | 12 | _ | 30 |
| Старше 15 | 12 | _ | 7 | _ | 19 |
| Всего | 113 | 59 | 43 | 11 | 226 |

Анализ представленных данных показал в превышение 1,5 раза частоты выявляемости ФЗ у лиц мужского пола и полное отсутствие проявлений энкопреза у девочек старше 11 лет.

По данным клинико-инструментального обследования и частоты Φ 3, заболевание было разделено по степени тяжести. У 14 (6,1%) детей отмечалось легкое течение Φ 3, у 117 (51,7%) — среднетяжелое и у 95 (42,2%) — тяжелое.

Статистическая обработка полученных данных была проведена с помощью программы Statistica 8.0. Значимость результатов различий рассчитывали с использованием t-критериев Стьюдента. Материал представлен в виде $M\pm m$, где M- выборочное среднее, m- отклонение от среднего. Критерием достоверности считали p<0,05.

Результаты и обсуждение. Анализ жалоб пациентов с ФЗ позволил выделить

4 группы с различными проявлениями нейрогенной дисфункции органов малого таза (табл. 3). К первой группе были отнесены 38 детей с ФЗ, ко 2 группе – 67 пациентов с сочетанием ФЗ и дневного или ночного энуреза, к 3 группе – 87 обследованных с сочетанием ФЗ и периодического энкопреза и к 4 группе – 34 пациента, страдавших энкопрезом, но имевших ФЗ только в анамнезе заболевания.

При этом различные расстройства стула в виде изменения формы и консистенции кала имели место у всех включенных в исследование больных. Клинико-диагностическое обследование детей показало высокую распространенность морфофункциональных изменений пищеварительного тракта, но ее уровень был вариабелен в различных клинических группах (табл. 3).

Таблица 3 Распространенность морфофункциональной патологии органов брюшной полости у детей и подростков в исследовании

| | Клиническая группа | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|--|--|
| Нозологический состав патологии | 1 группа, n=38 | | 2 группа, n=67 | | 3 группа, n=87 | | 4 группа, n=34 | | | |
| | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | | |
| Хронический гастрит | 14 | 36,8 | 23 | 34,3 | 37 | 31,0 | 14 | 41,7 | | |
| Дуоденогастральный рефлюкс | 18 | 47,3 | 7 | 10,4 | 39 | 44,8 | 17 | 50,0 | | |
| Хронический бульбит | 7 | 18,4 | 2 | 2,9 | 11 | 12,6 | 3 | 8,8 | | |
| Долихосигма | 10 | 26,0 | 5 | 7,4 | 43 | 49,4 | 16 | 47,0 | | |
| Мегадолихосигма | 2 | 26,3 | 1 | 1,4 | 4 | 4,5 | 1 | 29 | | |

Продолжение таблицы 3

| | Клиническая группа | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|--|--|
| Нозологический состав патологии | 1 группа, n=38 | | 2 группа, n=67 | | 3 группа, n=87 | | 4 группа, n=34 | | | |
| | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | | |
| Спазм леваторов прямой кишки | 8 | 21,0 | 11 | 16,4 | 28 | 32,1 | 17 | 49,9 | | |
| Дополнительная петля сигмовидной кишки | 1 | 2,6 | 8 | 11,8 | 6 | 6,7 | 6 | 17,6 | | |
| Передний ректоцель | 4 | 10,4 | 3 | 5,2 | 7 | 7,9 | 3 | 8,8 | | |
| Задний ректоцель | 3 | 7,8 | _ | - | 6 | 6,7 | 1 | 2,9 | | |
| Сочетание переднего и заднего ректоцелей | _ | _ | 1 | 1,4 | 4 | 4,5 | _ | - | | |
| Сочетание двух и более симптомов | 23 | 60,5 | 34 | 50,7 | 58 | 66,6 | 15 | 44,1 | | |

Анализ представленных данных показал сходную структуру выявленных морфофункциональных изменений в пищеварительной системе в 3 и 4 клинических группах. Обращает внимание низкая распространтиность дуоденогастрального рефлюкса различной степени тяжести у пациентов 2 группы с сочетанными расстройствами акта мочеиспускания и дефекации, что указывает на различные механизмы формирования нарушений резервуарно-эвакуаторной функции ТК и МП с одной стороны и всего пищеварительного тракта в целом – с другой. При этом выявлена высокая распространенность в 1, 3, 4

группах детей, увеличение размеров сигмовидной кишки (долихосигма), что, по нашему мнению, является конечным результатом хронических нарушений функции ТК и одним из механизмов формирования органической патологии у детей с ФЗ, хотя ряд авторов считает, что наличие долихосигмы у детей с ФЗ является вариантом нормы развития ТК и не влияет на степень тяжести заболевания и его прогноз [6].

Данные о функциональном состоянии биоэлектрической активности головного мозга в зависимости от типа ЭЭГ представлены в табл. 4.

Таблица 4 Распределение типов ЭЭГ в исследовании

| | Клиническая группа | | | | | | | | |
|---|--------------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|--|
| Тип ЭЭГ | 1 группа, n=38 | | 2 группа, n=67 | | 3 группа, n=87 | | 4 группа, n=34 | | |
| | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | |
| Организованный | 13 | 34,4 | 10 | 15,6 | 14 | 16,0 | 13 | 38,2 | |
| Дезорганизованный с замедленным альфа-ритмом | 6 | 18,6 | 12 | 17,9 | 32 | 36,7 | 10 | 29,4 | |
| Дезорганизованный с ускоренным альфа-ритмом | 2 | 6,2 | 2 | 2,9 | 3 | 3,4 | 2 | 5,8 | |
| Гиперсинхронизированный | 13 | 34,4 | 21 | 31,3 | 16 | 18,3 | 5 | 14,7 | |
| Десинхронизированный | 4 | 12,4 | 22 | 32,3 | 24 | 25,6 | 6 | 15,2 | |

Свойственный норме организованный альфа-тип ЭЭГ (с частотой затылочного альфа-ритма около 10 Гц) был преобладающим только у детей 1 и 4 группы. Во 2 группе у

31 % пациентов был выявлен гиперсинхронизированный и у 32,3 % – десинхронизированный тип ЭЭГ, что указывает на изменение центральных механизмов регуляции резерву-

арной функции МП и ТК, что следует рассматривать как умеренно выраженные признаки снижения функционального состояния коры головного мозга по резидуально-органическому типу, требующее соответствующей комплексной коррекции выявленных изменений [2; 4]. Поэтому включение ЭЭГ исследования в алгоритм обследования ребенка с ФЗ полностью обосновано.

У 36,7 % обследованных с сочетанием ФЗ и энкопреза на электроэнцефалограмме отмечалось замедление относительно возрас-

тной нормы (6,6–9,2 Гц) затылочного альфаритма с повышенным содержанием медленноволновой активности в центрально-теменной и затылочной зонах головного мозга. Причем эти изменения в 56 % случаев отмечались у пациентов с гиперрефлекторным типом ТК по сравнению с другими видами дисфункций (р<0,05).

Функциональное состояние сосудов бассейна сонной и позвоночной артерий приведены в табл. 5.

Таблица 5 Состояние РЭГ у детей и подростков с ФЗ в исследовании

| | Клиническая группа | | | | | | | | | |
|---|--------------------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------|--|--|
| Показатель | 1 групі | 1 группа, n=33 | | 2 группа, n=48 | | 3 группа, n=64 | | ıa, n=26 | | |
| | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | | |
| Повышение пульсового кровенаполнения | 2 | 6,0 | 6 | 12,5 | 9 | 14,0 | 2 | 7,6 | | |
| Повышение тонуса артерий среднего и мелкого калибра | 5 | 15,1 | 26 | 54,1 | 28 | 43,7 | 4 | 15,2 | | |
| Ассиметрия кровообращения | 1 | 3,0 | 9 | 18,7 | 16 | 25,0 | 5 | 19,2 | | |
| Затруднение венозного оттока справа | 3 | 9,0 | 6 | 12,5 | 17 | 26,5 | 9 | 34,6 | | |
| Затруднение венозного оттока слева | 17 | 51,5 | 18 | 37,5 | 4 | 6,2 | 5 | 19,2 | | |
| Сочетание двух и более симптомов | 10 | 30,3 | 17 | 35,4 | 38 | 59,3 | 14 | 53,8 | | |
| Нормальное состояние РЭГ | 12 | 36,3 | 14 | 29,1 | 27 | 42,1 | 9 | 34,6 | | |

Результаты РЭГ показали умеренно-выраженные изменения сосудистого тонуса (по модулю упругости, дикротическому и диастолическому индексам). У 51,5 % детей с изолированным ФЗ отмечалось затруднение венозного оттока слева, что косвенно указывает на хронические нарушения кровообращения, в конечном итоге приводящие к явлениям тканевой гипоксии.

Для 54,1 % детей с сочетанными нарушениями резервуарно-эвакуаторной функции ТК и МП было характерно повышение тонуса артерий и вен среднего и мелкого размера. Эти изменения достоверно чаще были обнаружены у детей с гиперсинхронизированным и десинхронизированным типами ЭЭГ (р<0,05), что, в свою очередь, вызывало дисфункцию ТК и дискоординацию мышц тазового дна и

передней брюшной стенки, определяющих функцию накопления и выделения каловых масс. Эти явления сопровождались снижением показателей времени удержания максимального мышечного усилия мышц данной группы [8].

Таким образом, проведенное исследование показало высокую распространенность морфофункциональных изменений пищеварительного тракта, которые сопровождаются изменением функционального состояния мозга, тонуса сосудов среднего и мелкого калибра, что требует соответствующей комплексной коррекции.

Выводы

1. Установлено, что у 66-85 % детей и подростков, страдающих ФЗ, имеются различные изменения биоэлектрической актив-

ности головного мозга типа ЭЭГ, связанные с замедлением формирования затылочного альфа-ритма.

- 2. Наиболее выраженные изменения ЭЭГ, отмечались у пациентов с сочетанной дисфункцией МП и ТК, проявлявшиеся десинхронизированным типом ЭЭГ.
- 3. Длительные расстройства резервуарно-эвакуаторной функции ТК сопровождались изменениями кровообращения в бассейне позвоночной и сонной артерии, тонуса артерий и венул.
- 4. Наибольшая частота распространенности морфофункциональной патологии пищеварительного тракта отмечалась у пациентов с сочетанием ФЗ и энкопреза. У 53,9 % пациентов данной группы выявлялись изменения размеров сигмовидной кишки в виде мега- и долихосигмы. Поэтому у детей с ФЗ, имеющих срок заболевания более 3-х лет, необходимо проводить расширенное обследование функций желудочно-кишечного тракта, включая колопроктодефекографию, определять электромиографию, функциональное состояние нервной системы.
- 1. *Брязгунов, И.П.* Ночной энурез у детей и подростков / И.П. Брязгунов // Медпрактика. 2006. С. 76.
- 2. Жирмунская, Е.А. Клиническая электроэнцефалография / Е.А. Жирмунская. – М.: Мэйби, 1991. – С. 77.
- 3. Заваденко, Н.Н. Последствия тяжелой черепно-мозговой травмы и их лечение / Н.Н. Заваденко, А.И. Кемалов // Вопр. современной педиатрии. -2006.-T.4-5.-C.14-21.
- 4. *Звездкина, Е.А.* Рентгенодиагностика анатомо-функционального состояния толстой кишки при хронических запорах у детей: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Е.А. Звездкина. 2004. С. 19.
- 5. *Корниенко, Е.А.* Функциональные запоры у детей / Е.А. Корниенко // Фарматека. -2011. №1. С. 23-27.
- 6. Малых, А.Л. Нейрогенные дисфункции органов малого таза у детей, подростков, молодых

- взрослых / А.Л. Малых, М.И. Пыков. М. : Дом печати, 2009. С. 320.
- 7. *Малых, А.Л.* Алгоритм диагностики сочетанной дисфункции мочевого пузыря и толстой кишки у детей и подростков : учеб. пособие / А.Л. Малых, Н.И. Кан, А.И. Кусельман. Ульяновск, 2010. С. 56.
- 8. *Малых*, *А.Л.* Нарушения функционального состояния сердечно-сосудистой системы у детей и подростков с хроническим запором и энкопрезом / А.Л. Малых, Д.А. Малых // Фундаментальные исследования. -2011.-№7.-C.108-111.
- 9. Сочетанные нарушения функций мочевого пузыря и толстой кишки у детей / О.Б. Кольбе и др. // Педиатрия. 2003. №6. С. 91–94.
- 10. *Урсова, Н.И.* Актуальные и нерешенные проблемы функциональных запоров у детей раннего возраста / Н.И. Урсова // Вопросы современной педиатрии. 2010. Т. 9, №3. С. 63–69.
- 11. Эрдес, С.И. Распространенность и особенности запоров у детей в России: результаты популяционного исследования / С.И. Эрдес, Б.О. Мацукатова // Вопросы современной педиатрии. 2010. Т. 4, №4. С. 51–57.
- 12. Defecation disorders: a French population survey / L. Siproudhis et al. // Dis. Colon. Rectum. 2006. Vol. 49. P. 219–227.
- 13. *Garrigues, V.* Prevalence of constipation: agreement among several criteria and evaluation of the diagnostic accuracy of qualifying symptoms and self-reported definition in a population-based survey in Spain / V. Garrigues, C. Galvez, V. Ortiz // Am. J. Epidemiol. 2004. Vol. 159. P. 520–526.
- 14. *Glayden, G.* The management of chronic constipation and relatrdfaecal incontinence in childhood / G. Glayden, A. Keshtgar, I. Carcani-Rathwell // Arch. Dis. Child: Education and practice edition. 2005, Vol. 90. P. 1051–1055.
- 15. *Felt, B.* Functional constipation and selling in children / B. Felt, P. Brown, A. Coran // Clin. Farm. Pract. 2004. Vol. 6. P. 709–730.
- 16. Functional gastrointestinal disorders on children: an Italian prospective survey / E. Miele et al. // Pediatrics. 2004. Vol. 114. P. 73–78.
- 17. *Iacono, G.*, Gastrointestinal symptoms in infancy: a population-based prospective study / G. Iacono, R. Merolla, D. D'Amico // Dig. Liver. Dis. 2005. Vol. 37. P. 432–438.
- 18. *Yong, D.* Normal bowel habit and prevalence of constipation in primary-school children / D. Young, R. Beattie // Ambulatory Child. Health. 1998. Vol. 4. P. 277–282.

FEATURES OF MORPHOFUNCTIONAL MANIFESTATIONS OF FUNCTIONAL CONSTIPATION IN CHILDREN AND ADOLESCENTS

A.L. Malykh, D.A. Malykh, N.I. Kahn

Ulyanovsk State University

In this issuer we studied the characteristics of EEG and cerebral rheoencephalography in children and adolescents with various disabilities reservoir-evacuation function of the colon (TC). We determined the prevalence of morphological and functional pathology of the digestive tract in patients with functional constipation. Suggested that the ability of EEG proktodefektografiyusurvey, carried out the compulsory consultation of the neurologist.

Keywords: functional constipation, colon, EEG, REG, dysfunction.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ И ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ

УДК 614.2

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

В.И. Горбунов, Г.В. Возженникова, И.Н. Исаева, А.С. Верушкина

Ульяновский государственный университет

В работе представлены результаты изучения качества жизни студентов-медиков во время обучения в вузе. Дана сравнительная характеристика изменений показателей физического и психического компонентов здоровья у студентов-медиков, обучающихся на первом-шестом курсах.

Ключевые слова: здоровье, студенты, качество жизни.

Введение. Проблема сохранения здоровья студенческой молодежи относится к одной из наиболее приоритетных задач на всех этапах развития общества. Здоровье студентов во многом определяют социально-психологические факторы: адаптационные способности, психо-эмоциональное напряжение, образ и условия жизни, медицинская активность, учебная нагрузка, уровень доходов и др. [1]. В свою очередь, одним из высокоинформативных и чувствительных методов, позволяющих оценить здоровье молодежи, является исследование качества жизни. По определению ВОЗ, качество жизни (КЖ), связанное со здоровьем, выделяется среди ключевых понятий современной медицины, так как позволяет дать глубокий многоаспектный анализ важных составляющих здоровья человека [2]. КЖ рассматривается как категория, включающая в себя сочетание условий жизнеобеспечения и состояния здоровья, позволяющих достичь физического, психологического и социального благополучия и самореализации [7].

Цель исследования. Изучить качество жизни студентов-медиков во время обучения в вузе путем оценки показателей физического и психического компонентов здоровья.

Материалы и методы. Выборку в исследовании составили 613 студентов, обу-

чающихся на первом-шестом курсах медицинского вуза. Структура выборки характеризуется распределением респондентов по полу, возрасту, курсу обучения в вузе. КЖ студентов-медиков исследовалось с помощью общепринятого в международной практике опросника SF-36 (Short Form Health Survey) в соответствии с требованиями Международного проекта IQOLA, разработанного для проведения популяционных исследований качества жизни [9].

Сбор данных осуществляли методом анкетирования на основе использования прямого опроса респондентов. После разъяснения целей и задач исследования опросник SF-36 заполнялся респондентом самостоятельно.

Инструмент состоит из 36 вопросов, которые формируют 8 шкал: физическое функционирование (ФФ), ролевое физическое функционирование (РФФ), интенсивность боли (ИБ), общее состояние здоровья (ОЗ), социальное функционирование (СФ), ролевое эмоциональное функционирование (РЭФ), психическое здоровье (ПЗ), жизненная активность (жизнеспособность) (Ж). Первые четыре шкалы (ФФ, РФФ, Б, ОЗ) отражают физический компонент здоровья (ФКЗ) и имеют с ним высокий уровень корреляции. Последние четыре шкалы (СФ, РЭФ, ПЗ, Ж)

измеряют психический компонент здоровья (ПКЗ) и имеют с ним высокий уровень корреляции [4]. Количество вопросов в каждой из шкал опросника варьирует от 2 до 10, на каждый вопрос предлагаются разные варианты ответов. Ответы на вопросы представлены в виде шкал Ликерта. После проведения шкалирования результаты исследования выражаются в балах от 0 до 100 по каждой из восьми шкал. Чем выше балл по шкале опросника SF-36, тем лучше показатель качества жизни [3; 5; 6].

Обработка данных осуществлялась с использованием программной среды Microsoft Office Excel 2003 и пакета статистической обработки данных SPSS 9.0.

При анализе качества данных оценивали долю пропущенных ответов, а также долю респондентов, которые ответили не менее чем на 50 % вопросов каждой шкалы.

Качество жизни студентов-медиков оценивали путем сравнительного анализа показателей физического и психического компонентов здоровья.

При сравнительном анализе средних величин в связи с ненормальным распределением показателей применяли непараметрические критерии (Манна-Уитни, Крускала-Уоллиса). Различия считали статистически значимыми при p<0,05 [8].

Результаты и обсуждение. В исследовании приняли участие 613 человек, в том числе 169 студентов первого курса (средний возраст — $18,1\pm0,8$ лет), 143 студента второго курса (средний возраст — $18,6\pm0,5$ лет), 159 студентов третьего курса (средний возраст — $19,3\pm0,6$ лет),142 студента шестого курса (средний возраст — $21,8\pm0,6$ лет). Распределение респондентов по полу следующее: 73 % составили студенты женского пола, 27 % — мужского пола.

Анализ качества данных продемонстрировал удовлетворительные характеристики заполнения опросника SF-36 респондентами. Получены следующие результаты: доля пропущенных ответов для всех анкет составила 1,8%; доля респондентов, которые ответили не менее чем на 50% вопросов каждой шкалы, — 96%. Вышеуказанные характеристики отвечают общепринятым требованиям к ана-

лизу качества данных в исследованиях качества жизни.

Прежде чем перейти собственно к оценке показателей физического и психического компонентов здоровья, представим результаты самооценки респондентами своего здоровья. Проведенное исследование показало, что лишь 5 % студентов-медиков оценили свое здоровье как отличное, 14 % - как очень хорошее, 54 % считают состояние своего здоровья хорошим, 23 % – удовлетворительным, 4 % – плохим. Среди юношей достоверно больше, чем среди девушек, удельный вес тех, кто оценивает свое здоровье как хорошее и очень хорошее (р<0,05). При этом каждый четвертый студент младших курсов дает низкую самооценку состояния своего здоровья, что может быть обусловлено большой эмоциональной нагрузкой, значительной умственной работой, необходимостью адаптации к новым условиям обучения, а у ряда студентов - и к новым условиям проживания в общежитии. Адаптация к комплексу новых факторов, специфичных для высшей школы, сопровождается, как правило, значительным напряжением компенсаторных приспособительных систем организма студентов. Это нередко приводит к последующему истощению физических резервов организма, особенно в первые годы обучения. Также следует отметить, что каждый пятый студент отмечает, что его здоровье стало несколько хуже, чем год назад. Установлено, что состояние здоровья студентов от младших курсов к старшим ухудшается. Так, удельный вес студентов, имеющих различные хронические заболевания, на первом курсе составил 21,3 %, а на шестом курсе – 26,5 %, однако данное различие не является статистически достоверным. Наиболее часто студенты отмечают у себя болезни костно-мышечной системы (26 %), органов пищеварения (18 %), нервной системы и органов чувств (13 %), органов дыхания (9%), системы кровообращения (5 %), крови и кроветворных органов (5 %), эндокринной системы (4 %).

Динамика средних значений показателей качества жизни, отражающих физический компонент здоровья студентов-медиков за годы обучения в вузе, представлена в табл. 1.

Третий курс

Шестой курс

за годы обучения в вузе (в баллах) Ролевое физическое Интенсивность Общее Физическое Группы функционирование, функционирование, состояние здоровья, боли. студентов M±δ M±δ M±δ M±δ Первый курс 91,6±11,1 68,3±31,9 $73,9\pm23,0$ $63,1\pm12,8$ 69.8 ± 10.2 $58,5\pm33,8$ $61,9\pm14,6$ Второй курс $74,3\pm21,0$

 $69,4\pm29,1$

 $70,6\pm24,3$

Таблица 1 Динамика показателей физического компонента здоровья студентов-медиков за голы обучения в вузе (в баллах)

Уровень физического функционирования, характеризующий диапазон посильной физической активности в течение дня, довольно высок у первокурсников (91,6) и понижается к третьему курсу до 89,8 баллов, к шестому – до 72,1 балла (р<0,05). Значения по шкале ролевого физического функционирования во всех группах достоверно ниже, чем по шкале физического функционирования (р<0,05). Особенно низок этот показатель у студентов второго курса, что свидетельствует о значительном ограничении физическим со-

 $89,8\pm14,0$

 $72,1\pm12,4$

стоянием их повседневной деятельности.

 $74,3\pm22,7$

 $75,1\pm24,2$

К шестому курсу уровень ролевого физического функционирования повышается до 70,6, что может быть обусловлено как особенностями обучения на старших курсах, так и тем, что большинство студентов (58,2 %) сочетают работу с учебой и (или) получают дополнительное образование.

 $62,9\pm14,5$

 $62,2\pm13,8$

Динамика средних значений показателей качества жизни, отражающих психический компонент здоровья студентов-медиков за годы обучения в вузе представлена в табл. 2.

Таблица 2 Динамика показателей психического компонента здоровья студентов-медиков за годы обучения в вузе (в баллах)

| Группы студентов | Жизненная активность, М±δ | Психическое здоровье, М±8 | Социальное функционирование, М±δ | Ролевое эмоциональное функционирование, М±8 |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|---|
| Первый курс | 64,3±16,3 | 77,6±19,6 | 59,3±35,3 | 64,3±17,0 |
| Второй курс | 56,2±16,8 | 73,6±20,2 | 47,5±36,3 | 60,1±17,9 |
| Третий курс | 64,0±16,7 | 77,0±21,6 | 60,2±34,2 | 64,4±17,1 |
| Шестой курс | 65,2±15,9 | 74,2±20,4 | 67,2±33,6 | 68,1±16,6 |

В ходе сравнительного анализа показателей ФКЗ и ПКЗ нами выявлено, что показатели психического компонента здоровья студентов-медиков всех групп достоверно имеют более низкие значения, чем показатели физического компонента здоровья (p<0,05).

По шкале жизненной активности, характеризующей жизненную энергию респондентов в противовес усталости, студенты всех курсов имеют низкие значения. По шкале ролевого эмоционального функционирова-

ния, позволяющей судить о степени влиянии эмоционального состояния на повседневную деятельность респондентов, значения у студентов на младших курсах достоверно ниже, чем у студентов на старшем курсе (p<0,05). Показатель социального функционирования, отражающий степень ограничений в социальной жизни, у студентов первого, второго и третьего курсов находится в пределах от 47,5 до 60,2, что свидетельствует о снижении интенсивности общения с другими людьми; на

шестом курсе показатель составил 67,2, что, возможно, обусловлено созданием семьи и необходимостью выбора профиля будущей специальности.

Обращает на себя внимание также тот факт, что в группе студентов-медиков второго курса показатели психического компонента здоровья по всем составляющим его шкалам достоверно ниже, чем у студентовмедиков остальных курсов (p<0,05).

В целом показатели психического компонента здоровья у первокурсников ниже, чем у выпускников, что также может быть связано с высоким уровнем психо-эмоционального напряжения в начале обучения и еще не сформировавшейся способностью адаптироваться к условиям обучения в вузе.

Выводы

- 1. Студенты-медики младших курсов имеют низкую самооценку здоровья; юноши достоверно оценивают свое здоровье выше, чем девушки.
- 2. Состояние здоровья студентовмедиков и уровень их физического функционирования ухудшаются от младших курсов к старшим.
- 3. Показатели психического компонента здоровья у первокурсников ниже, чем у выпускников.
- 4. Показатели качества жизни у студентов второго курса ниже, чем у первокурсников, что можно объяснить истощением адаптационных резервов ко второму году обучения.
- 5. Постоянное умственное и психоэмоциональное напряжение, частые нарушения режима труда, отдыха и питания приводят к снижению качества жизни студентов.

Таким образом, проблему охраны и укрепления здоровья студенческой молодежи

следует рассматривать как приоритетную медико-социальную проблему, а метод исследования качества жизни — как один из критериев оценки эффективности проводимых в отношении студентов оздоровительных мероприятий.

- 1. Горбач, Н.А. Перспективы использования метода оценки качества жизни в формировании здоровья студентов вузов / Н.А. Горбач, А.В. Жарова, М.А. Лисняк // Здравоохранение РФ. 2007. N 2. C. 43-46.
- 2. *Макаренко, С.Г.* / С.Г. Макаренко, Ж.С. Абедова // Бюл. Национального науч.-исследовательского ин-та общественного здоровья. 2004. Вып. 6. С. 77—80.
- 3. *Новик, А.А.* Концепция исследования качества жизни в медицине / А.А. Новик, Т.И. Ионова, П. Кайнд. СПб. : Элби, 1999. 140 с.
- 4. *Новик, А.А.* Руководство по исследованию качества жизни в медицине / А.А. Новик, Т.И. Ионова. СПб. : Издательский дом «Нева» ; М. : ОЛМА-ПРЕСС Звездный мир, 2002. 320 с.
- 5. Новик, А.А. Руководство по исследованию качества жизни в медицине / А.А. Новик, Т.И. Ионова ; под ред. акад. РАМН Ю.Л. Шевченко. 2-е изд. М. : ЗАО «ОЛМА Медиа Групп», 2007. 320 с.
- 6. О проблемах глобальной стратегии ВОЗ по достижению здоровья для всех в XXI веке // Вопр. экономики и управления для руководителей здравоохранения. 2002. №4 (28). С. 26–27.
- 7. Показатели качества жизни населения Санкт-Петербурга / А.А. Новик и др. // Проблемы стандартизации в здравоохранении. 2001. №4. С. 22–31.
- 8. Сергиенко, В.И. Математическая статистика в клинических исследованиях / В.И. Сергиенко, И.Б. Бондарева. М. : ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 2000. 256 с.
- 9. Cross-Cultural Comparisons of the Content of SF-36 translations across ten countries: result from the IQOLA Project / A.K. Wagner et al. // J. Clin. Epidemiol. 1998. Vol. 51, №11. P. 925–932.

ESTIMATION OF INDICATORS OF QUALITY OF LIFE OF STUDENTS OF MEDICAL HIGH SCHOOL

V.I. Gorbunov, G.V. Vozzhennikova, I.N. Isaeva, A.S. Verushkina

Ulyanovsk State University

In work results of studying of quality of life of medical students are presented during training in high school. The comparative characteristic of changes of indicators of physical and mental components of health with 1st on 6th course is given.

Keywords: health, students, quality of life.

УДК 575. 224. 4: 576. 316 (470. 323)

ТРАНСКРИПЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ЯДРЫШКООБРАЗУЮЩИХ РАЙОНОВ ХРОМОСОМ И ВЫРАЖЕННОСТЬ АДАПТАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ НА КЛЕТОЧНОМ И ОРГАНИЗМЕННОМ УРОВНЕ У ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ИЗОЛЯЦИИ РАССТОЯНИЕМ

И.Н. Медведев, И.В. Амелина

Курский институт социального образования (филиал) РГСУ

В популяции коренных жителей Курской области количество индивидуумов с низкой активностью ядрышкообразующих районов (ЯОР) хромосом составляет 29 %, со средним – 41 %, с высоким – 30 % при средней функциональной активности ЯОР хромосом 19,46±0,13 у.е. При этом только для лиц со средней транскрипционной активностью ЯОР свойственен оптимальный уровень хромосомных аберраций при наибольшей адаптивности соматометрических показателей, обусловливающих наилучшую приспособленность организма к среде и максимальную вероятность его выживания.

Ключевые слова: ядрышкообразующие районы хромосом, Ад-полиморфизм, хромосомные аберрации, морфометрические показатели, коренные жители Курской области, изоляция расстоянием, адаптация.

Формирование адаптационных характеристик организма зависит от факторов, определяемых средой и наследственностью. Видное место в кругу последних занимает активность белоксинтетического аппарата клеток, в работе которого важную роль играет транскрипционная активность ядрышкообразующих районов (ЯОР) хромосом, являющихся матрицей для синтеза рибосомальных рибонуклеиновых кислот (рРНК) [1]. Функциональная активность этих районов хромосом изучается с помощью метода селективной окраски серебром (Ад) ЯОР хромосом [10]. Суммарный размер АдЯОР десяти акроцентрических хромосом (10АдЯОР), выраженный в условных единицах (у.е.), принято рассматривать как критерий активности ЯОР, служащий основой для сравнения индивидуальных геномов по данному признаку (Ag-полиморфизм) [3].

В литературе встречаются отдельные работы по изучению фенотипического проявления транскрипционной активности ЯОР хромосом при хромосомных аномалиях, при действии мутагенных факторов и крайне мало сведений о степени влияния самой активности ЯОР на процессы спонтанного мутагенеза как одного из важных показателей адаптивных возможностей организма на клеточном уровне [6].

Ввиду того, что ЯОР хромосом через синтез рРНК участвуют в работе белоксинтезирующего аппарата, они способны влиять на процессы роста и развития, участвуя на организменном уровне в формировании устойчивости к неблагоприятным условиям внешней среды [5; 7].

В доступных источниках имеются лишь отрывочные сведения о влиянии функционального полиморфизма ЯОР на морфофункциональные признаки на уровне клетки и организма у человека [3; 4]. Данная информация не до конца систематизирована и не позволяет судить о влиянии активности ЯОР на адаптационные возможности у человека, в т.ч. в длительно существующих популяциях.

Цель исследования. Оценить воздействие транскрипционной активности ЯОР хромосом на уровень хромосомных аберраций (ХА) и выраженность соматометрических показателей у коренных жителей Курской области.

Материалы и методы. Материалом настоящего исследования послужили морфометрические показатели и периферическая кровь 215 добровольцев зрелого возраста (средний возраст – 43,5±6,1 лет) из случайной выборки жителей Курской области (150 женщин и 65 мужчин), испытывающих изоляцию расстоянием, под которой понималось заключение браков между жителями одной местности в радиусе 30 км на протяжении не менее 3 поколений.

Культивирование крови и приготовление препаратов метафазных хромосом проводили по общепринятой методике [3; 8]. Клетки фиксировали в фиксаторе Карнуа (метанол + уксусная кислота) в соотношении 3:1 в течение трех часов. Посадку, культивирование лимфоцитов крови и приготовление препаратов проводили строго стандартно во всех случаях. После приготовления препараты выдерживали при комнатной температуре для окраски нитратом серебра 7–14 дней.

Транскрипционная активность ЯОР хромосом определялась по методу W.M. Howell et al. (1975) на световом микроскопе «Биолам» (увеличение 10×90). Активность ЯОР определяли путем визуальной оценки преципитирования серебра в индивидуальных акроцентрических хромосомах по 5-балльной системе от «0» (окраска отсутствует — данный ЯОР неактивен) до «4» у.е. (высокоинтенсивная окраска).

Проводя оценку выраженности хромосомных аберраций, хромосомные препараты окрашивали с помощью красителя Романовского-Гимзы на воде в соотношении 1:50 без предварительной обработки в течение 10 мин. У одного человека наблюдали не менее 100 метафазных пластинок, занося результаты просмотра в протокол с указанием типа повреждения хромосомы (хромосомные или хроматидные), ее группы (А, В, С, Д, Е, F, G) и координаты метафазной пластинки в системе координат поля зрения микроскопа «Биолам». Уровень ХА выражался в проценте поврежденных клеток к общему числу просмотренных метафаз [8].

У обследованных учитывались в качестве соматометрических признаков длина тела, ширина плеча, ширина таза, обхват плеча, обхват бедер, обхват талии, масса тела [2].

Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием пара-

метрического критерия Стьюдента (различие между сравниваемыми значениями показателей считалось достоверным при t>1,98).

Результаты и обсуждение. Активность ЯОР хромосом среди коренных жителей Курской области в общем составляла $19,46\pm0,13$ у.е. (средняя величина D-ЯОР $11,6\pm0,09$ у.е., G-ЯОР $-7,78\pm0,07$ у.е.). В общей структуре выборки группа индивидуумов с низким количеством 10AgЯОР (15-17,99 у.е.) составила 29 %, со средним (18-20,49 у.е) -41 %, с высоким -(>20,5 у.е.) -30 % от общего числа обследованных.

Вся выборка обследованных была разделена на 3 группы (I, II и III) с учетом количества 10AgяOP:

- I группа с низким количеством $10Ag \text{ AOP} 17,23 \pm 0,21$; D- $\text{AOP} 10,53 \pm 0,12$; G- $\text{AOP} 6,69 \pm 0,18$;
- II группа со средним количеством 10AgяOP 19,22±0,12; D-ЯOР±11,60±0,13; G-ЯOР 7,61±0,12;
- III группа с высоким количеством $10Ag \text{ AOP} 21,77 \pm 0,19$; D-ЯОР $13,12 \pm 0,19$; G-ЯОР $8,55 \pm 0,16$.

Обследованные мужчины и женщины были, в свою очередь, разделены на три группы (I, II, III) также с учетом имеющегося у них количества 10AgЯOP.

Мужчины:

- I группа с низким количеством $10Ag \text{ AOP} 17,10\pm0,19; \text{ D-AOP} 10,24\pm0,12; G-AOP} 6,86\pm0,11;$
- II группа со средним количеством $10AgROP 19,37\pm0,12$; D- $ROP 11,56\pm0,08$; G- $ROP 7,81\pm0,07$;
- III группа с высоким количеством 10Ag9OP $21,73\pm0,23$; D-9OP $13,21\pm0,13$; G-9OP $8,52\pm0,11$.

Женщины:

- I группа с низким количеством $10Ag \text{ AOP} 17,40\pm0,12; \text{ D-AOP} 10,24\pm0,12; G-AOP} 7,16\pm0,11;$
- II группа со средним количеством $10 \text{Ag} \text{ AOP} 19,38 \pm 0,08$; D-ЯОР $11,56 \pm 0,08$; G-ЯОР $7,82 \pm 0,07$;
- III группа с высоким количеством $10 \text{Ag} \text{ЯОР} 21,76 \pm 0,14$; D-ЯОР $13,21 \pm 0,13$; G-ЯОР $8,55 \pm 0,11$.

Общий уровень ХА у коренных жителей Курской области составил 1,11±0,09 с превалированием одиночных (0,56±0,06) и парных фрагментов (0,43±0,05) (табл. 1).

Таблица 1

среди жителей Курской области

Показатели уровня хромосомных аберраций

| Параметры | Величина среднего значения его ошибки ($\overline{X} \pm SE$), n =215 |
|---------------------------------|---|
| Количество клеток с ХА | 1,07±0,08 |
| Количество ХА (на 100 кл.) | 1,11±0,09 |
| Общее количество фрагментов | 1,22±0,08 |
| Кол-во обменов | 0,12±0,03 |
| Количество одиночных фрагментов | 0,56±0,06 |
| Количество парных фрагментов | 0,43±0,05 |
| Количество хромосомных обменов | 0,07±0,02 |
| Количество хроматидных обменов | 0,05±0,03 |

Хромосомные и хроматидные обмены представлены оказались незначительно (0,12±0,03). Половых различий по количеству ХА найдено не было.

Был проведен сравнительный анализ встречаемости ХА в различных по количеству 10АдЯОР группах жителей Курской области (табл. 2).

Таблица 2 Уровень хромосомных аберраций у коренных жителей Курской области с различной активностью ЯОР хромосом

| ЧОВ | Средние зн | иачения и его (X ± SE), n= | средняя ошибка 215 | Достоверность различий сравниваемых групп | | | |
|-------------------------------------|------------|-------------------------------|-----------------------|--|----------|-----------|--|
| XA | I, n=64 | II, n=90 | III, n=61 | I–II, t | I–III, t | II–III, t | |
| Клеток с ХА | 0,96±0,12 | 1,2±0,14 | 0,70±0,11 | 2,18 | 3,25 | 6,01 | |
| Количество ХА | 1,01±0,12 | 1,25±0,12 | 0,70±0,13 | 2,01 | 3,88 | 6,00 | |
| Количество фрагментов | 1,11±0,12 | 1,35±0,12 | 0,84±0,13 | 2,09 | 3,50 | 5,60 | |
| Количество обменов | 0,09±0,03 | 0,10±0,03 | 0,08±0,06 | * | * | * | |
| Количество одиночных фрагментов | 0,49±0,09 | 0,69±0,09 | 0,24±0,08 | 2,22 | 5,02 | 5,03 | |
| Количество парных фрагментов | 0,43±0,09 | 0,51±0,07 | 0,22±0,07 | * | 3,5 | 2,91 | |
| Количество хромосом- ных обменов | 0,06±0,02 | 0,07±0,03 | 0,06±0,04 | * | * | * | |
| Количество хроматид- ных обменов | 0,03±0,02 | 0,04±0,02 | 0,02±0,01 | * | * | * | |

I – группа с низким количеством 10AgSOP – $17,23\pm0,21$; D-SOP – $10,53\pm0,12$; G-SOP – $6,69\pm0,18$;

II – группа со средним количеством 10AgЯOP – 19,22±0,12; D-ЯOP – 11,60±0,13; G-ЯOР – 7,61±0,12;

III – группа с высоким количеством 10AgЯOP – 21,77±0,19; D-ЯOP – 13,12±0,19; G-ЯOР – 8,55±0,16;

^{* –} полученные величины различий не имели статистической значимости.

Наиболее высокий уровень XA наблюдался в группе со средним количеством 10AgяOP, наиболее низкий – в группе с высоким количеством 10AgяOP.

Между группами обследуемых с низким и средним количеством 10AgЯOP наблюдались различия по количеству клеток с XA (t=2,18), количеству XA (t=2,01), общему числу фрагментов (t=2,09) и одиночных фрагментов (t=2,22). Различия между группами обследуемых с низким и высоким уровнем 10AgЯOP по критерию Стьюдента были более выраженными по числу клеток с XA (t=3,25), XA (t=3,88), общему количест-

ву фрагментов (t=3,50), числу одиночных (t=5,02) и парных фрагментов (t=3,50). Достоверные различия между группами обследуемых со средним и высоким количеством 10AgЯOP наблюдались по количеству клеток с XA (t=6,01), XA (t=6,0), общему количеству фрагментов (t=5,60), уровню одиночных (t=5,04) и парных фрагментов (t=2,91) хромосом.

Соматометрические показатели среди обследованных жителей Курской области женского и мужского пола в целом не отличались от среднероссийских показателей [9] (табл. 3).

Таблица 3 Морфометрические показатели у коренных жителей Курской области

| Параметры | Женщины, n=150, $\overline{X} \pm Sx$ | Мужчины, n=65, X ± Sx |
|-------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Рост (см) | 160,06±0,59 | 172,00±0,12 |
| Масса (кг) | 68,51±1,22 | 72,63±0,22 |
| Индекс массы тела | 26,76±0,46 | 24,35±0,07 |
| Обхват талии (см) | 86,04±1,17 | 87,49±0,17 |
| Обхват бедер (см) | 104,67±0,92 | 117,29±0,17 |
| Обхват плеча (см) | 29,19±0,32 | 28,44±0,40 |
| Длина ноги (см) | 86,99±0,57 | 90,49±0,07 |
| ОТ/ОБ | 0,81±0,01 | 0,91±0,01 |
| Ширина плеч (см) | 40,94±0,28 | 42,96±0,06 |
| Ширина таза (см) | 34,20±0,31 | 33,49±040 |

Выяснено, что в группах мужчин и женщин соматометрические показатели достоверно возрастали по мере увеличения количества 10AgЯOP (табл. 4).

При сравнении групп обследуемых женщин с низким и средним количеством 10AgЯOP наибольшие различия наблюдались по росту (t=11,69), индексу массы тела (t=8,15), отношениям обхвата талии к обхвату бедер (t=13,33), ширине таза (t=19,33) и плеча (t=20,62). Между группами женщин со средним и высоким количеством 10AgЯOP выраженность различий по морфометрическим показателям была несколько ниже, но оставалась статистически значимой. Наибольшие различия наблюдались по росту (t=6,56), обхвату бедер (t=5,10), отношению

обхвата талии к обхвату бедер (t=10,00), обхвату плеча (t=10,15) и его ширине (t=15,57). Максимально значимые различия по морфометрическим показателям отмечены при сравнении групп женщин с низким и высоким количеством 10AgЯOP по росту (t=16,14), массе тела (t=10,03), обхвату талии (t=8,95), отношению обхвата талии к обхвату бедер (t=20,00) и ширине таза (t=12,14).

При сравнении групп обследуемых мужчин с низким и средним количеством 10AgЯOP наибольшие различия по морфометрическим показателям наблюдались по росту (t=7,97), индексу массы тела (t=8,38), обхвату талии (t=7,81), длине ноги (t=12,90), отношению обхвата талии к обхвату бедер (t=12,00) и ширине таза (t=9,79) (табл. 4).

Таблица 4 Сравнительный анализ морфометрических показателей в группах мужчин (n=65) и женщин (n=150) с различной транскрипционной активностью ЯОР хромосом

| Показатели соматометрии | I, мужчины (n=20) / женщины (n=41) X ₁ ± Sx | II, мужчины (n=23) / женщины (n=64) X ₂ ± Sx | III, мужчины (n=22) / женщины (n=45) X ₃ ± Sx | Достоверность различий сравниваемых групп (мужчины-мужчины / женщины-женщины) | | |
|----------------------------|--|---|--|--|-------------|-------------|
| | | | | I–II t | II–III t | I–III t |
| Рост, см | 173,36±0,36/ 158,71±0,15 | 170,73±0,30/ 160,23±0,11 | 172,26±0,38/ 161,05±0,14 | 7,97/11,69 | 4,50/6,56 | 2,97/16,14 |
| Масса тела, кг | 69,18±0,84/ 66,65±0,31 | 72,27±0,66/ 68,81±0,22 | 75,53±0,57/ 69,76±0,31 | 4,12/8,15 | 5,23/3,58 | 8,94/10,03 |
| Индекс массы тела | 22,89±0,24/ 26,51±0,12 | 24,65±0,18/ 26,84±0,08 | 25,11±0,23/ 26,88±0,11 | 8,38/3,30 | 2,19/* | 9,45/3,22 |
| Обхват талии, см | 84,18±0,65/ 86,74±0,32 | 88,40±0,42/ 85,54±0,21 | 89,00±0,49/ 86,16±0,29 | 7,81/4,53 | */2,48 | 8,46/1,93 |
| Обхват бедер, см | 94,45±0,49/ 103,68±0,22 | 97,2±0,31/ 104,63±0,18 | 98,13±0,67/ 105,65±0,22 | 6,87/4,75 | 2,04/5,10 | 6,47/8,95 |
| Обхват плеча, см | 28,91±0,15/ 29,27±0,07 | 28,00±0,15/ 29,43±0,06 | 28,53±0,14/ 28,77±0,07 | 6,07/2,46 | 3,65/10,15 | 2,62/7,69 |
| Длина ноги, см | 91,64±0,26/ 86,67±0,15 | 88,93±0,16/ 86,92±0,09 | 91,2±0,20/ 87,37±0,15 | 12,90/2,08 | 12,60/3,75 | 1,91/5,83 |
| ОТ/ОБ | 0,88±0,003/ 0,84±0,002 | 0,91±0,002/ 0,82±0,001 | 0,92±0,003/ 0,81±0,001 | 12,00/13,33 | 4,00/10,00 | 13,33/20,00 |
| Ширина плеч, см | 42,09±0,17/ 40,13±0,08 | 44,00±0,22/ 41,29±0,04 | 42,66±0,18/ 41,04±0,07 | 9,79/19,33 | 6,70/4,54 | 3,26/12,14 |
| Ширина таза, см | 32,91±0,20/ 33,57±0,07 | 32,93±0,11/ 34,91±0,06 | 34,19±0,15/ 33,82±0,08 | */20,62 | 9,69/15,57 | 7,53/3,33 |

Между группами мужчин со средним и высоким количеством 10АдЯОР различия по соматометрическим показателям были несколько ниже, чем у женщин, но также достигали уровня статистической значимости (по массе тела (t=5,23), длине ноги (t=12,60), отношению обхвата талии к обхвату бедер (t=10,00), ширине таза (t=6,70) и плеча (t=9,69)). Между группами мужчин с низким и высоким количеством 10АдЯОР наиболее значимые различия по морфометрическим показателям зарегистрированы по массе тела (t=8,94), индексу массы тела (t=9,45), обхвату талии (t=8,46), отношению обхвата талии к обхвату бедер (t=13,33) и ширине плеча (t=7.53).

При проведении исследований принималось во внимание, что на людей, предки которых на протяжении нескольких поколений

проживали в том же регионе, стабильно действовали определенные факторы среды химической, биологической и радиоционной природы, вызывая функциональный отклик в основной массе клеток их организма. Это сопровождается определенным уровнем хромосомных аномалий, в т.ч. ХА, являющихся следствием проживания обследованных и их предков на данной территории и влияния существующей окружающей среды на его клетки и организм в целом [1].

Установленные достоверные различия между тремя отличающимися по количеству 10AgЯOР группами можно объяснить особенностями пролиферативной активности в этих группах. Максимальный уровень XA наблюдался в группе со средним количеством, а наименьший – в группе с высоким количеством 10AgЯOР обследуемых. Наиболее

низкий уровень ХА, отмеченный в группе с высоким количеством 10АдЯОР, можно объяснить несколькими факторами: более высокой пролиферативной активностью, приводящей к быстрой элиминации ХА, интенсивным белковым синтезом, обусловливающим ускорение репаративных процессов из-за активной генерации ферментов репарации при возможной активации у этих индивидов механизмов перехода неактивных ЯОР в активное состояние, поддерживающих в их клетках повышенное количество 10АдЯОР. Есть сведения, что при среднем количестве 10АдЯОР у индивидов отмечается амплификация ряда генов, что способствует эффективной адаптации особи к окружающей среде. Это часто сопровождается повышением ХА при оптимальной скорости пролиферации клеток, отсрочивающей наступление лимита Хейфлика и минимизирующей риск малигнизации [7]. Промежуточное положение по уровню ХА у группы с низким количеством 10АдЯОР может быть объяснено менее интенсивными у них процессами транскрипции и пролиферации [6].

У коренных жителей Курской области установлено достоверное увеличение фометрических показателей при повышении количества 10АдЯОР, что может быть объяснено нарастанием у них интенсивности синтеза белка на фоне интенсификации работы рибосомных генов, расположенных в ЯОР [3; 6]. При оценке морфометрических характеристик и уровня функционирования ЯОР установлено, что степень их взаимосвязи у женщин по всем учитываемым показателям проявляется сильнее, чем у мужчин. Проведенное исследование позволяет думать, что индивидуумы со средней транскрипционной активностью ЯОР (18,5-20,49 у.е.) обладают более выраженными адаптивными возможностями. Так, для женщин этой группы характерна наиболее тонкая талия и максимальные величины обхвата плеча, ширины таза и плеч, что выгодно отличает их от представительниц групп с низкой и высокой транскрипционной активностью ЯОР. Наибольшая ширина таза у женщин этой группы является важным адаптивным признаком организма, во многом определяющим благополучие родов.

Выраженная ширина плеч также может считаться значимым признаком высокой адаптации женского организма, поскольку определяет объем грудной клетки и, тем самым, жизненную емкость легких. Можно думать, что среднее количество 10AgяOP у женщин способствует формированию признаков, во многом закладывающих основу адаптации индивида и успешности деторождения.

При сравнении трех отличающихся по 10 АдЯОР групп мужчин также выявлены различия по всем учитываемым морфометрическим показателям. Максимальная связь у них наблюдалась между количеством 10АдЯОР и величинами массы тела, индекса массы тела, обхватом талии и бедер и их отношением. При этом у мужчин со средним количеством 10АдЯОР отмечены наиболее адаптивные морфометрические признаки, определяющие наилучшие возможности для выживания организма: средние величины массы тела, индекса массы тела, обхвата талии, обхвата бедер, ОТ/ОБ при максимальной ширине плеч.

Таким образом, у коренных жителей Курской области выявлена четкая зависимость уровня хромосомных аберраций и выраженности соматометрических признаков от степени активности ЯОР.

Заключение. В результате исследования установлена связь активности ЯОР хромосом с формированием адаптивных признаков у человека на клеточном и организменном уровне. Средняя транскрипционная активность ЯОР хромосом во многом обусловливает наилучшую приспособленность организмов к среде, повышая вероятность выживания данных особей в экстремальных условиях.

^{1.} *Каралова, Е.М.* Поведение ядер и ядрышкообразующих районов хромосом лимфоцитов / Е.М. Каралова, Л.О. Аброян, Л.О. Акопян // Цитология. -2004. -T. 46. -N24. -C. 376-380.

^{2.} *Лакин*, *Г.Ф.* Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.

^{3.} Ляпунова, Н.А. Межиндивидуальные и межклеточные различия суммарной активности рибосомных генов, выявляемые Ад-окраской ядрышкообразующих районов акроцентрических хромосом человека / Н.А. Ляпунова, Н.А. Еголина, Е.В. Мхитарова // Генетика. — 1988. — №7. — С. 1282—1287.

- 4. Ляпунова, Н.А. Цитогенетика ядрышкообразующих районов (ЯОР) хромосом человека: выделение четырех морфофункциональных вариантов ЯОР, их межиндивидуальное и межхромосомное распределение / Н.А. Ляпунова, И.А. Кравец-Мандрон, Т.Г. Цветкова // Генетика. 1998.—№9. С. 1298—1306.
- 5. Ляпунова, Н.А. Полиморфизм ядрышкообразующих районов хромосом человека: структурные и функциональные аспекты / Н.А. Ляпунова // Второй всесоюзный съезд медицинских генетиков: тез. докл. М., 1990. С. 537–538.
- 6. Ляпунова, Н.А. Рибосомные гены в геноме человека: вклад в генетическую индивидуальность и фенотипическое проявление дозы гена / Н.А. Ляпунова, Н.А. Еголина, Т.Г. Цветкова // Вестн. Российской акад. медицинских наук. $2000. N \le 5. C. 19 = 23.$
- 7. Назаренко, С.А. Фенотипический эффект функционирования ядрышкообразующих районов хромосом человека / С.А. Назаренко, О.Г. Карташева, С.Ю. Соловьева // Генетика. −1990. №5. С. 2058–2063.
- 8. Современные методы хромосомного анализа в клинико-цитогенетических исследованиях / Т.А. Залетаева и др. М.: Медицина, 1994.– 68 с.
- 9. *Трубников, В.И*. Многомерный генетический анализ антропометрических показателей. Сообщение 1. Генетическая корреляция между признаками / В.И. Трубников, В.М. Гиндилис // Вопр. антропологии. М.: Медицина, 1980.—Вып. 64. С. 94–106.
- 10. *Howell, W.M.* Differential staining of the satellite of human acrocentric chromosomes / W.M. Howell, T.E. Denton, I.R. Piamons // Experientia. 1975.– Vol. 31. P. 260–265.

TRANSCRIPTIONAL ACTIVITY NUCLES ORGANIZING REGIONS AND EXPRESSIVENESS OF ADAPTIVE CHARACTERISTICS AT THE CELLULAR LEVEL OF RADIOACTIVE TRACERS IN HUMANS AND IN ISOLATION DISTANCE

I.N. Medvedev, I.V. Amelina

Kursk Institute of Social Education (branch) Russian State Social University

Indigenous populations in the Kursk region, the number of individuals with low activity of nucleus organizing regions (NOR) is 29 %; with average – 41 %; high – 30 %, with an average of functional activity of NOR 19,46±0,13 standard unit, only for persons with moderate transcriptional activity NOR is an optimal level of chromosomal aberrations in most adaptive somatometry indicators, determining the best fitness of an organism to the environment and to maximize the chances of survival.

Keywords: nucleus organizing regions, Ag-polymorphism, chromosomal aberration, morphometrical indicators, natives of Kursk region, isolation distances, adaptation.

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

УДК 615.357

ИЗМЕНЕНИЯ МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ И НЕКОТОРЫХ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА В УСЛОВИЯХ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ В ГРУППАХ КРЫС С РАЗЛИЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ГИПОКСИИ

Ч.О. Жапаралиева, И.П. Мухамедова, А.А. Вишневский

Институт горной физиологии НАН КР

Исследованы особенности термодинамических характеристик бислоя эритроцитов и фосфоинозитидного состава плазматических мембран в группах крыс, различающихся по устойчивости к гипоксии. Инфракрасный ИК-спектральный анализ выявил, что у высокоустойчивых крыс после 75-суточного пребывания в высокогорье (3200 м) термодинамические характеристики более разнообразны и превосходят по амплитуде соответствующие показатели у средне- и низкоустойчивых к гипоксии животных.

Кариометрия показала, что у низкоустойчивых к гипоксии животных к 30-м суткам тренировки в барокамере процессы экспрессии генома имели глубокий характер. Таким образом, организм низкоустойчивых крыс «нуждался» в более радикальных перестройках внутриклеточного метаболизма для обеспечения приспособительного гомеостаза. Различные стратегии приспособительных модификаций фосфоинозитидных источников мессенджеров у крыс с неодинаковой устойчивостью к гипоксии свидетельствовали о возможности формирования индивидуальных адаптационных моделей в ответ на идентичное возмущающее действие.

Ключевые слова: индивидуальная устойчивость к гипоксии, эритроцитарные мембраны, ИК-спектральный анализ, полифосфоинозитиды

Введение. Адаптивная специализация функций любой клетки сопровождается модификацией какого-либо участка плазматических мембран за счет молекулярных перестроек или образованием новых мембран [2]. Подобная специализация может быть закреплена эволюционно, в виде генетической программы [9]. Следовательно, индивидуальная устойчивость к недостатку кислорода и программы этой устойчивости реализуются не только в особенностях функционирования регуляторных, транспортных и эффекторных систем, но и в структуре, ответственной за уровень диффузии кислорода к гемоглобину, — в мембранах эритроцитов.

Спектральный анализ эритроцитарных мембран добровольцев после их 150-дневного пребывания в условиях высокогорья (3800–4000 м над ур. м.) выявил признаки появления участков с измененной упорядоченностью – кластеров. Кроме того, отмечено изменение относительной микровязкости мембран [8]. Остается неясным, являются ли эти изменения приспособительной перестройкой, направленной на облегчение диффузии кислорода и других веществ в клетку (или из нее) или это признак структурных повреждений мембран, вызванных активацией свободно-радикальных процессов. Очевидно, что связь кластеризации и рекомпози-

ции липидного бислоя с адаптацией к высотной гипоксии можно будет считать доказанной только после экспериментальной проверки наличия корреляции между спектральными характеристиками мембран и индивидуальной высотоустойчивостью организмов. Данная проверка стала одной из задач настоящей работы.

Помимо выяснения особенностей молекулярной структуры бислоя для понимания общих и индивидуальных механизмов резистентности к недостатку кислорода важна оценка фосфолипидного состава мембран и вклад каждого отдельного вида фосфолипида. Дело в том, что в условиях гипоксической гипоксии и пониженных температур имеет место фосфолипидная и жирно-кислотная рекомпозиция, специфическая для каждого вида тканей [7]. Этот факт дает основание полагать, что фосфолипидная композиция бислоя может нести ответственность за устойчивость, в том числе индивидуальную, к гипоксической гипоксии и другим экстремальным факторам среды. Чтобы выяснить, связана ли устойчивость к гипоксии с особенностями структуры и фосфолипидной композиции плазматических мембран, крыс, перед воздействием гипоксического фактора, разделяли на группы низко-, средне- и высокоустойчивых к гипоксии животных.

Цель исследования. Идентифицировать групповые особенности термодинамических характеристик бислоя эритроцитов и фосфолипидного состава плазматических мембран при воздействии экстремальных факторов среды.

Материалы и методы. Эксперименты проведены на крысах, прошедших 30- и 75-дневную экспозицию в высокогорье (3200 м над ур. м.; июль-август; Центральный Тянь-Шань). Часть животных подвергалась гипоксической тренировке в стационарных условиях, в барокамере с проточно-вытяжной вентиляцией (6000 м над ур. м.; 6 часов в сутки; 30 дней). Животных за 30 дней до экспозиции в барокамере разделили по принципу устойчивости к гипоксии [13]. После воздействия барокамерной гипоксии изучали сосудистые и тканевые реакции головного мозга, а также изменения в супраоптико-нейрогипо-

физарной системе [10]. В группах крыс после тренировки в барокамере в тканях мозга и печени определяли содержание мембранных фосфолипидов - компонентов фосфоинозитидной мессенджерной системы - фосфатидилинозитола (РІ) и полифосфоинозитидов (poly-PI): фосфатидилинозитол-4-фосфата (PIP) и фосфатидилинозитол-4,5-дифосфата (PIP₂) модифицированным методом Т. Nakamura [14]. Навеску (400 мг) гомогенизировали дважды в 8 мл смеси хлороформ : метанол (1:1 по объему) в гомогенизаторе типа тефлон-стекло. Центрифугировали, к осадку добавляли 8 мл смеси хлороформ : метанол : HCL-конц. (200:100:1,5 по объему). Гомогенизировали дважды, супернатант удаляли. Экстракт промывали последовательно с 0,2 объема 1 М НС1, с 0,2 объема смеси хлороформ: метанол: CaC1₂ 0,02 % (3:48:47 по объему) и с 0,2 объема смеси хлороформ: метанол: НС1 1 М (3:48:47 по объему). После первых двух промывок удаляли верхнюю фазу, после третьей - верхнюю и среднюю фазы. Экстракт нейтрализовали до рН 7-8 добавлением NH₄OH и упаривали под вакуумом, после чего аликвоту наносили на пластины для тонкослойной хроматографии Silufol UV-254 (Чехия). Хроматографию проводили при комнатной температуре в системе изпропанол: аммиак (2:1 по объему). Идентифицировали образцы с помощью стандартных свидетелей и по коэффициенту форетической подвижности (Rf).

Эритроцитарные мембраны выделяли методом осмотического шока. Молекулярноструктурный статус бислоя оценивали методом инфракрасной (ИК) спектроскопии на спектрофотометре Specord M80 (Германия) в диапазоне частот от 4000 до 900 см $^{-1}$. Метод основан на анализе спектров трансмиссии электромагнитных волн инфракрасного диапазона химическими связями фосфолипидных компонентов мембран и позволяет получать интегральную количественную информацию о состоянии липидного бислоя [6; 12]. ИК-спектры сняты в температурном диапазоне от 0 °C до +50 °C с шагом +5 °C. В физиологическом диапазоне (с +20 °C до +40 °C) шаг составлял 2 °С.

Разницу средних величин оценивали по

t-критерию Стьюдента и вероятности р, которую признавали статистически значимой при p<0,05. Данные для конкретных экспериментальных точек в каждом независимом определении получали в 6-кратной повторности.

Результаты и обсуждение. ИК-спектральный анализ бислоя эритроцитов в группах крыс с разной устойчивостью к гипоксии

При изучении термодинамических характеристик эритроцитарных мембран в группах крыс, различающихся по устойчивости к гипоксии, был проведен ИК-спектральный анализ бислоя. На рис. 1 показаны различия термодинамических характеристик эритроцитарных мембран в группах крыс после 75-дневной адаптации в высокогорье (3200 м). Фоновые термодинамические пара-

метры по СН₂-группам жирных кислот мембранных фосфолипидов у низко-, средне- и высокоустойчивых к гипоксии крыс сходны, но есть особенные для каждой группы локальные фазовые переходы. Под фазовым переходом понимается переход бислоя из жидкого состояния в кристаллическое (или гелеобразное) при понижении температуры до определенного значения [3]. Температура перехода оказывается ниже - мембрану труднее заморозить, если углеводородные цепи короткие или в них содержатся двойные связи. При меньшей длине цепи взаимодействие углеводородных «хвостов» становится менее вероятным, а изломы, вызванные наличием двойных связей, мешают более компактной упаковке фосфолипидных «хвостов». [9].

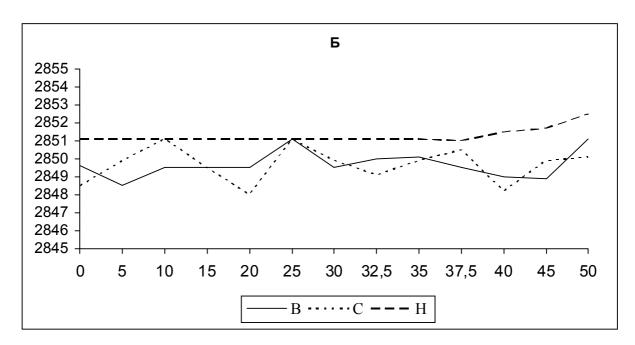


Рис. 1. Частота колебаний симметричных CH_2 -групп фосфолипидов эритроцитарных мембран крыс с различной устойчивостью к гипоксии после 75-дневной адаптации в высокогорье (3200 м).

Обозначения: по оси ординат – частота поглощения; по оси абсцисс – температура инкубации в ${}^{\circ}$ C; В – высокоустойчивые к гипоксии крысы, С – среднеустойчивые, Н – низкоустойчивые.

Фазовые переходы в группах имеют линейный характер. На третьи сутки адаптации в высокогорье во всех группах появляются ярко выраженные фазовые переходы с началом в пределах 17,3 °C. Максимумы переходов в группах различны: у высокоустойчивых крыс -33 °C (частота трансмиссии ИК-волн -2923 см $^{-1}$), у среднеус-

тойчивых -27,5 °C (частота трансмиссии ИК-волн -2923,5 см $^{-1}$), а у низкоустойчивых -27 °C (частота трансмиссии ИК-волн -2924 см $^{-1}$). Поскольку фазовые переходы, инициируемые температурой, являются объективной характеристикой структуры бислоя, есть основания говорить о различной структурной организации эритроцитар-

ных мембран в группах с различной устойчивостью к недостатку кислорода и при адаптации к высокогорью. Вместе с тем инициация локальных фазовых переходов во всех группах смещается с +15 °C к +10 °C. Эти адаптационные и термодинамические различия колебаний СН₂-групп, очевидно, определяются различиями фосфолипидного и жирно-кислотного состава эритроцитарных мембран, имеющими место при разных сроках адаптации в высокогорье [4]. Судя по изменению термодинамических характеристик, структурные липидные компоненты и липид-белковые взаимодействия меняются по мере адаптации.

Известно, что симметричные колебания жирно-кислотных структур способствуют образованию кинков (дефектов в упаковке) и, следовательно, увеличению проницаемости для гидрофильных веществ [2]. Как раз этот признак более свойственен на 75-й день адаптации средне- и высокоустойчивым к гипоксии животным по сравнению с низкоустойчивыми. Стартовые локальные симметричные колебания в высоко- и среднеустойчивых группах начинаются при +20 °C, тогда как у низкоустойчивых – при +10 °C. У средне – и высокоустойчивых групп сохраняется картина сложных фазовых переходов, тогда как у низкоустойчивой группы эта функция стремится к исходным величинам. Для низкоустойчивой группы характерна большая доля белков с неупорядоченной конформацией, выявляемая в физиологических диапазонах инкубации – от +20 °C до +40 °C.

Таким образом, полученные ИК-спектральные характеристики бислоя эритроцитов свидетельствуют о том, что уже к третьим суткам адаптации в высокогорье различная групповая модификация липидных и белковых структур ведет к особенностям фазовых переходов. Кроме того, ИКспектральный анализ эритроцитарных мембран крыс, адаптирующихся в высокогорье, продемонстрировал, что группы с различной устойчивостью к гипоксии характеризуются своими особенностями ротации концевых СН₃-групп и величины гидрофобных взаимодействий между белками и

липидами. У высокоустойчивых крыс термодинамические ИК-спектральные характеристики более разнообразны и превосходят по амплитуде соответствующие показатели у средне- и низкоустойчивых животных.

Фосфоинозитидный ответ. Известно, что низкоустойчивые к недостатку кислорода крысы по сравнению с высокоустойчивыми характеризуются неэкономичным расходованием кислорода – на единицу массы ткани в единицу времени тратят его больше чем высокоустойчивые [9]. Различия в метаболизме сочетаются с различной мембранной стратегией адаптации к воздействию физических факторов высокогорной среды. Высокоустойчивые к гипоксии крысы отличаются высоким уровнем и глубиной модификации фосфолипидного и жирно-кислотного состава мембран, тогда как у низкоустойчивых крыс адаптивная модификация фосфолипидного и жирнокислотного состава плазматических и митохондриальных мембран выражена слабее [7]. Можно было ожидать, что эти группы животных будут различаться и по характеру изменений мессенджерной регуляции приспособления. И действительно, в мозге высокоустойчивых крыс произошло более существенное, чем у низкоустойчивых крыс, повышение содержания фософолипида РІ (источника полифосфоинозитидов) на третьи сутки тренировки в барокамере -(p<0.05)116,2±14,4 % 121,0±5,6 % И (р<0,05) соответственно. На 7-е и 30-е сутки экспозиции уровень РІ в обеих группах был близок к контрольному как в ткани мозга, так и в печени. Для полифосфоинозитидов мозга также отмечалось незначительное повышение содержания на 3-и, 7-е и 30-е сутки (рис. 2). В печени наблюдалась более сложная картина. У высокоустойчивых животных на 3-и сутки тренировки уровень РІР составил 8,2 мкгР/г ткани (р<0,02), в контрольной группе – 6,4 мкгР/г ткани (p<0.02), а PIP2 -8.0 мкгР/г ткани, в контроле -6,2 мкгР/г ткани (p<0,05). На 7-е сутки содержание полифосфоинозитидов у высокоустойчивых крыс было несколько выше по сравнению с низкоустойчивыми.

К 30-м суткам уровень PIP составил 8,1 и 9,1 мкгР/г ткани, в контроле — 6,4 и 7,4 мкгР/г ткани (р<0,05 и р<0,05) у высоко- и низкоустойчивых животных соответственно. У высокоустойчивых крыс содержание PIP2 повысилось до 8,1 мкгР/г ткани (р<0,02). В низкоустойчивой группе не наблюдалось значительных изменений в содержании PIP2 во все сроки трениров-

ки, что свидетельствует о более существенных сдвигах фосфоинозитидного ответа у высокоустойчивых к гипоксии крыс (рис. 3). Вероятно, эти различия в модуляции уровней предшественников вторичных мессенджеров сказываются на формировании эффектного ответа клеток, на клеточных приспособительных возможностях.

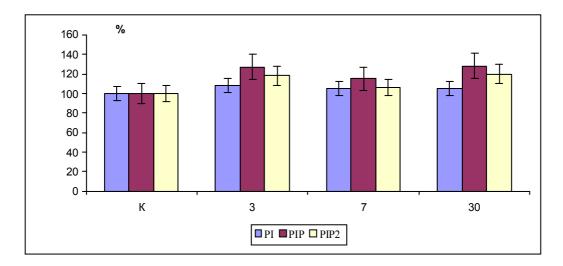


Рис. 2. Содержание фосфоинозитидов в ткани мозга крыс (высокоустойчивая группа) при экспозиции в барокамере (6000 м над ур. м., 6 ч/сут, 30 дней).

Обозначения: по оси ординат – % от контроля, по оси абсцисс – дни экспозиции, n=6.

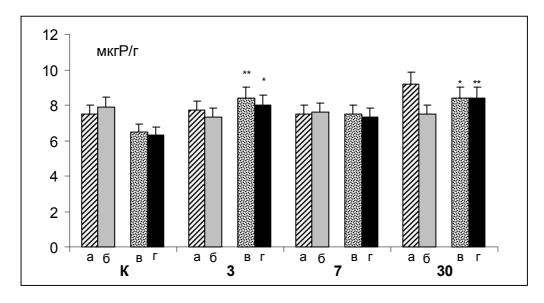


Рис. 3. Содержание полифосфоинозитидов в печени крыс, различающихся по устойчивости к гипоксии при барокамерной тренировке (6000 м над ур. м.; 6 ч/суг; 30 сут).

Обозначения: по оси ординат — микрограммы фосфоинозитидного фосфора на грамм ткани; по оси абсцисс — дни тренировки; a — уровень фосфатидилинозитол-4-фосфата (PIP) у низкоустойчивых крыс, δ — уровень фосфатидилинозитол-4,5-фосфата (PIP₂) у низкоустойчивых крыс, ϵ и ϵ — аналогичные показатели у высокоустойчивых крыс; ϵ = ϵ , * — ϵ = ϵ , * — ϵ = ϵ

Морфологические особенности. При изучении сосудистых и тканевых реакций головного мозга крыс и изменений в супраоптиконейрогипофизарной системе обнаружены расстройства в мозговом кровообращении во всех сериях опытов независимо от длительности экспозиции в барокамере, увеличение массы гипофиза у низкоустойчивых крыс в ранние сроки, а у высокоустойчивых - на 30-е сутки. У высокоустойчивых животных с первых дней тренировки относительное содержание нейросекреторного вещества в нейрогипофизе нарастает, но к 30-м суткам его содержание в обеих группах снижается до 0,5–1,0 балла, в контроле – до 2–3 баллов. Наблюдалось изменение формулы популяций нейронов в супраоптическом ядре. Наряду с активно выводящими нейросекрет нейронами 1а типа появляются нейроны 1b типа с умеренным темпом выведения, перинуклеарной локализацией. Секретообразование и секретовыведение в супраоптико-нейрогипофизарной системе в первые дни тренировки сменяется «истощением» на 30-е сутки; вероятно, происходит переход на другой режим функционирования. Кариометрия ядер и ядрышек нейронов супраоптического ядра косвенно свидетельствовала об увеличении содержания РНК нейронов и элементов глии. Для низкоустойчивой группы крыс наблюдалось выраженное увеличение объема ядер и ядрышек, в обеих группах отмечены кистоподобные полости, наполненные большим количеством лейкоцитов, без окрашенного нейросекрета, что может быть следствием дегенерации терминалей аксонов.

Гипоксия, судя по морфологическим и гистохимическим изменениям в мозгу подопытных животных, является мощным стрессирующим агентом. Анализ данных кариометрии, по которым можно судить об интенсивности процессов транскрипции и трансляции, показал, что у низкоустойчивых животных к 30-м суткам тренировки процессы приспособительной экспрессии генома носили значительно более глубокий характер, иными словами, организм низкоустойчивых крыс «нуждается» в более радикальных перестройках внутриклеточного метаболизма для обеспечения приспособительного гомеостаза.

Таким образом, изменения в параметрах фосфоинозитидной и супраоптико-нейрогипофизарной систем свидетельствует о многоплановом характере перестроек: нейроэндокринного, клеточного и субклеточного звеньев регуляции. При этом модификации на участке передачи сигнала в клетку в фосфоинозитидной мессенджерной системе заключаются в полифосфоинозитидов повышении доли (сдвиг от PI к poly-PI) в общей мембранной фракции инозитолсодержащих фосфолипидов. Именно poly-PI являются основным источником вторичных мессенджеров. Поэтому количественные изменения содержания poly-PI в мембранах - объективный показатель изменения уровня трансдукции первичного сигнала в условиях длительного воздействия возмущающего фактора [11]. Следовательно, указанные события ведут к переходу на новую ступень регуляции, обусловленную длительным воздействие экстремального фактора.

Полученные данные свидетельствуют о различной стратегии приспособительных модификаций фосфоинозитидных источников мессенджеров у крыс с неодинаковой устойчивостью к гипоксии, что подтверждает известное положение о возможности формирования индивидуальных адаптационных моделей в ответ на идентичное возмущающее действие [5].

- 1. Агаджанян, Н.А. Актуальные проблемы адаптационной, экологической и восстановительной медицины / Н.А. Агаджанян. М.: Медика, 2006. 208 с.
- 2. *Болдырев, А.А.* Окислительный стресс и мозг / А.А. Болдырев // Соросовский образовательный журнал. -2001.-T. 7, №4. -C. 21–28.
- 3. Гринштейн, С.В. Необычное поведение мембранного соматического ангеотензин-превращающего фермента в системе обращенных мицелл / С.В. Гринштейн, А.В. Левашов, О.А. Кост // Биохимия. 2001. Т. 66, вып. 1. С. 46–54.
- 4. *Ильин*, *В.А.* Роль биологических мембран в механизмах адаптации детей и подростков к условиям среднегорья / В.А. Ильин, А.О. Атыканов, Г.А. Мамбетова. Бишкек: Илим, 2000. 103 с.
- 5. *Малкин, В.Б.* Индивидуальные проявления дыхательной ритмики / В.Б. Малкин, Е.П. Гора // Успехи физиологических наук. 1996. Т. 27, №1. С. 87–100.

- 6. *Рыскулова, С.Т.* Радиационная биология мембран / С.Т. Рыскулова. М. : Энергоатомиздат, 1986.-208 с.
- 7. *Терновой, В.А.* Изменение состава и структуры липидов в различных тканях и мембранах при адаптации организма к физическим факторам высокогорья : автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.А. Терновой. Новосибирск, 1992. 25 с.
- 8. *Хабибуллова, З.И.* Сравнительный анализ молекулярной структуры эритроцитарных мембран людей, проживающих на разных высотах / З.И. Хабибуллова, А.А. Вишневский // Вестн. Кыргызско-Российского славянского университета 2004. Т. 4, №5 С. 39–42.
- 9. *Яковлев*, *В.М.* Молекулярные основы адаптации / В.М. Яковлев, А.А. Вишневский. Бишкек: КНУ, 2003. 234 с.
- 10. Изменения в структурах мозгового слоя почек крыс при адаптации к высокогорью

- / Э.А. Янгалычева и др. // Авиакосмическая и экологическая медицина. 1995. №3. С. 55–57.
- 11. *Gyton, A.* Medical Physiology / A. Gyton. London ltd., 2004. 1078 p.
- 12. Lipid-Protein interactions in human and bobine lens membranes by fourier transform Raman and Infrared spectroscopies / S. Hidetoshi et al. // Experimental. Eye Research. 1996. V. 62. P. 47–53.
- 13. *Kugimiya*, *T*. Effects of drug-induced reduction in oxihemoglobin affinity on survival time of muse in severe. Hypoxic conditions / T. Kugimiya, K. Suwa, Y. Inada // Tohoku J. Exp. Med. 1984. Vol. 144. P. 315–320.
- 14. *Nakamura, T.* A highperfomance liquid chromatographic method for the determination of polyphosphoinositides in brain / T. Nakamura, Y. Hatori, K.Yamada // Analutical Biochemisrty. 1989. Vol. 179. P. 127–130.

CHANGES OF MEMBRANES OF ERYTHROCYTES AND SOME MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL FEATURES OF THE BRAIN IN THE CONDITIONS OF A HYPOXEMIC HYPOXEMIA IN GROUPS OF RATS WITH DIFFERENT RESISTANCE TO HYPOXIA

Ch.O. Japaralieva, I.P. Muhamedova, A.A. Vishnevskii

Institute of mountains physiology, National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

The features of thermodynamics characteristics of red blood cells bilayer and phosphoinositides composition of plasmic membrane in groups of rats, with deferent resistance to hypoxia were investigated. Spectral characteristics of red blood cells bilayer suggested about features of phases changes at the low-, middle- and high-resistance to hypoxia rats. Infrared IR-spectral analysis showed, that at the high-resistance to hypoxia rats after 75-days of exposition under high altitude (3200 m), the thermodynamics characteristics more variable and exceed by the amplitude of correspond indicators at the low- and middle-resistance animals.

Measures of cell nuclear showed, that at low-resistance animals to 30-days of training in barochamber, processes of expression of genes was more significant and deep, that suggested that for organism of low-resistance rats it is necessary more radical changes of intracellular metabolism for providing adaptive homeostasis. Different strategy of adaptive modifications of phosphoinositides sources of messengers at the rats with different resistance to hypoxia gave evidence about possibility of formation individual adaptive models in response to identical outrageous influence.

Keywords: individual resistance to hypoxia, RBC membranes, IR-spectral analysis, polyphospho-inositides.

УДК 616-005.1:616.36-092

АНТИОКСИДАНТНАЯ БЕЛКОВАЯ СИСТЕМА В ПЕЧЕНИ ПРИ ОСТРОЙ КРОВОПОТЕРЕ

Д.А. Ксейко

Ульяновский государственный университет

Изучено влияние острой кровопотери на показатели антиоксидантной белковой системы в печени. Показано, что возникшая гипоксия активирует процессы перекисного окисления липидов в гепатоцитах, о чем свидетельствует увеличение уровня малонового диальдегида. Одновременно повышается активность каталазы в печени и антиоксидантный потенциал сыворотки крови, что может свидетельствовать об активации антиоксидантной защитной системы.

Ключевые слова: кровопотеря, гипоксия, печень, синтез белка, перекисное окисление липидов, антиоксидантная система.

Введение. Острая кровопотеря и связанная с ней гипоксия вызывают изменения метаболизма в тканях. В частности, печень обладает высокой чувствительностью к недостатку кислорода, что обусловлено высокой интенсивностью процессов, осуществляемых в ней [7].

Одним из ключевых механизмов повреждения клеток при ишемии, стрессе, гипоксии является чрезмерная активация свободнорадикального окисления, обусловленная повышенным уровнем образования активных форм кислорода (АФК) [2; 3; 9]. Однако известно, что повышение уровня АФК не только вызывает повреждение мембранных структур клеток, но и является стимулом для индукции защитных систем организма, в частности антиоксидантной [4; 12].

В настоящее время раскрывается роль АФК как компонента регуляторной системы, действующей при физиологических и патологических состояниях наряду с нервной, гормональной, иммунной. Показано, что, несмотря на отсутствие специфических рецепторов клеточный ответ на действие гипоксии развивается благодаря сигнальной цепи, именуемой редокс-сигнализацией, передающей внешний сигнал к клеточному ядру [12; 19]. Реакция клетки на внешний сигнал различается в зависимости от его интенсивности и от исходного соотношения проксидантов и антиоксидантов в самой клетке [11; 12].

Можно предположить, что активация свободнорадикального окисления в гепатоцитах при острой кровопотере играет информационную роль для перестройки метаболизма в них.

Цель исследования. Изучение антиоксидантной белковой системы в печени при острой кровопотере.

Материалы и методы. Работа выполнена на белых беспородных крысах массой 240—280 г. Гипоксию вызывали кровопусканием через катетер [18]. Объем кровопотери составил 2 % от массы животного. Животные были разделены на следующие группы: 1-я группа — интактные животные, 2-я группа — крысы через 6 ч после кровопотери и 3-я группа — крысы через 24 ч после кровопотери.

Исследовали содержание малонового диальдегида (МДА) [1] и активность каталазы [8] в печени. Общее содержание белка в сыворотке крови определяли унифицированным методом по биуретовой реакции [8]. Процентное содержание фракций белков сыворотки крови определяли методом электрофореза на геле агарозы на аппарате Paragon фирмы Bechmen (США). Оценку электрофореграмм проводили с помощью денситометра [8]. Статистическая обработка полученных данных производилась по критерию Стьюдента. Статистически значимыми считали различия с р<0,05. Экспериментальные исследования проводились с соблюдением биоэтических правил.

Результаты и обсуждение. Из полученных данных, представленных в табл. 1, видно, что содержание МДА в печени достовер-

но увеличивается, активность каталазы также достоверно возрастает.

Таблица 1 Система «перекисное окисление липидов – антиоксиданты» в печени белых крыс в условиях острой кровопотери (М±m, n=12)

| Показатель | Условия эксперимента | | | | |
|---------------------------|----------------------|--|---------------------------|--|--|
| | Интактные животные | 6 ч после кровопотери 24 ч после кровопотери | | | |
| МДА, мкмоль/г ткани | 93,33±17,96 | 212,73±22,65* 227,93 % | 167,37±15,48* 179,33 % | | |
| Каталаза, ммоль/с/г ткани | 3,2±1,07 | 5,1±0,66* 159,38 % | 6,0±0,45* 187,5 % | | |

Примечания: 1. * — достоверность различий по отношению к интактным животным, достоверны при p < 0.05. 2. В % указаны изменения показателей относительно соответствующих значений интактных животных.

Усиление перекисного окисления липидов в печени, о чем свидетельствует повышение уровня МДА после острой кровопотери, может быть вызвано несколькими причинами. При острой кровопотере происходит нарушение кислородтранспортной крови [5; 6]. Значительно уменьшается доставка кислорода к органам желудочно-кишечного тракта, в том числе печени, что приводит к гипоксии и ишемии печени. Гипоксия и ишемия органов являются одним из главных факторов, активирующих ПОЛ [3; 9]. Установлено, что при различных видах стресса происходит активация ПОЛ в печени [10; 15; 16]. Острая кровопотеря также сопровождается выраженной стрессорной реакцией, проявляющейся в значительном увеличении в крови концентрации катехоламинов,

активирующих ПОЛ [14].

Как известно, восстановление жидкой части крови после кровопотери в значительной степени зависит от регенерации белков плазмы. Основную роль при этом играет печень. Из данных нашего исследования, представленных в табл. 2 видно, что содержание общего белка в сыворотке крови крыс через 6 ч после кровопотери достоверно снижается на 13,11 %, а через 24 ч уже имеет тенденцию к нормализации.

Белки плазмы крови могут инактивировать активные формы кислорода, а также связывать ионы переменной валентности, инициирующие образование активных форм кислорода [17], что позволило сформулировать представление об «антиоксидантной белковой буферной системе».

Tаблица 2 Влияние острой кровопотери на белоксинтезирующий аппарат печени крыс (М \pm m, n=7)

| Показатель | Интактные животные | Время после кровопотери, ч | | |
|------------------|----------------------|----------------------------|-------------|--|
| 110Ku3u1Ct1B | THIRT HERE AND OTHER | 6 | 24 | |
| Альбумины, % | 47,53±4,50 | 52,24±6,71 | 49,96±6,82 | |
| α-глобулины, % | 12,56±0,82 | 13,66±3,49 | 15,34±4,56 | |
| β-глобулины, % | 6,33±0,51 | 25,49±3,41* | 25,20±2,94* | |
| ү-глобулины, % | 33,61±2,36 | 8,63±2,35* | 9,30±1,77* | |
| Общий белок, г/л | 70,8±4,56 | 61,52±4,41* | 66,44±4,41 | |

Примечание. * – достоверность различий по отношению к интактным животным, достоверны при p<0,05.

Таким образом, сыворотка обладает мощным АО-потенциалом, который в большей мере проявляют альбумин и β-глобулины, синтезируемые в печени [13]. В связи с этим представляет интерес выявить изменения соотношения фракций белков в сыворотке крови на фоне острой кровопотери.

Так, в содержании альбуминов и α-глобулинов в сыворотке крови прослеживается тенденция к увеличению на обоих сроках исследования по сравнению с их содержанием в сыворотке крови интактных крыс. В то же время содержание β-глобулинов достоверно значительно увеличивается как через 6 ч после кровопотери (в 4,03 раза), так и через 24 ч (в 3,98 раза).

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что содержание β -глобулинов и γ -глобулинов в сыворотке крови крыс после кровопотери изменяется наиболее существенно по сравнению с другими фракциями. Содержание β -глобулинов значительно увеличивается, а γ -глобулинов — снижается после кровопотери на обоих изученных сроках.

Таким образом, на фоне кровопотери происходит перераспределение синтеза отдельных белковых фракций. Полученные данные, вероятно, могут свидетельствовать о наличии начальной стадии ответа гепатоцитов, в которых изменяется активность уже существующих систем. Эта стадия носит регуляторный характер и способствует адаптации и выживаемости клеток в неблагоприятных условиях.

Выводы

- 1. В условиях острой кровопотери в ответ на индукцию свободнорадикального окисления в гепатоцитах повышается активность каталазы компонента антиоксидантной системы, которая защищает клетку от повреждения.
- 2. Наряду с повышением антиоксидантной активности внутриклеточной среды гепатоциты увеличивают антиоксидантный потенциал плазмы крови, оказывающий в первую очередь защиту на уровне эритроцитов.
- 1. Андреева, Л.И. Модификация метода определения перекисей липидов в тесте с тиобарби-

- туровой кислотой / Л.И Андреева, Л.А. Кожемякин, А.А. Кишкун // Лабораторное дело. — 1988. — N11. — C. 41—43.
- 2. *Андреева*, *Н.Н.* Экспериментальные и клинические аспекты применения мексидола при гипоксии / Н.Н. Андреева // Медицинский альманах. 2009. №4. С. 193–197.
- 3. *Биленко, М.В.* Ишемические и реперфузионные повреждения органов (молекулярные механизмы, пути предупреждения и лечения) / М.В. Биленко. М.: Медицина, 1989. 368 с.
- 4. Влияние повторных стрессорных воздействий с повышенной чувствительностью к гипоксии на окисление белков и липопероксидацию у крыс / В.Э. Цейликман и др. // Российский физиологический журн. им. И.М. Сеченова. 2008. Т. 94, №12. С. 1407—1413.
- 5. Дубинина, Е.Е. Роль активных форм кислорода в качестве сигнальных молекул в метаболизме тканей при состояниях окислительного стресса / Е.Е. Дубинина // Вопр. медицинской химии. -2001.-T.47, №6. -C.561–581.
- 6. Зинчук, В.В. Кислородтранспортная функция крови и прооксидантно-антиоксидантное состояние при реперфузии печени / В.В. Зинчук, М.Н. Ходосовский, И.К. Дремза // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2002. №4. С. 8–11.
- 7. Зинчук, В.В. Участие кислородзависимых процессов в патогенезе реперфузионных повреждений печени / В.В. Зинчук, М.Н. Ходосовский // Успехи физиологических наук. 2006. Т. 37, N24. С. 45—57.
- 8. Коваленко, Н.Я. Органоспецифические особенности кровоснабжения печени, почек и мозга при острой кровопотере у крыс с различной устойчивостью к циркуляторной гипоксии / Н.Я. Коваленко, Д.Д. Мациевский, Ю.В. Архипенко // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2001. №2. С. 20–22.
- 9. Медицинские лабораторные технологии и диагностика: справ.: в 2-х т. Т. 2 / под ред. А.И. Карпищенко. СПб.: Интермедика, 1999. 656 с.
- 10. *Нестеров, Ю.В.* Влияние стресс-индуцированных воздействий разной модальности и антиоксиданта на свободно-радикальные процессы в легких и печени белых крыс / Ю.В. Нестеров, А.С. Чумакова, Н.В. Турченко // Естественные науки. 2010. №3. С. 122–126.
- 11. Роль активных форм кислорода и редокссигнализации при адаптации к изменению содержания кислорода / Т.Г. Сазонтова и др. // Фізіол. журн. – 2008. – Т. 54, №2. – С. 18–32.
- 12. Сазонтова, Т.Г. Значение баланса прооксидантов и антиоксидантов равнозначных участников метаболизма / Т.Г. Сазонтова, Ю.В. Архипенко // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2007. №3. С. 2—18.
- 13. Тимербулатов, М.В. Ишемические повреждения при острой абдоминальной патологии

- / М.В. Тимербулатов, Ш.В. Тимербулатов, А.У. Султанбаев // Креативная хирургия и онкология. -2010. -№3. -C. 74–79.
- 14. *Тугушева*, Ф.А. Оксидативный стресс и хроническая болезнь почек / Ф.А. Тугушева, И.М. Зубина, О.В. Митрофанова // Нефрология. 2007. Т. 11, №3. С. 29–47.
- 15. *Хидирова, Л.Д*. Изменение баланса между активностью перекисного окисления липидов, антиоксидантной защитой и содержанием железа у крыс при экспериментальном инфаркте миокарда / Л.Д. Хидирова // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2010. Т. 2, №25. С. 216–219.
- 16. *Чумакова, А.С.* Изменение свободнорадикальных процессов в различных органах крыс разного возраста при остром стрессе / А.С. Чума-

- кова, Д.Л. Теплый, Ю.В. Нестерова // Биологические исследования. 2009. \cancel{N} 94. С. 34–37.
- 17. Increase in resistance of membrane structures in adaptation to changing oxigen level / T.G. Sazontova et al. // Adaptation Biol. Med.; eds. L.D. Lukyanova et al. New Delhi: Narosa Publ. House. 2008. V. 5 (Health Potentials). P. 307–317.
- 18. Oxidative stress and cardiovascular disease in end-stage renal failure / B. Descamps-Latscha et al. // Cardiovascular disease in end-stage failure renal failure; ed. by Loscaizo J. and London G.M. New York: Oxford University Press, 2000. P. 245–271.
- 19. *Sapirstein, R.A.* Effect of hemorrhage on the cardiac output and its distribution in the rat / R.A. Sapirstein, E.H. Sapirstein, A. Bredemeyer // Circ. Res. 1960. Vol. 8. P. 135–147.

ANTIOXIDANT PROTEIN SYSTEM IN LIVER IN THE CASE OF ACUTE BLOOD LOSS

D.A. Kseyko

The effect of acute blood loss was studied on the indices of antioxidant protein system in liver. It is shown that emerged hypoxia activates the processes of lipid peroxidation what is evidenced by increase of the level of TBA-active product. Simultaneously the activity of catalase in liver and antioxidant potential of blood serum is increasing. It can be the evidence of activation of the antioxidant protective system.

Keywords: blood loss, hypoxia, liver, protein synthesis, lipids peroxidation, antioxidant system.

УДК577.344.3

ВЛИЯНИЕ ВОЛОКОННОГО ВКР-ЛАЗЕРА НА ЭРИТРОЦИТЫ КРЫС

Л.В. Полуднякова¹, Т.П. Генинг¹, Л.А. Белозерова²

¹Ульяновский государственный университет, ²Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова

Исследовалось влияние волоконного ВКР-лазера на эритроциты крыс. Установлено, что лазерное излучение с используемыми дозами усиливает процессы липопероксидации мембран эритроцитов и стимулирует активность клеточных ферментов антиоксидантной защиты.

Ключевые слова: эритроциты, высокоинтенсивное лазерное излучение, перекисное окисление липидов, антиоксиданты.

Введение. К настоящему времени лазерное излучение прочно вошло в медицинскую практику. Прежде всего это высокоинтенсивное лазерное излучение, используемое в хирургии для нанесения поверхностных и глубоких разрезов, испарения поверхностных дефектов кожи, коагуляции и карбонизации тканей, их стерилизации. Достаточно высока терапевтическая эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ), наблюдаемая при лечении самого широкого круга заболеваний. В сочетании с фотосенсибилизатором НИЛИ применяется для избирательного разрушения опухолей (фотодинамическая терапия [3]). Однако метод фотодинамической диагностики и терапии в силу ряда вполне объективных причин остается уделом единичных специализированных учреждений. В основе причин ограничения широкого использования этого метода лежат: 1) необходимость введения экзогенных фотосенсибилизаторов; 2) высокая их фототоксичность; 3) длительность периода накопления фотосенсибилизатора опухолью (24-48 часов) и длительность снижения его концентрации в здоровой ткани; 4) относительная тропность к некоторым доброкачественным опухолям; 5) возможность аллергических реакций и высокая стоимость фотосенсибилизаторов [9]*.

В течение ряда лет защищается идея, согласно которой инфракрасный свет (λ =1264±4 нм) может напрямую возбуждать молекулы кислорода в биологических системах и тем самым вызывать регулирование метаболизма или даже гибель клеток («светокислородный эффект») [4; 5]. Исследования в этом направлении основываются на гипотезе профессора Р.В. Амбарцумяна о механизме генерации синглетного кислорода при возбуждении линий поглощения молекулярного кислорода [1].

Для подтверждения гипотезы была проведена серия экспериментов на суспензиях эритроцитов, микробах, клеточных культурах опухолей и солидных опухолях животных [4; 5; 6; 7]. Авторы отмечают, что наиболее высокая биологическая активность лазерного воздействия, особенно на опухоли, наблюдается на длине волны 1268 нм. Для получения устойчивого цитотоксического эффекта требуется увеличение плотности импульсной мощности [7]. Полученные данные являются обоснованием для совершенно нового метода лечения онкологических заболеваний - прямой фотохимической деструкции опухолей без использования экзогенных сенсибилизаторов.

Для создания мощных источников возбуждения синглетного кислорода наиболее простым представляется ВКР-преобразование излучения иттербиевого волоконного лазера [8]. Эффект вынужденного комбинаци-

 $^{^*}$ Работа поддержана ФЦП «Научные и научно-педаго-гические кадры инновационной России 2009–2013 гг.»

онного рассеяния (ВКР) — нелинейный эффект, который становится сильным в протяженных волоконных световодах за счёт концентрации интенсивного излучения на большой длине [2].

Научным центром волоконной оптики РАН совместно с Ульяновским государственным университетом разработан уникальный непрерывный иттербиевый волоконный ВКР-лазер с рабочей мощностью до 5,5 Вт и длиной волны 1,26–1,27 мкм. Его характеристики должны помочь реализовать идею прямой фотодинамической терапии [8].

Для эффективного и безопасного лечения необходимы четкие представления о механизме действия этого физического фактора на биологическую систему. Эффекты лазерного излучения часто изучаются на стандартном модельном объекте — эритроцитах. О состоянии их мембран можно судить по системе «перекисное окисление липидов (ПОЛ) — антиоксиданты (АО)». Литературных данных, посвященных воздействию ВКР-лазеров на эритроциты, мы не обнаружили.

Цель исследования. Оценка уровня ПОЛ и активности ферментов антиоксидантной системы защиты в эритроцитах при высокоинтенсивном непрерывном лазерном воздействии.

Материалы и методы. Исследования проводились на эритроцитах белых крыс. Рабочая взвесь эритроцитов ресуспендировалась в 0,85 % NaCl в соотношении 1:1 и помещалась в пластиковую кювету. Облучение велось волоконным ВКР-лазером (λ=1265 нм) непрерывно с максимальной выходной мощностью 5,5 Вт. При этом дозы, получаемые суспензией эритроцитов составили: 7,8; 10,8; 39; 54; 78; 108; 156 и 216 Дж/см². Интенсивность ПОЛ оценивалась спектрофотометрически с учетом разведения (1:100). В эритроцитах определяли концентрацию малонового диальдегида (МДА) по Л.И. Андреевой (1988); активность каталазы, глутатион-Sтрансферазы (ГТ) по А.И. Карпищенко (1999) и супероксиддисмутазы (СОД) по Nishikimi (1972). В надосадочной жидкости гемоглобинцианидным методом определялся уровень

гемоглобина. Статистическая значимость полученных результатов оценивалась с помощью критерия Стьюдента (в Stata 6.0). Различия между группами считали достоверными при p<0,05.

Результаты и обсуждение. Результаты представлены в табл. 1. Важным показателем функционального состояния мембран клеток является интенсивность процессов липопероксидации в них. Нами было изучено влияние высокоинтенсивного непрерывного облучения на процессы липопероксидации мембран эритроцитов по уровню МДА. Проведенные исследования показали, что значения МДА при лазерном облучении в дозах 7.8, 39 и 78 Дж/см² остаются на уровне контрольных значений. При других используемых нами параметрах облучения наблюдается выраженное усиление липопероксидации эритроцитарных мембран, о чем свидетельствует достоверно значимое повышение МДА по сравнению с контролем.

Высокоинтенсивное лазерное излучение активизировало ферментативное звено антиоксидантной защиты. Наиболее выраженным и достоверным оказалось повышение уровня активности СОД, катализирующей дисмутацию супероксида в кислород и пероксид водорода. При этом динамика дозозависимого изменения активности фермента носила волнообразный характер. Активность глутатион-S-трансферазы эритроцитов также возрастает при всех используемых дозах высокоинтенсивного ВКР-лазерного облучения. При этом уровень данного фермента постепенно нарастает и достигает максимума при дозе воздействия 39 Дж/см², а затем постепенно снижается, достигая контрольного уровня при дозе 216 Дж/см². В результате исследования было установлено, что облучение ВКР-лазером при дозе 7,8 Дж/см² не активизировало каталазу. Более высокие дозы высокоинтенсивного лазерного облучения вызывают повышение активности данного антиоксидантного фермента.

Возможно, в инициации наблюдаемого свободно-радикального окисления участвует синглетный кислород, образовавшийся в результате прямой фотогенерации:

3
O₂ $(^{3}\Sigma_{g}, v = 0) + hv \longrightarrow ^{1}$ O₂ $(^{1}\Delta_{g}$ или $^{1}\Sigma_{g}^{+}) \longrightarrow ^{1}$ O₂ $(^{1}\Delta_{g}, v = 0) \longrightarrow ^{3}$ O₂ $(^{3}\Sigma_{g}, v = 0) + 6uo$ \Rightarrow ϕ ϕ екты.

| Доза излучения (Дж/см²) | МДА (мкмоль/л) | Каталаза (ммоль/мин·л) | ГТ (ммоль/ мин·л) | СОД (усл. ед/л) | Гемоглобин (г/л) |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|
| Контроль | 152,15±11,41 | 9,25±0,73 | 0,033±0,007 | 0,421±0,048 | 1,57±0,13 |
| 7,8 | 150,35±8,93 | 9,06±0,71 | 0,041±0,004 | 1,733±0,330* | 3,35±0,53* |
| 10,8 | 192,38±8,98* | 11,57±0,52* | 0,046±0,007* | 1,357±0,405* | 4,15±0,47* |
| 39 | 156,35±12,25 | 11,36±1,18 | 0,057±0,005* | 1,858±0,494* | 3,55±0,32* |
| 54 | 184,16±5,76* | 12,32±0,57* | 0,050±0,006* | 1,653±0,387* | 4,20±0,54* |
| 78 | 148,91±12,92 | 10,91±0,91 | 0,048±0,005 | 2,032±0,537* | 3,76±0,75* |
| 108 | 221,57±9,63* | 10,99±0,63 | 0,047±0,004* | 1,207±0,289* | 4,30±0,46* |
| 156 | 208,91±11,71* | 15,10±0,97* | 0,050±0,002 | 2,033±0,460* | 2,92±0,38* |
| 216 | 215,81±15,19* | 10,89±0,60 | 0,034±0,010 | 1,410±0,336* | 3,31±0,51* |

Таблица 1 Состояние системы «ПОЛ – АО» в эритроцитах при воздействии ВКР-лазером

Примечание. * – различия с контрольной группой статистически значимы (p<0,05).

При развитии фотоотклика клетки происходит смена трех последовательных стадий, которые при достаточно большой дозе воздействия проявляются последовательно одна за другой. Реакция клетки на воздействие облучения начинается стереотипным возбуждением и проявляется в синхронном увеличении мембранной лабильности. Продолжающееся облучение приводит к нарастанию в клетке окисления, что вынуждает клетку перейти к активной самозащите (ферментативная борьба с окислением молекулярных структур). При возрастании фотодинамической нагрузки наступает третья фаза фотоотклика клетки - повреждение системы ионного транспорта и осмотическое набухание клетки. В результате уменьшается концентрация всех молекул и тормозятся биохимические процессы. Продолжающееся воздействие приводит к критическому набуханию клетки и наступает ее разрыв [4].

О повреждении мембран эритроцитов при лазерном воздействии свидетельствует достоверное повышение уровня гемоглобина в надосадочной жидкости. Следует отметить небольшой спад уровня гемоглобина в надосадке при дозе облучения 156 и 216 Дж/см² по сравнению с более низкими дозами воздействия, что может быть связано с термиче-

ской денатурацией гемоглобина при данных режимах воздействия [9].

Заключение. Воздействие высокоинтенсивного непрерывного лазерного излучения с используемыми параметрами усиливает процессы липопероксидации мембран эритроцитов и стимулирует активность ферментов антиоксидантной защиты.

- 1. Амбарцумян, Р.В. Лазерная фотохимическая деструкция злокачественных опухолей без экзогенных сенсибилизаторов / Р.В. Амбарцумян, В.И. Кишко, В.Г. Соколов // V Международный форум «Высокие технологии XXI века». М., 2004. С. 339.
- 2. *Бабин, С.А.* Волоконные лазеры: достижения и перспективы / С.А. Бабин // Наука Сибири. Еженедельная газета сибирского отделения РАН. №50 (2785). 23 декабря 2010 г.
- 3. *Владимиров, Ю.А.* Лазерная терапия: настоящее и будущее / Ю.А. Владимиров // Соросовский образовательный журн. 1999. №12. С. 2–8.
- 4. Захаров, С.Д. Светокислородный эффект в клетках и перспективы его применения в терапии опухолей / С.Д. Захаров, А.В. Иванов // Квантовая электроника. 1999. №9. С. 192—214.
- 5. Захаров, С.Д. Структурные перестройки в водной фазе клеточных суспензий и белковых растворов при светокислородном эффекте / С.Д. Захаров и др. // Квантовая электроника. 2003. Т. 33, №3. С. 149—162.

- 6. *Иванов, А.В.* Физические основы лазерных методов в онкологии : дис. ... д-ра физ.-мат. наук / А.В. Иванов. М., 2003. 359 с.
- 7. Корси, Л.В. Лазерный способ фотохимической деструкции опухолей без экзогенных сенсибилизаторов / Л.В. Корси, В.Г. Соколов // Лазерно-оптические системы и технологии : сб. ст. М., 2009. С. 101–106.
- 8. *Курков*, *А.С.* Волоконный ВКР-лазер для прямой фотодинамической терапии / А.С. Курков. Режим доступа: phch.mrsu.ru/2009-2/pdf/2Kurkov.pdf.
- 9. Прокопьев, В.Е. Биофизические механизмы воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения на биологические ткани и оптические методы диагностики их состояния: дис. ... д-ра физ.-мат. наук / В.Е. Прокопьев. Томск, 2004. 282 с.
- 10. Ямайкина, И.В. Денатурация гемоглобина первая стадия термогемолиза эритроцитов / И.В. Ямайкина, Е.А. Черницкий // Биофизика. 1989. T. 34, №4. С. 656–659.

THE EFFECT OF FIBER RAMAN-LASER ON ERYTHROCYTES OF RATS

L.V. Poludnyakova¹, T.P. Gening¹, L.A. Belozerova²

¹Ulyanovsk State University, ²Ulyanovsk State Pedagogical University

The effect of fiber RAMAN-laser on erythrocytes of rats was investigated. It was established that laser irradiation with doses used increases lipid peroxidation in membranes of red blood cells and stimulates the activity of cellular antioxidant enzymes.

Keywords: red blood cells, RAMAN-laser irradiation, lipid peroxidation, antioxidants.

УДК 616-066.6:577

ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ МОДИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ И ЛИПИДОВ В НЕОПЛАЗМЕ И АСЦИТИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ РАКЕ ЯИЧНИКОВ¹

Т.П. Генинг, Д.Р. Арсланова, Т.В. Абакумова, И.И. Антонеева, Е.Г. Сидоренко, С.О. Генинг

Ульяновский государственный университет

В опухолевых клетках и асцитической жидкости крыс на логарифмической и терминальной стадиях экспериментального рака яичников определяли уровень малонового диальдегида и окислительную модификацию белков. В опухолевых клетках установлено усиление перекисного окисления липидов и окислительной модификации белков в логарифмическую фазу роста.

Ключевые слова: рак яичников, опухолевые клетки, асцитическая жидкость, перекисное окисление липидов, окислительная модификация белков.

Введение. Состояние липидов и белков клеточной мембраны является определяющим для поддержания формы, функциональной активности и контактов с другими клетками. На сегодня в литературе нет единого мнения относительно активности перекисного окисления липидов (ПОЛ) в мембранах опухолевых клеток. По данным одних авторов [10; 7; 3], уровень ПОЛ снижен, антиокислительная активность и окисляемость липидов невысоки, что может объяснятьповышением уровня ненасыщенных жирных кислот. Низкий уровень последних и повышенное содержание холестерина повышают ригидность, но не снижают уровня жизнедеятельности опухолевых клеток. В то же время в динамике опухолевой прогрессии могут возникать и отбираться варианты опухолевых клеток с высоким уровнем ПОЛ.

Согласно данным литературы окислительная модификация белков (ОМБ) на сегодня может рассматриваться как один из ранних индикаторов повреждения ткани при свободно-радикальной патологии [5]. Показано, что при действии активных форм кислорода (АФК) нарушается нативная конформация белков и образуются крупные белковые агрегаты (при действии гидроксильных радикалов) либо низко молекулярные-

фрагменты (при действии гидроксильных радикалов вкупе с супероксидными анионами). Предлагаются два механизма ОМБ: первый предполагает конъюгацию липидных пероксидов с аминокислотными остатками в белках [11], второй – окисление АФК с образованием карбонильных производных. Последние – это стабильные продукты, которые формируются при металл-катализируемом окислении белков.

Таким образом, на сегодня не существует однозначных представлений о роли механизмов свободно-радикальной патологии в динамике канцерогенеза.

Цель исследования. Оценка окислительной модификации белков и липидов в неоплазме и асцитической жидкости при экспериментальном раке яичников.

Материалы и методы. Для моделирования опухоли использовали инбредных крыс в возрасте 4 месяцев массой 120 г (n=12), которым внутрибрюшинно перевивали штамм ОЯ (асцитная опухоль яичника, банк опухолевых штаммов РОНЦ им. Блохина) в объеме 0,5 мл 9-дневного инокулята (асцитическая жидкость с опухолевыми клетками). Прогрессирование данного типа опухоли проходит в три этапа: логарифмическая (на 4-й день после перевивки), стационарная (9-й день) и терминальная (14-й день) фазы.

 $^{^{1}}$ Работа выполнена при поддержке Φ ЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России».

Интенсивность ПОЛ оценивали по уровню вторичного продукта — малонового диальдегида (МДА) в тесте с тиобарбитуровой кислотой [1]. ОМБ оценивали по уровню карбонильных производных белков, которые определяли по методу Е.Е. Дубининой [4]. Уровень МДА пересчитывался на 1 мг белка, который определяли по методу Брэдфорда [8]. При статистической обработке применя-

ли непараметрический критерий Манна-Уитни (Stata v.6.0).

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований было установлено возрастание уровня карбонильных групп белков как в опухолевой ткани (ОК), так и в асцитической жидкости (АЖ) животных с экспериментальным раком яичников (РЯ) (рис. 1).

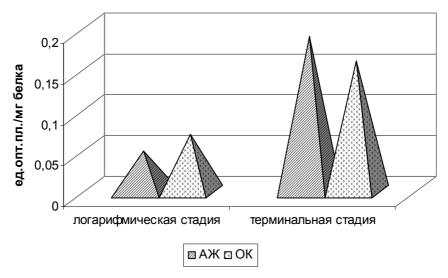


Рис. 1. Уровень карбонильных производных белков в лизате опухолевых клеток и асците в динамике канцерогенеза

В результате серии исследований, посвященных оценке окислительной модификации белков при различных патологиях, появился термин «карбониловый стресс» [16; 9], поскольку определение карбониловых производных белков в плазме, сыворотке, клетках крови [6] и тканях [14] свидетельствовало о повышении их содержания. Наиболее существенным фактом является инактивация ферментов в результате ОМБ [17]. Кроме этого, модификация белков делает их более чувствительными к протеолизу [2; 15; 13]. Т. Nystrom было высказано предположение о возможности развития карбонилового стресса и в отсутствие избыточной генерации АФК и снижение АОЗ. Этот путь связан с продукцией аберрантных белков, которые образуются, например, при стрессе, и карбонилирование необходимо для их деградации [12].

В результате проведенных исследований было установлено повышение уровня МДА в ОК и АЖ на терминальной стадии по сравнению с логарифмической (табл. 1).

Таблица 1 Уровень МДА в опухолевых клетках и асцитической жидкости асцитной опухоли яичников на различных стадиях канцерогенеза

| Стадия/субстрат | ОК, мкмоль/мг белка | АЖ, мкмоль/л |
|-----------------|---------------------|--------------|
| Логарифмическая | 10,25±0,51 | 4,25±0,31 |
| Терминальная | 18,62±1,45* | 7,43±0,57* |

Примечание. * – данные, значимо отличающиеся от таковых на предыдущей стадии.

Основными индукторами окислительной модификации белков являются АФК и продукты ПОЛ при снижении антиоксидантной защиты. АФК нарушают нативную конформацию ряда доменов белков. При этом увеличивается число гидрофобных остатков на поверхности глобул, что приводит к образованию крупных белковых конгломератов. Радикалы липидов также вызывают фрагментацию белковых молекул.

Таким образом, полученные данные позволяют предполагать возникновение оксидативного и карбонильного стресса в опухолевых клетках в логарифмическую фазу роста асцитной опухоли яичников.

Заключение. В опухолевых клетках асцитной опухоли яичников в логарифмическую фазу роста усиливаются перекисное окисление липидов и окислительная модификация белков.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России».

- 1. Андреева, Л.И. Модификация метода определения перекисей липидов в тесте с тиобарбитуровой кислотой / Л.И. Андреева, Л.А. Кожемякин, А.А. Кишкун // Лабораторное дело. 1988. Neq 11. C. 41—43.
- 2. Белоногов, Р.Н. Окислительная модификация белков и липидов крови больных раком легкого / Р.Н. Белоногов, Н.М. Титова, Ю.А. Дыхно // Сибирский онкологический журн. 2009. N24 (34). С. 48—53.
- 3. Дейчман, Г.И. Естественный отбор и ранние изменения фенотипа опухолевых клеток in vivo: приобретение новых механизмов защиты / Г.И. Дейчман // Биохимия. 2000. Т. 65, вып. $1.-\mathrm{C.}\ 92-111.$
- 4. Дубинина, Е.Е. Окислительная модификация белков / Е.Е. Дубинина, И.В. Шугалей // Успехи современной биологии. 1993. T. 11, вып. 1. C. 71-81.
- 5. Окислительная модификация белков плазмы крови больных психическими расстройствами (депрессия, деперсонализация) / Е.Е. Дубинина и др. // Вопр. медицинской химии. 2010. №4. С. 389–409.

- 6. Жаворонок, Т.В. Участие тиосульфидной системы в регуляции окислительной модификации белков в нейтрофилах при окислительном стрессе / Т.В. Жаворонок, Е.А. Степовая, Г.В. Петина // Фундаментальные исследования. − 2007. − №12. − С. 383.
- 7. *Франциянц, Е.М.* Перекисное окисление липидов в патогенезе опухолевой болезни: автореф. дис. . . . д-ра биол. наук / Е.М. Франциянц. Ростов н/Д, 1997. 48 с.
- 8. *Bradford, M.M.* A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding / M.M. Bradford // Anal. Biochem. 1976. Vol. 72. P. 248–254.
- 9. Protein carbonylation, cellular dysfunction, and disease progression / I. Dalle-Donne et al. // Cell Mol. Med. 2006. Vol. 10 (2). P. 389–406.
- 10. *Galeotti, T.* Oxy-radical sources, scavenger systems and membrane damage in cancer cells / T. Galeotti, S. Borello, L. Masotti // Oxygen Radicals: Systemic Events and Disease Processes. Basel: Karger, 1990. P.129–148.
- 11. *Grimsrud, P.A.* Oxidative stress and covalent modification of protein with bioaktive aldehydes / P.A. Grimsrud, H. Xie, T.J. Griffin // J. Biol. Chem. 2008. Vol. 283 (32). P. 21837–21841.
- 12. *Nystrom, T.* Role of oxidative carbonylation in protein quality control and senescence / T. Nystrom // The EMBO Journal. 2005. Vol. 24. P. 1311–1317.
- 13. Protein carbonylation, cellular dysfunction, and disease progression / I. Dalle-Donne et al. // Cell Mol. Med. -2006. Vol. 10 (2). P. 389–406.
- 14. Proteomic identification of oxidatively modified proteins in Alzheimer's disease brain. Part I: creatine kinase BB, glutamine synthase, and ubiquitin carboxy-terminal hydrolase L-1 / A. Gastegna et al. // Free Radic. Biol. Med. 2002. Vol. 33. P. 562–571.
- 15. Shringarpure, R. Protein turnover by the proteasome in aging and disease / R. Shringarpure, K.J. Davies // Free Radic. Biol. Med. 2002. Vol. 32. P. 1084–1089.
- 16. Ubiquitin conjugation is not required for the degradation of oxidized proteins by proteasome / R. Shringarpure et al. // J. Biol. Chem. 2003. Vol. 278. P. 311–318.
- 17. Stadtman, E.R. Protein oxidation / E.R. Stadtman, R.L. Levine // Ann. N.Y. Acad. Sci. 2000. Vol. 899. P. 191–208.
- 18. Walters, D.M. Oxidative stress and antioxidants in the pathogenesis of pulmonary fibrosis: a potential role for Nrf2 / D.M. Walters, H.Y. Cho, S.R. Kleeberger // Antioxidants & redox signaling. 2008. Vol. 10 (2). P. 321–332.

OXIDATIVE MODIFICATION OF PROTEINS AND LIPIDS IN THE NEOPLASM AND THE ASCITIC LIQUID AT THE EXPERIMENTAL CANCER OF OVARIES

T.P. Gening, D.R. Arslanova, T.V. Abakumova, I.I. Antoneeva, E.G. Sidorenko, S.O. Gening

Ulyanovsk State University

In tumoral cells and ascitic liquids of rats at a logarithmic and terminal stage of an experimental cancer ovary defined level malonic dialdehyde and oxidative modification of proteins. Strengthening lipid peroxidations and oxidative modification of proteins in a logarithmic growth phase is established in tumoral cells.

Keywords: cancer ovary, tumor cells, ascitic liquid, lipid peroxidation, oxidative modification of proteins.

УДК 612.135

РЕАКЦИИ СОСУДОВ МИКРОГЕМОЦИРКУЛЯЦИИ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

М.В. Воротникова, Ю.Ф. Зеркалова, М.В. Балыкин

Ульяновский государственный университет

Рассмотрены изменения газового состава крови и реакции сосудов микрогемоциркуляторного русла в различных отделах головного мозга при физических нагрузках. Физические нагрузки, наряду с напряжением функциональных систем, сопровождаются возникновением гипоксических состояний – гипоксии нагрузки. В основе лежит несоответствие между кислородным запросом локомоторных, респираторных мышц и внутренними органами в «борьбе за кислород». Изменения газового состава крови приводят к регионарным реакциям сосудов микрогемоциркуляции во всех отделах головного мозга.

Ключевые слова: головной мозг, микрогемоциркуляторное русло, физическая нагрузка, гипоксия нагрузки.

Введение. Известно, что адекватной моделью изучения компенсаторно-приспособительных реакций сердечно-сосудистой системы является физическая нагрузка, которая позволяет оценить состояние регуляторных механизмов и функциональные возможности системной и регионарной динамики [4; 3].

Показано, что при интенсивных физических нагрузках происходит перераспределение кровотока в локомоторные, респираторные мышцы и органы, принимающие участие деятельности обеспечении мышечной (сердце, печень, надпочечники и т.д.) [1; 3]. При этом имеются сведения, что при увеличении системного артериального давления, кровоснабжение головного мозга при мышечной деятельности варьирует в незначительных пределах [4; 7], что связывают с его топографией (ригидная черепная коробка) определяющей механизмы регуляции церебрального кровообращения [8; 9].

Установлено, что удовлетворение кислородного запроса в различных отделах головного мозга, при ограничении артериального притока, осуществляется за счет его внутриорганного перераспределения [9; 10]. Имеются сведения о ведущей роли гуморальной и местной (метаболической) регуляции мозгового кровообращения в этих условиях [2; 11; 12; 13], которые реализуются на уровне микроциркуляторного русла. При этом сведения об изменениях сосудов микроцирку-

ляции в головном мозге при физических нагрузках ограничены единичными исследованиями. Исходя из этого в рамках проведенного исследования была поставлена задача оценить изменения газового состава крови и реакции сосудов микрогемоциркуляции в различных отделах головного мозга у крыс при околопредельных физических нагрузках.

Материалы и методы. Исследования проводились на белых беспородных, половозрелых лабораторных крысах-самцах массой 180-200 г. Моделью физической нагрузки служило плавание при температуре воды 27-28 °C. Нагрузки выполнялись до утомления и регламентировались отказом животных от работы. Тренировки проводились ежедневно, 6 раз в неделю, на протяжении 30 суток. Животных выводили из опыта на 1, 3, 7, 15 и 30 сутки с учетом рекомендаций «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приказ Минвуза от 13.11.1984 г. №724). Под эфирным наркозом брали кровь из правого и левого желудочков сердца анаэробно в стеклянные гепаринизированные шприцы, которые помещались на лед для определения газового состава и кислотно-основного состояния (КОС) крови. В образцах артериальной и смешанной венозной крови определяли напряжение O_2 (Pa O_2 , Pv O_2), CO_2 (Pa CO_2 , PvCO₂) и рН (рНа, рНv,) с использованием

газоанализатора АМЕ1 (Дания). По нормограммам Зиггаард-Андерсена, построенным для крови крыс, рассчитывали содержание (CaO₂, CvO₂) кислорода в крови и показатели КОС. Насыщение крови кислородом (SaO₂, SvO₂) определяли при помощи кюветного оксигемометра $057~\mathrm{M}.$

В эксперименте проводилось исследование количественных изменений микроциркуляторного русла в различных отделах головного мозга. Для этого использовалась методика прижизненного инъецирования кровеносного русла водной взвесью черной туши в разведении 1:1 [5]. Инъекционная масса вводилась в кровеносное русло через левый желудочек сердца. После эвтаназии осуществляли трепанацию черепа и извлекали образцы головного мозга, которые фиксировали в 10 %-м нейтральном формалине с последующей проводкой по спиртам возрастающей концентрации и заключением в парафин. Из этого материала готовились просветленные микропрепараты общепринятыми методиками, толщиной 5 и 20 мкм. При необходимости просветленные препараты докрашивались гематокселин-эозином. На препаратах подсчитывали количество капилляров в стандартном поле зрения (N_c), наружный ($D_{a \text{ нар.}}$) и внутренний ($D_{a \text{ вн.}}$) диаметры артериол и венул (D_v). Измерения проводились с использованием окуляр-микрометра МОВ-1-15х и сетки Автандилова [2; 5].

Для математической обработки полученных данных использовались методы статистического анализа [6]. В качестве достоверного уровня значимости использовалась вероятность p<0,05, которая применяется в биологических исследованиях [6].

Результаты и обсуждение. Результаты исследования показали, что при предельных плавательных нагрузках (тренировках) газовый состав и рН артериальной крови зависят от сроков адаптации к мышечной деятельности. В 1–7-е сутки тренировки физические нагрузки приводят к выраженной артериальной гипоксемии, повышению PaCO₂ при наличии смешанного метаболического и респираторного ацидоза (табл. 1).

Таблица 1 Газовый состав артериальной крови в покое и после физической нагрузки на разных этапах плавательной тренировки (М±m)

| Показатели | Контроль | Физическая нагрузка (плавание), сутки | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|---------------------------------------|-------------|------------|-----------|--|--|--|
| | | 1 | 7 | 15 | 30 | | | |
| рО2, мм рт.ст. | 96,0±1,0 | 87,5±2,2* | 98,5±1,7 | 97,5±1,7 | 98,3±2,2 | | | |
| SaO ₂ , % | 96,5±0,2 | 93,3±0,9* | 94,0±0,9* | 97,5±1,1 | 97,2±0,8 | | | |
| СаО ₂ , об. % | 18,0±0,7 | 18,5±1,0 | 17,9 ±0,8 | 19,6±1,0 | 20,2±0,9 | | | |
| рНа | 7,39±0,01 | 7,33±0,01* | 7,35 ±0,01* | 7,44±0,02* | 7,4±0,01* | | | |
| РаСО ₂ , мм рт.ст. | 37,0±1,5 | 42,8±2,1* | 39,5±2,2 | 33,1±1,2* | 34,0 ±0,8 | | | |

Примечание. * – здесь и далее различия достоверны по сравнению с контролем (p<0,05).

В последующие сроки эксперимента (15—30 сутки) артериальная гипоксемия при нагрузках полностью компенсирована, о чем свидетельствует повышение PaO₂ и при смещении КОС крови в сторону респираторного алкалоза, что указывает на повышение эффективности внешнего дыхания и газообмена в легких.

На этом фоне имели место отчетливые реактивные изменения со стороны сосудов

микроциркуляции во всех отделах головного мозга.

Установлено, что на всем протяжении эксперимента в теменной доле коры реактивные изменения прослеживаются во всех звеньях микроциркуляторного русла (табл. 2).

Отмечается достоверное увеличение внутреннего и наружного диаметров артериальных сосудов, что коррелирует с метаболи-

ческим сдвигом КОС в артериальной крови. Наряду с увеличением просвета приносящих сосудов происходит значительное увеличение числа функционирующих капилляров с максимальным пиком на 3 сутки, что свидетельствует о высокой реактивности микросо-

судов при физических нагрузках. На этом фоне диаметр вен и венул повышен, характеризуя хороший венозный отток.

Иные соотношения установлены в белом веществе теменной доли (табл. 3).

Таблица 2 Изменение микроциркуляторного русла в теменной доле коры головного мозга при физических нагрузках в разные сроки тренировки плаванием ($M\pm m$)

| Помережения | Продолжительность тренировки (сутки) | | | | | | | |
|---------------|--------------------------------------|------------|------------|-----------|------------|------------|--|--|
| Показатели | Контроль | 1 сутки | 3 сутки | 7 сутки | 15 сутки | 30 сутки | | |
| | | | Артериолы | | | | | |
| Д.а.нар., мкм | 23,97±1,0 | 27,3±0,97* | 25,7±1,1 | 24±0,78 | 24,6±1,2 | 25,0±0,9 | | |
| Д.а.вн., мкм | 14,0±0,48 | 17,7±0,94* | 17,0±0,67 | 16,9±0,6* | 16,5±0,24* | 17,8±0,9* | | |
| | | | Капилляры | | | | | |
| N, mm² | 115,0±4,7 | 130,7±3,3* | 138,5±6,5* | 133±5,3* | 123,4±3,9 | 136,4±7,2* | | |
| Венулы | | | | | | | | |
| Д.v., мкм | 13,5±0,22 | 20,5±0,89* | 17,0±1,7* | 18,0±0,9* | 20,2±0,78* | 23,7±1,0* | | |

Tаблица 3 Изменение микроциркуляторного русла в белом веществе теменной доле коры головного мозга при физических нагрузках в разные сроки тренировки плаванием (M±m)

| Показатели | Продолжительность тренировки (сутки) | | | | | | | |
|---------------|--------------------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|--|--|
| показатели | Контроль | 1 сутки | 3 сутки | 7 сутки | 15 сутки | 30 сутки | | |
| | | | Артериолы | | | | | |
| Д.а.нар., мкм | 15,1±1,2 | 13,5±0,75 | 14,1±0,97 | 13,8±1,2 | 15,5±0,65 | 14,6±0,9 | | |
| Д.а.вн., мкм | 8,1±0,85 | 6,4±0,56 | 6,1±0,45* | 7,2±1,0 | 7,0±0,99 | 7,2±0,76 | | |
| | | | Капилляры | | | | | |
| N, mm² | 58,9±1,2 | 45,8±1,8* | 52,6±1,04* | 51,6±1,9 | 61,9±2,7 | 44,5±1,0* | | |
| Венулы | | | | | | | | |
| Д.у., мкм | 7,4±0,76 | 19,0±1,6* | 18,7±0,92* | 14,3±0,9* | 13,9±1,0* | 15,1±0,95* | | |

Установлено, что в прилежащих участках белого вещества теменной доли диаметр артериальных сосудов и капилляризация нервной ткани достоверно снижены на всем протяжении тренировки. Эти данные свидетельствуют о наличии перераспределительных реакций между корковыми и подкорковыми отделами головного мозга. Таким образом, прослеживается жесткая регуляция мозгового кровотока при максимизации системного кровообращения, ограничивающая артериальный приток, и, соответственно, объем жидких сред в ригидной черепной коробке.

Для сравнения реакций микроциркуляторного русла на действие физической нагрузки было проведено исследование микрогемоциркуляторного русла гипоталамуса, продолговатого мозга и мозжечка, имеющих более сложные пути притока, включая магистрали позвоночных артерий.

Поскольку гипоталамус является высшим вегетативным центром, можно предположить, что при физических нагрузках функциональная активность гипоталамуса резко возрастет, что требует усиленной перфузии органа (табл. 4).

 $Tаблица\ 4$ Изменение микроциркуляторного русла в гипоталамусе у крыс в контроле и при физических нагрузках в разные сроки тренировки плаванием (M \pm m)

| Показатели | Продолжительность тренировки (сутки) | | | | | | | |
|---------------|--------------------------------------|-------------|------------|-----------|------------|------------|--|--|
| показатели | Контроль | 1 сутки | 3 сутки | 7 сутки | 15 сутки | 30 сутки | | |
| | | | Артериолы | | | | | |
| Д.а.нар., мкм | 12,73±0,78 | 15,73±0,65* | 17,0±0,72* | 19,0±1,7* | 17,17±1,2* | 15,0±0,76* | | |
| Д.а.вн., мкм | 6,76±0,74 | 8,0±0,47 | 9,11±0,87* | 12,5±1,0* | 10,0±0,67* | 8,59±0,48 | | |
| | | | Капилляры | | | | | |
| N, mm² | 567,1±17,3 | 665,3±25,1* | 618±24,4* | 589±20,1 | 589,2±24,5 | 794,3±39* | | |
| | Венулы | | | | | | | |
| Д.у., мкм | 7,5±0,85 | 12,36±0,61* | 14,13±1,4* | 15,3±0,9* | 12,5±0,67* | 14,0±0,96* | | |

Действительно, результаты исследования показали, что в гипоталамусе при физических нагрузках, начиная с первого сеанса и до 30 суток тренировки, внутренний просвет артериол достоверно повышен, что свидетельствует об интенсивности артериального притока в орган. Характерно, что если в первые 7-15 суток на гистологических препаратах отмечается некоторое разрыхление сосудистой стенки, то к 30-м суткам тренировки визуально прослеживается ее уплотнение с признаками гипертрофии гладкомышечных клеток и внутренней мембраны. Эти данные свидетельствуют о формировании адаптивных сосудистых изменений, развивающихся в ответ на увеличение перфузионного давления в процессе ежедневных физических тренировок. В соответствии с изменением тонуса в артериальном звене имеет место увеличение количества функционирующих капилляров при снижении диффузиозных расстояний для O_2 . Характерно, что в гипоталамусе имеет место двух- и более кратное увеличение диаметра венул. Таким образом, результаты свидетельствуют о высокой реактивности всех звеньев микрогемоциркуляторного русла в гипоталамусе при физических нагрузках на всем протяжении месячной тренировки плаванием.

Мозжечок является одной из структур головного мозга, принимающих участие в координации произвольных и непроизвольных движений, что предполагает увеличение функциональной активности его структур при мышечной деятельности (табл. 5).

Tаблица~5 Изменение микроциркуляторного русла в мозжечке у крыс в контроле и при физических нагрузках в разные сроки тренировки плаванием (M±m)

| Помаражати | Продолжительность тренировки (сутки) | | | | | | | |
|---------------|--------------------------------------|-------------|------------|-----------|------------|-------------|--|--|
| Показатели | Контроль | 1 сутки | 3 сутки | 7 сутки | 15 сутки | 30 сутки | | |
| | | | Артериолы | | | | | |
| Д.а.нар., мкм | 14,17±0,79 | 17,76±1,03* | 18,7±1,0* | 20,0±0,9* | 14,72±1,58 | 14,9,0±0,74 | | |
| Д.а.вн., мкм | 7,7±0,49 | 10,4±0,85* | 10,58±0,3* | 10,8±0,3* | 7,61±0,81 | 7,4±0,23 | | |
| | | | Капилляры | | | | | |
| N, mm² | 122±4,1 | 132,3±5,5 | 140,5±5,0* | 116,2±6,3 | 110,1±3,4* | 125,5±5,4 | | |
| Венулы | | | | | | | | |
| Д.у., мкм | 12,6±0,97 | 18,57±0,88* | 19,62±1,0* | 16,4±0,8* | 13,2±0,74 | 21,53±0,9* | | |

Так, просвет артериальных, венозных микрососудов и количество функционирующих капилляров в мозжечке при физической нагрузке увеличиваются лишь на 1–3 сутки тренировки, с последующим снижением показателей, приближенным к данным в контроле. Оценивая полученные данные, можно полагать, что постепенное снижение активности нервных центров и, соответственно, ограничение регионарного кровотока связаны с формированием двигательного навыка у

крыс и экономизацией их двигательных функций при плавании.

Множество сенсорных, проводниковых и рефлекторных функций определяют полифункциональность продолговатого мозга в обеспечении мышечной деятельности. Кровеносное русло продолговатого мозга принимает непосредственное участие в организации гуморально-гормональных связей в организме и регуляции вегетативных функций при физических нагрузках (табл. 6).

Tаблица 6 Изменение микроциркуляторного русла в продолговатом мозге у крыс в контроле и при физических нагрузках в разные сроки тренировки плаванием (M±m)

| Помаражати | Продолжительность тренировки (сутки) | | | | | | | |
|---------------|--------------------------------------|------------|------------|-----------|------------|------------|--|--|
| Показатели | Контроль | 1 сутки | 3 сутки | 7 сутки | 15 сутки | 30 сутки | | |
| | | | Артериолы | | | | | |
| Д.а.нар., мкм | 19,2±0,98 | 21,3±0,85 | 22,4±0,32* | 23,9±0,7* | 22,3±0,78* | 21,2±1,05 | | |
| Д.а.вн., мкм | 12,5±0,45 | 15,4±0,51* | 14,0±0,83 | 15±0,34* | 14,6±0,72* | 14,1±0,82* | | |
| | | | Капилляры | | | | | |
| N, mm² | 71,3±2,2 | 116,0±3,4* | 95,7±2,3* | 105±7,8* | 94,5±2,7* | 90,0±2,9* | | |
| Венулы | | | | | | | | |
| Д.v., мкм | 14,02±0,97 | 16,48±1,30 | 19,5±1,02* | 21,6±0,6* | 18,2±0,87* | 17,2±0,52* | | |

Результаты исследования продолговатого мозга свидетельствуют о высокой реактивности сосудов микрогемоциркуляции при физических нагрузках на всех этапах месячной адаптации к мышечной деятельности. Можно полагать, что высокое перфузионное давление в позвоночных артериях приводит к расширению просвета артериол. Нельзя исключить действие на сосудистую стенку химических изменений в ликворе, т.к., по литературным данным, рН при физических нагрузках сдвигается в кислую сторону [1; 13].

Выводы

1. Анализ реакций сосудов микрогемоциркуляции в различных отделах головного мозга при физических нагрузках свидетельствует, что в наибольшей степени они выражены в коре головного мозга, гипоталамусе и продолговатом мозге независимо от сроков тренировки, что обеспечивает стабильно высокий кровоток в нервных центрах, обеспечивающих вегетативное поддержание мышечной деятельности.

2. Реактивность сосудов микрогемоциркуляции при физических нагрузках в регионах белого вещества и мозжечка увеличивается в начальный период физической нагрузки (тренировки) и снижается по мере увеличения ее продолжительности.

- 1. *Балыкин, М.В.* Газы крови и органный кровоток у собак при физических нагрузках в горах / М.В. Балыкин, Х.Д. Каркобатов, Е.В. Орлова // Физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 1993. Т. 79. №11. С. 78–85.
- 2. Верещагин, Н.В. Мозговое кровообращение / Н.В. Верещагин, В.В. Борисенко, А.Г. Власенко // Современные методы исследования в клинической неврологии. М. : Интер-Весы, 1993. 208 с.
- 3. Газовый состав и кислотно-основное состояние крови при гипоксии различного генеза / М.В. Балыкин и др. // Материалы III Всероссийской конф. с международным участием «Медико-

физиологические проблемы экологии человека». – Ульяновск, 2009. – С. 29–30.

- 4. Изменение мозгового кровотока у спортсменов при физических нагрузках / М.В. Балыкин и др. // Современные проблемы и развитие физической культуры и спорта: Материалы Международной науч.-практической конф. Архангельск, 1998. С. 154.
- 5. *Катинас, Г.С.* К методике анализа количественных показателей в цитологию / Г.С. Катинас, Ю.З. Полонский // Цитология. 1970. Т. 12. N_2 3. С. 399—403.
- 6. *Лакин, Г.Ф.* Биометрия / Г.Ф. Лакин. М. : ВШ. 1990. 253 с.
- 7. Макарова, Т.Г. Реактивность мозгового кровообращения при повторных гипоксическигиперкапнических воздействиях / Т.Г. Макарова, И.В. Антипов, М.В. Балыкин // Вестн. Тверского гос. ун-та, серия «Биология». Тверь, 2008. N27(67). С. 20—26.
- 8. *Москаленко, Ю.Е.* Кровоснабжение головного мозга / Ю.Е. Москаленко // Физиология

- кровообращения. Физиология сосудистой системы (Руководство по физиологии). Л. : Наука. 1984. С. 352–358.
- 9. *Москаленко, Ю.Е.* Мозговое кровообращение. Физико-химические приемы изучения / Ю.Е. Москаленко, А.И. Бекетов, Р.С. Орлов. Л.: Наука, 1988. 160 с.
- 10. *Мчедлишвили*, *Г.И*. Функция сосудистых механизмов головного мозга. Их роль в регуляции и в патологии мозгового кровообращения / Г.И. Мчедлишвили. Л.: Наука, 1968. 204 с.
- 11. *Babikian, V.L.* Transcranial Doppler Ultrasonography / V.L. Babikian, L.R. Wechsler. Mosby Year Book. Inc. 1993. 80 p.
- 12. Critical analysis of cerebrovascular autoregulation during reheated head-up titl / R.L. Hughson и др. Stroke. 2001 Ocl. V. 32, №10. P. 2403–2408.
- 13. *Lee*, *J.S.* Microvascular volume changes induced by exercise, heat exposure, or endotoxin injection / J.S. Lee // Amer. J. Physiol. 1994. –V. 267, №3. Pt. 2. H. 1142–1150.

REACTION OF MICROHEMOCIRCULATION VESSELS IN BRAIN AT PHYSICAL EXERCISE

M.V. Vorotnikova, Y.F. Zerkalova, M.V. Balykin

Ulyanovsk State University

The changes in the gas blood composition and reaction of microhemocirculation vessels in different parts of brain at while doing physical exercises. Physical exercises together with tension of functional systems are accompanied by hypoxia – hypoxia of exercise. The discrepancy between oxygen request of locomotory, respiratory muscles and internal organs in "oxygen fights" is in the base of these processes. The change in gas blood composition leads to regional reactions of microhemocirculation vessels in all parts of brain.

Keywords: brain, microhemocirculation bed, physical exercise, hypoxia of exercise.

УДК 57.042

ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА В РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛАХ СЕРДЦА КРЫС

С.А. Сагидова, М.В. Балыкин

Ульяновский государственный университет

Установлена внутриорганная гетерогенность изменений сосудов микрогемоциркуляции в сердце на разных этапах адаптации к прерывистой гипобарической гипоксии; на ранних этапах (1–7 сутки) реактивность сосудов микрогемоциркуляции повышена во всех отделах сердца, при наиболее выраженных реакциях в ПЖ; по мере увеличения сроков действия ППТ реактивность микрососудов в ЛЖ снижается (15 сутки), сохраняясь повышенной в миокарде ПЖ и МЖП.

Ключевые слова: гипоксическая гипоксия, сердце, микроциркуляторное русло.

Введение. Микроциркуляторное русло является неотъемлемой частью сосудистой системы, участвующей в обмене веществ между кровью и тканями.

Известно, что при повышении функциональной активности органа, когда обмен веществ в нем увеличивается, количество функционирующих капилляров возрастает [8], улучшая его кислородное обеспечение [17].

Экспериментальными исследованиями установлено, что действие острой гипоксии приводит к увеличению не только количества, но и диаметров функционирующих капилляров, что обусловливает адекватное кровоснабжение ткани органа при экстремальном воздействии.

В настоящее время имеются данные о том, что на разных уровнях микроциркуляторного русла превалируют различные механизмы регуляции сосудистого тонуса. Так, коронарные артериолы среднего калибра подвержены миогенным механизмам регуляции [20], тогда как артериолы мелкого калибра чувствительны к метаболическим стимулам [20].

В состоянии покоя нагрузка на различные отделы сердца неодинакова, что определяет характер метаболизма, кровоснабжения и кислородного обеспечения миокарда в предсердиях и желудочках.

Роль сосудов микроциркуляции в формировании процессов адаптации, их измене-

ния в различных отделах миокарда на разных этапах тренировки остаются наименее изученным вопросом, который обсуждается в немногочисленных исследованиях [5].

Цель исследования. Изучить реакции сосудов микрогемоциркуляции в различных отделах сердца при действии прерывистой гипобарической гипоксии.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели была проведена серия экспериментов на белых лабораторных крысах-самцах массой 180-200 г, и включала воздействие прерывистой гипобарической гипоксии, которая моделировалась путем снижения давления в барокамере, соответствующего «высоте» 6500 м над уровнем моря (Рв-310 мм рт.ст.) по следующей схеме: 5-минутный подъем до высоты 6500 м над уровнем моря, 1 минута – экспозиция на «высоте» и 5-минутный «спуск», после чего животные находились в течение 5 минут в условиях нормобарии. Один тренировочный сеанс включал 5 таких циклов, которые проводились ежедневно, 6 раз в неделю на протяжении 30 суток. Экспериментальные исследования проводились на 1, 7, 15 и 30 сутки гипобарических тренировок. Проведение этой серии экспериментов обусловлено необходимостью анализа морфофункциональных изменений различных отделов сердца, которые возникают у животных, находившихся в условиях барокамерной гипоксии, а также необходимостью определения структурных эквивалентов компенсаторно-приспособительных процессов в различных отделах миокарда.

Для определения реактивности сосудов микрогемоциркуляции использовалось прижизненное инъецирование кровеносного русла водной взвесью черной туши, нагретой до 38 °C, которую вводили через левый желудочек сердца [16] в модификации [6].

После эвтаназии образцы миокарда брали в области сосочковых мышц правого, левого желудочков и межжелудочковой перегородки сердца, которые фиксировались в 10 % нейтральном формалине с последующей обработкой в спиртах возрастающей концентрации, заключением в парафин и приготовлением просветленных и гистологических препаратов [12], с последующей докраской гематоксилин-эозином и по Ван-Гизон. Исследования микроциркуляторного русла производилось на серийных срезах с применением измерительной линейки в окуляре 10х, прилагаемой к микроскопу «Биолам-И», винтового окуляр-микрометра МОВ-1-15х, методикой точечного счета по морфометрической окулярной сетке в стандартном поле зрения [1]. На просветленных и гистологических препаратах определяли диаметры артериол: внутренний (D.а.вн., мкм) и наружный (D.а.нар., мкм). Исходя из этого, рассчитывали толщину стенки сосуда -Тст. (D.а.нар. – D.а.вн., мкм); диаметр венул (D.v., мкм), капилляров (D.к., мкм), мышечных волокон (Д.в., мкм). Методом точечного счета с помощью окулярной сетки [1] определяли в ткани сердца количество волокон и капилляров в стандартном поле зрения (мм²).

Для математической обработки полученных данных использовались методы статистического анализа [19] с расчетом среднего арифметического (М), квадратичного отклонения (б), допустимой ошибки средней арифметической (m), достоверности различий по t-критерию Стьюдента. В качестве достоверного уровня значимости при оценке результатов использовалась вероятность p<0,05, принятая в биологических исследованиях [19]. Статистическая обработка осуществлялась с использованием пакета компьютерных математических программ Statistica

5.5, MC Excel 2004.

Результаты и обсуждение. Увеличение объемной скорости кровотока сопряжено с повышением насосной функции сердца, что в условиях высокой функции приводит к увеличению кислородного запроса и требует соответствующего кровоснабжения миокарда [9]. Это становится возможным за счет реакций сосудов микроциркуляции, на уровне которых осуществляется органное перераспределение кровотока [5], соответствующее метаболическим потребностям ткани [13].

Известно, что при острой и хронической гипоксии тонус органных сосудов большого круга кровообращения снижается, сопровождаясь их вазодилатацией и снижением общего периферического сопротивления. При этом в сосудах малого круга кровообращения отмечается повышение тонуса и увеличение общего периферического сопротивления (феномен Эйлера-Лильестранда), что приводит к увеличению давления в легочной артерии и в правом желудочке сердца [14]. При этом установлено, что легочная гипертензия возникает уже через 60–100 сек гипоксического воздействия.

Гипоксическая легочная гипертензия приводит к увеличению нагрузки и, соответственно, функциональной активности миокарда ПЖ, что сопровождается более выраженными метаболическими изменениями в тканях и интерстициальных пространствах. Что касается межжелудочковой перегородки, то этот отдел сердца в меньшей степени подвержен динамической нагрузке, что, можно полагать, определяет характер кислородного запроса и метаболических изменений в ткани при повышении сократительной активности сердца при гипоксии [22].

Исходя из этого, можно полагать, что установленные в исследовании изменения в артериальном звене МЦР при однократной ПГГ определяются местными метаболическими механизмами регуляции сосудистого тонуса и свидетельствуют о внутриорганных различиях, которые указывают на наиболее высокую реактивность артериальных микрососудов в ПЖ и маловыраженных вазодилататорных реакциях в МЖП.

Результаты исследования показали, что

количество функционирующих капилляров и площадь их поперечного сечения увеличиваются в ЛЖ на 18,7 % и в 2 раза, в ПЖ – на 22,9 % и в 2 раза, в МЖП – на 10 % и 29 % соответственно. То есть в соответствии с реакциями артериальных приносящих микросо-

судов изменяются параметры функционирующих капилляров, которые свидетельствуют о наибольшей перфузии обменных сосудов в правом, левом желудочках и наименьших их изменениях в межжелудочковой перегородке (табл. 1).

Таблица 1 Изменения сосудов микрогемоциркуляции в миокарде левого желудочка сердца у крыс при действии прерывистой гипобарической гипоксии (M±m)

| Показатели | Продолжительность тренировки | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--|--|--|
| Hokusuresin | Контроль | 1 сутки | 7 сутки | 15 сутки | 30 сутки | | | |
| | | Арт | гериолы | | | | | |
| D.а.нар., мкм | 43,2±1,8 | 45,5±2,0 | 49,6±2,2* | 45,8±1,9 | 46,9±2,4 | | | |
| D.a.в., мкм | 31,5±1,7 | 36,9±1,5* | 37,7±1,9* | 33,9±2,2 | 33,6±2,1 | | | |
| Т.а., мкм | 11,7±1,2 | 8,6±0,7* | 11,9±1,3 | 11,9±2,1 | 12,3±0,9 | | | |
| S.a., мкм ² | 779±95 | 1068±50 | 1150±80* | 902±100 | 886±79 | | | |
| | | Кап | илляры | | | | | |
| D.к., мкм | 3,2±0,2 | 4,2±0,3* | 4,3±0,4* | 3,9±0,5 | 3,6±0,3 | | | |
| N.к., мм ² | 2733±206 | 3245±187 | 3310±196* | 3196±253 | 3207±239 | | | |
| S.к., мм ² | 0,0220±0,002 | 0,0449±0,005* | 0,0480±0,005* | 0,0381±0,004* | 0,0326±0,003* | | | |

Примечание. Здесь и далее * различия достоверны по сравнению с контролем при p<0,05.

Изменения венозных микрососудов после однократного сеанса ПГГ в целом коррелируют с изменениями артериальных и капиллярных сосудов: наиболее выраженная дилатация венул отмечается в миокарде ПЖ, несколько меньше она выражена в ЛЖ и в наименьшей степени – в МЖП.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о наличии внутриорганных особенностей реактивности всех звеньев микрогемоциркуляторного русла в сердце, которые, очевидно, сопряжены с преимущественной метаболической регуляцией сосудистого тонуса.

При рассмотрении тканевых изменений установлено, что после однократного сеанса ПГГ выраженных изменений кардиомиоцитов, их размеров и количества не отмечается, что вполне закономерно в силу кратковременного действия ПГГ. Между тем просветление ядер кардиомиоцитов и саркоплазмы, умеренное расширение интерстициальных и

паравазальных пространств являются морфологическим подтверждением высокой функциональной активности миокарда, сопровождающейся изменениями сосудистой проницаемости, возникающей уже при однократном прерывистом гипоксическом воздействии. Поскольку известно, что характер функциональных и структурных изменений зависит от силы и продолжительности раздражителя, то оценить морфофункциональные изменения в сердце при однократном сеансе ПГГ не представляется возможным. С этих позиций в исследовании были изучены изменения реактивности сосудов и тканевые изменения в различных отделах миокарда в динамике месячного курса ПГГ.

Результаты исследования показали, что направленность сосудистых изменений в целом соответствует изменениям, описанным в первый день ПГГ, однако имеются количественные отличия. Так, в ЛЖ и ПЖ просвет мелких артерий и артериол, капилляров и

венул несколько превышает данные после однократного сеанса ПГГ: в большей степени повышена площадь поперечного сечения артериол и венул, увеличены количество функционирующих капилляров и их плотность.

В МЖП также отмечается тенденция к увеличению площади поперечного сечения всех звеньев МЦР, однако эти изменения менее заметны, чем в ЛЖ и ПЖ.

Эти данные свидетельствуют, что курс ПГГ повышает реактивность всех звеньев МЦР в левом, правом желудочках и межжелудочковой перегородке. При визуальном

рассмотрении гистологических и просветленных препаратов отмечается выраженное увеличение проницаемости микрососудов. Во всех отделах миокарда прослеживается расширение паравазальных и интерстициальных пространств, на просветленных препаратах отмечаются имбибиции туши в перикапиллярных пространствах. Очевидно, эти изменения являются итогом ежедневных сеансов ПГГ и связаны с реактивными, периодически повторяющимися реакциями сосудов микрогемоциркуляции (табл. 2).

Таблица 2 Изменения сосудов микрогемоциркуляции в миокарде правого желудочка сердца у крыс при действии прерывистой гипобарической гипоксии (М±m)

| Показатели | Продолжительность тренировки | | | | | | | |
|-----------------------|------------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|--|--|--|
| Hokasaresin | Контроль | 1 сутки | 7 сутки | 15 сутки | 30 сутки | | | |
| | | Арте | ериолы | | | | | |
| D.a.нар., мкм | 40,5±1,9 | 44,3±2,5 | 44,5±2,1 | 42,4±1,6 | 43,1±1,9 | | | |
| D.a.в., мкм | 30,1±1,5 | 37,7±2,2* | 36,9±2,6* | 37,3±2,4* | 34,6±2,0* | | | |
| Т.а., мкм | 10,4±0,8 | 6,6±0,6* | 7,6±0,5* | 5,1±0,9* | 8,5±1,0* | | | |
| S.a.,мкм ² | 711±72 | 1115±94* | 1068±110* | 1092±115* | 939±75* | | | |
| | | Капи | ілляры | | | | | |
| D.к., мкм | 3,1±0,3 | 4,0±0,2* | 4,4±0,4* | 4,3±0,5* | 3,2±0,4 | | | |
| N.к., мм ² | 2310±154 | 2840±184* | 2973±215* | 2881±130* | 2810±213* | | | |
| S.k., mm ² | 0,0174±0,0019 | 0,0357±0,004* | 0,0452±0,005* | 0,0418±0,0046* | 0,0348±0,0039* | | | |

Наряду с сосудистыми имеют место тканевые реактивные изменения в миокарде. Так, в ПЖ отмечены тенденции к увеличению размеров кардиомиоцитов, просветление ядер и саркоплазмы. В ЛЖ и МЖП эти признаки выражены в меньшей степени, что может служить критерием их несколько меньшей функциональной активности.

Таким образом, результаты исследования показали, что в ранний период адаптации к ПГГ (1–7 сутки) имеет место повышение реактивности сосудов микрогемоциркуляции во всех отделах миокарда при наиболее выраженных реакциях микрососудов в миокарде ПЖ сердца, что, очевидно, связано с сохраняющейся повышенной нагрузкой на правые отделы сердца и преобладанием механизмов

местной метаболической регуляции микрососудов. По мере увеличения продолжительности адаптации к ПГГ реактивность всех звеньев МЦР имеет тенденцию к снижению, что наиболее заметно в миокарде ЛЖ сердца. Так, на 15-е сутки ПГГ просвет артериол, капилляров и венул изменяется в значительно меньшей степени, чем в предыдущие сроки эксперимента, снижается количество функционирующих капилляров.

В правом желудочке, несмотря на снижение этих показателей, размеры артериол, капилляров и венул, площадь их поперечного сечения, количество перфузируемых микрососудов достоверно превышают данные в контроле.

Имеется несколько возможных причин изменения реактивности сосудов МЦР в этот

период.

Известно, что по мере адаптации к хронической и прерывистой гипоксии функциональная активность сердца снижается [2; 5], что предполагает некоторое уменьшение роли метаболической регуляции сосудистого тонуса.

Подобные реакции сосудов МЦР сохраняются и на 30-е сутки исследования: снижена реактивность сосудов микрогемоциркуляции в миокарде ЛЖ, сравнительно более высокая реактивность сохраняется в сосудах ПЖ и в МЖП. Можно полагать, что сохраняющаяся высокая реактивность сосудов ПЖ и МЖП сопряжена, главным образом, с относительно высокой функциональной активностью ПЖ, поскольку известно, что реакции сосудов малого круга кровообращения на действие гипоксии, даже при длительном её воздействии, сохраняются, с чем специа-

листы в области горной физиологии связывают формирование «высокогорного» легочного сердца у постоянных жителей высокогорья [15].

Проведенные исследования показали, что на 15–30-е сутки прерывистой гипобарической гипоксической тренировки наряду с изменениями реактивности микрососудов возникают определенные структурные изменения, характерные для адаптации сердца к гипоксии.

Так, в ПЖ сердца достоверно увеличиваются размеры кардиомиоцитов при увеличении их ядер. На 30-е сутки отмечается уплотнение мышечных волокон, исчезают установленные в предыдущие сроки расширения паравазальных и интерстициальных пространств, имеют место признаки умеренной гипертрофии мышечных волокон, выраженные в ПЖ сердца (табл. 3).

Таблица 3 Изменения сосудов микрогемоциркуляции в межжелудочковой перегородке при действии прерывистой гипобарической гипоксии (M±m)

| Показатели | Продолжительность тренировки | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|---------------|----------------|----------------|---------------|--|--|--|
| Hokasaresin | Контроль | 1 сутки | 7 сутки | 15 сутки | 30 сутки | | | |
| | | Артер | риолы | | | | | |
| D.а.нар., мкм | 47,2±2,9 | 48,5±3,8 | 50,5±4,3 | 50,9±5,1 | 51,3±3,3 | | | |
| D.a.в., мкм | 35,1±1,7 | 36,2±1,9 | 39,5±2,1 | 40,8±1,8* | 40,2±1,5* | | | |
| Т.а., мкм | 12,1±1,3 | 12,3±1,8 | 11,0±1,6 | 10,1±1,3 | 11,1±2,2 | | | |
| S.a., мкм ² | 967±79 | 1028±110 | 1224±86* | 1306±103* | 1268±95* | | | |
| | | Капи, | лляры | | | | | |
| D.к., мкм | 3,5±0,3 | 3,8±0,4 | 4,1±0,3 | 4,3±0,2* | 3,9±0,1* | | | |
| N.к., мм ² | 2575±139 | 2825±224 | 3185±237* | 2959±221 | 2887±236 | | | |
| S.K., MM ² | 0,0248±0,0028 | 0,0320±0,0036 | 0,0420±0,0047* | 0,0430±0,0048* | 0,040±0,0044* | | | |

В ЛЖ и МЖП размеры кардиомиоцитов не изменяются при исчезновении признаков отека межуточной ткани и паравазальных пространств.

Важным критерием структурной адаптации сердца к прерывистой гипоксии могут служить данные о количественных изменениях МЦР до и после курса ПГГ, проведенные в нашей работе.

Результаты исследования показали, что

после месячного курса ПГГ достоверно увеличивается общее количество капилляров во всех отделах сердца. Так, после посмертной принудительной инъекции сосудистого русла контрастом было показано увеличение количества капилляров в ЛЖ на 8,2 % ($p \le 0,05$), в ПЖ на 10,8 % ($p \le 0,05$) и МЖП 10 % ($p \le 0,05$). В отсутствие дополнительных воздействий на сердечно-сосудистую систему очевидно, что это результат действия ПГГ. В литерату-

ре имеются сведения о том, что артериальная гипоксемия и тканевая гипоксия стимулируют ангиогенез, и уже через 4—7 суток пребывания в условиях хронической гипоксии имеет место пролиферация новых капилляров [18]. Фактором, способствующим новообразованию капилляров, является увеличение перфузионного давления в микрососудах [18], стойкое повышение которого уже через несколько дней стимулирует ангиогенез. Увеличение количества капилляров при действии ПГГ установлено в различных отделах головного мозга [11], в скелетных мышцах, в щитовидной железе [10].

Можно полагать, что отмеченное в наших исследованиях увеличение общего количества капилляров сопряжено с пролиферацией микрососудов во всех отделах сердца, несмотря на различия в описанной выше реактивности сосудов на гипоксию в левом, правом желудочках и межжелудочковой перегородке.

Известно, что увеличение сосудистого (капиллярного) резерва является фактором, расширяющим возможности миокарда, улучшающим кровоснабжение и кислородное обеспечение, и, соответственно, сократительную способность сердечной мышцы.

Можно полагать, что подобные изменения наряду с целым рядом тканевых факторов изменения сосудистого русла являются одной из причин повышения функциональных резервов сердечно-сосудистой системы у спортсменов, подвергающихся прерывистым (интервальным) гипоксическим тренировкам [2; 5; 7; 21].

Заключение. Результаты исследования свидетельствуют, что на 1–7 сутки действия прерывистой гипобарической гипоксии высокая сосудов микроциркуляции отмечается во всех отделах сердца; на 15 сутки ПГГ реактивность сосудов микроциркуляции снижается в миокарде левого желудочка сердца, оставаясь повышенной в правом желудочке и межжелудочковой перегородке, вплоть до 30-х суток действия гипоксической тренировки.

1. Автандилов, Г.Г. Медицинская морфо-

- метрия / Г.Г. Автандилов. М. : Медицина, 1990. 380 с.
- 2. Анализ сатурации гемоглобина артериальной крови кислородом на дыхание гипоксической смесью / Л.Т. Ковтун и др. // Физиология человека. 2011. Т. 37, №3. С. 64–69.
- 3. Антипов, И.В. Реактивность кардиореспираторной системы при повторных гипоксически-гиперкапнических воздействиях / И.В. Антипов // Вестн. Тверского гос. ун-та, серия «Биология». Тверь: ТГУ, 2008. №31 (91). С. 8–14.
- 4. *Балыкин, М.В.* Газовый состав крови и морфофункциональные изменения в сердце при гипобарической гипоксии / М.В. Балыкин, С.А. Сагидова, Е.С. Морозова // Вестн. новых медицинских технологий. Тула: ТулГУ, 2009. Т. XVI, №2. С. 215—217.
- 5. Балыкин, М.В. Влияние гипоксической тренировки на физическую работоспособность и функциональные резервы организма спортсменов / М.В. Балыкин, Е.Д. Пупырева, Ю.М. Балыкин // Вестн. ТвГУ. Сер. «Биология и экология», $2011.- \mathbb{N}2.- \mathbb{C}. 7-16.$
- 6. Балыкин, М.В. Системные и органные механизмы кислородного обеспечения организма в условиях высокогорья / М.В. Балыкин, Х.Д. Каркобатов // Российский физиологический журн. им. И.М. Сеченова. 2012. Т. 98, №1. С. 127–136.
- 7. Баранов, А.В. Компенсаторная реакция сердечно-сосудистой системы человека на кратковременную нормобарическую гипоксию / А.В. Баранов, М.И. Бочаров, И.М. Рощевская // Вестн. Уральской медицинской акад. науки. 2011. №3. С. 39—41.
- 8. *Белкин, В.Ш.* Морфологические аспекты адаптации к высокогорной гипоксии / В.Ш. Белкин. Душанбе: Дониш, 1990. 296 с.
- 9. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с.
- 10. Влияние прерывистой гипобарической гипоксии на морфофункциональные изменения щитовидно железы / Е.В. Васильева и др. // Вестн. ТГУ, серия «Биология и экология». Вып. 8. 2008. Т. 80, №20. С. 8—12.
- 11. Изменение реактивности сосудов микроциркуляторного русла в различных отделах головного мозга при гипобарической гипоксии / М.В. Воротникова и др. // Ученые зап. УлГУ, серия «Биология». Вып. 1 (9). Ульяновск : УлГУ, 2005. С. 34–39.
- 12. Волкова, Д.В. Основы гистологии с гистологической техникой / Д.В. Волкова, Ю.К. Елецкий. М. : Медицина, 1982. 304 с.
- 13. Γ айтон, Λ . Физиология кровообращения. Минутный объем сердца и его регуляция / Λ . Гайтон ; под ред. Г.И. Косицкого. M. : Медицина, 1969.-472 с.

- 14. *Кадыралиев, Т.К.* Структурные изменения в сосудах малого круга кровообращения при воздействии высокогорной гипоксии / Т.К. Кадыралиев, Н.К. Райымбеков // Патогенез. 2008. №3. С. 64.
- 15. *Каркобатов*, *Х.Д*. Особенности адаптации микроциркуляторного русла миокарда левого желудочка сердца у собак в высокогорье / Х.Д. Каркобатов, А.А. Айдаралиев, М.В. Балыкин // Изв. НАН КР. 2000. №2. С. 93–94.
- 16. *Катинас, Г.С.* К методике анализа количественных показателей в цитологии / Г.С. Катинас, Ю.З. Полонский // Цитология. 1970. Т. 12, №3. С. 399-403.
- 17. Концепция морфофункциональной гетерогенности и гетерохронности процессов адаптации при гипоксии / М.В. Балыкин и др. // Материалы Всерос. конф. с международным участием «Медико-физиологические проблемы экологии

- человека». Ульяновск, 2007. С. 22–24.
- 18. *Лакин, Г.Ф.* Биометрия / Г.Ф. Лакин. М. : Вища школа, 1990. 253 с.
- 19. Микроциркуляция в кардиологии / под ред. В.И. Маколкина. М.: Визарт, 2004. 136 с.
- 20. Перестройка структуры сосудистого русла при разных функциональных состояниях организма / В.Б. Кошелев и др. // Успехи физиологических наук. 1991. Т. 22, №3. С. 41–60.
- 21. Пупырева, Е.Д. Влияние гипоксической тренировки на физическую работоспособность и функциональные резервы организма спортсменов / Е.Д. Пупырева, М.В. Балыкин // Материалы IV Всероссийской конф. с международным участием «Медико-биологические проблемы экологии человека». Ульяновск, 2011. С. 224—225.
- 22. *Шидаков, Ю.Х.-М.* Высокогорная кардиология / Ю. Х.-М. Шидаков, Х.Д. Каркобатов, Ф.А. Текеева. Бишкек, 2001. С. 109–118.

INFLUENCE OF HYPOXEMIC TRAINING ON CHANGES OF MICROCIRCULATION VESSELS IN VARIOUS PARTS OF RATS' HEARTS

S.A. Sagidova, M.V. Balykin

Ulyanovsk State University

Intraorganic heterogeneity of changes in microcirculation vessels in heart at different stages of adaptation to intermittent hypoxia has been established. At early stages (1–7 days) the reactivity of microcirculation vessels is increased in all right ventricle. As the validity of intermittent hyperbaric hypoxia grows the reaction of microvessels in left ventricle decreases (15 days). The reaction remains rather high in myocard of right ventricle and interventricular septum.

Keywords: a hypobaric hypoxemia, heart, microcirculation vessels.

УДК 612.217.766

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ДЫХАНИЯ ПОД ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ДАВЛЕНИЕМ (ДОД) ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ПОСТУРАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГЕМОДИНАМИКИ

Ж.А. Донина¹, В.М. Баранов²

¹Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, ²НИИ Общей патологии и патофизиологии РАМН, Москва

На наркотизированных кошках исследовали эффективность метода дыхания под отрицательным давлением (ДОД) для коррекции гемодинамических изменений, возникающих в антиортостатическом положении (АОП-30°). Наблюдаемое в АОП повышение давлений в верхней полой и наружной яремной вене свидетельствует о затрудненном венозном оттоке из краниоцервикальных сосудов. Применение ДОД способствовало улучшению венозного оттока из сосудистой системы головы, что проявлялось в снижении давлений в яремной и верхней полой венах до уровня, соответствующего горизонтальному положению тела. ДОД не вызывало значимых изменений системной гемодинамики, паттерна дыхания и газообмена. Установленные факты позволяют сделать заключение об эффективности ДОД для снижения возможности развития венозного застоя в черепномозговых сосудах при антиортостатической нагрузке.

Ключевые слова: антиортостатическое положение, гемодинамика, дыхание под отрицательным давлением.

Введение. Постуральные воздействия (изменение положения тела в пространстве) сопровождаются перераспределением жидкостных сред организма, в том числе и объемов крови в соответствии с направлением гидростатических сил в сосудистой системе. Регионарное перераспределение крови при орто- и антиортостатическом воздействии приводит к разнонаправленным гемодинамическим сдвигам в краниальном и каудальном отделах туловища, взаимообусловленным реакциями со стороны различных висцеральных систем организма, и прежде всего в сердечно-сосудистой и дыхательной системе. Изучение постуральных реакций гемодинамики имеет большое значение для врачейклиницистов, водолазных врачей и особенно специалистов космической медицины.

В частности, в практике космической медицины антиортостатическая гипокинезия (АНОГ) используется в качестве функциональной пробы для воспроизведения и изучения последствий перераспределения крови в краниальном направлении, характерном для условий невесомости [1; 2; 3].

Продолжительное пребывание в невесомости или в условиях АНОГ вызывает сдвиги в ряде функциональных систем организма, к которым следует отнести в первую очередь сердечно-сосудистую систему [4; 9]. Перераспределение регионарных объемов крови в краниальном направлении сопровождается проявлениями в виде негативных субъективных ощущений и объективных физиологических реакций, особенно выраженных в раннем периоде адаптации к невесомости. В результате сочетанного действия таких факторов, как гиподинамия, утрата гидростатического давления крови, снижение афферентимпульсации с проприорецепторов мышц и др., наблюдаются выраженные ортостатические реакции сердечно-сосудистой системы вплоть до возникновения ортостатического коллапса [3]. В связи с этим совершенствование средств и методов профилактики, направленных на улучшение общего физического состояния и работоспособности космонавтов на начальном этапе действия невесомости, повышение ортостатической устойчивости после длительного пребывания

в невесомости являются актуальными медико-био-логическими задачами.

Профилактические средства, направленные на предупреждение или частичную компенсацию перераспределения крови, связанного с отсутствием гидростатического давления, состоят в использовании методов, искусственно воспроизводящих эффект гидростатического давления [6; 7; 8].

Применяемые методы коррекции гемодинамических сдвигов в условиях невесомости – компрессионные манжеты, отрицательное давление на нижнюю половину тела (ОДНТ) – несмотря на различие в их физических особенностях и регионах применения, основаны на едином физиологическом механизме: оттоке и депонировании некоторых объемов крови в периферическом сосудистом русле туловища и конечностей. Это способствует нормализации венозного возврата к правому сердцу, кровенаполнения головы, органов и сосудов грудной полости.

В настоящее время для коррекции перераспределения крови в краниальном направлении разработан новый метод, основанный не на ограничении притока, а на усилении оттока крови из интракраниального сосудистого бассейна по яремным венам в грудную полость, в верхнюю полую вену и камеры сердца [5]. Данный способ реализуется посредством дыхания с дозированным разрежением (дыхание под отрицательным давлением, ДОД). Такой метод профилактики исключает одну из возможных основных причин ортостатических циркуляторных расстройств - снижение венозного возврата и сердечного выброса с последующим падением артериального давления и развития сосудистого коллапса.

Цель исследования. Изучение эффективности дыхания под отрицательным давлением (ДОД) для снижения интенсивности негативных гемодинамических сдвигов при антиортостатическом моделировании перераспределения крови в краниальном направлении.

Материалы и методы. Эксперименты проведены с соблюдением основных норм и правил биомедицинской этики на 14 наркотизированных (тиопентал натрия, 40 мг/кг) тра-

хеостомированных кошках массой 3,0-3,5 кг. Для перераспределения крови в краниальном направлении использовали антиортостатическое положение с углом наклона –30° (AOП – 30°). В ходе эксперимента проводили регистрацию трахеального давления (ТД), частоты дыхания (ЧД), инспираторного внутригрудного давления (пищеводного) (ВГД), систолического и диастолического давления в бедренной артерии (АДс и АДд), давления в передней полой и наружной яремной вене (ЦВД, Ряр.в.), электрокардиограмму (ЭКГ) методом биполярного отведения сигналов. Дыхание под отрицательным давлением (ДОД) осуществляли с помощью ресивера, в котором поддерживали заданный уровень разрежения на вдохе и выдохе (-5 см вод.ст.).

Эксперименты проводили по следующему протоколу: 1 – контроль; горизонтальное положение (15 мин); 2 – АОП –30° (5 мин); 3 – АОП + ДОД (5 мин); 4 – АОП – 30° (1 мин); 5 – горизонтальное положение (15 мин).

Результаты и обсуждение. Полученные результаты (рис. 1) показали, что в АОП происходило увеличение (уменьшение негативности) инспираторного ВГД в 1,4 раза (p<0,05) по сравнению с исходным уровнем в горизонтальном положении. Повышение значений ВГД было обусловлено смещением диафрагмы в грудном направлении, увеличением внутригрудного объема крови и гипергидратацией легких, уменьшением растяжимости (compliance) и, как следствие, изменениями биомеханики дыхания [2]. Уже на 1-й мин пребывания в АОП происходило одновременное увеличение Ряр.в. в 1,7 раза (от $3,6\pm0,6$ до $6,2\pm0,5$ см вод.ст. (p<0,05)), а ЦВД – в 3 раза (от –2,0±0,4 до $3,9\pm0,8$ см вод.ст. (p<0,001)), но к 30-й минуте наблюдалась тенденция к снижению этих значений. Кроме того, увеличение Ряр.в и ЦВД сопровождалось возрастанием амплитуды колебаний, связанных с грудобрюшной механикой, деятельностью сердца и перераспределением крови в сосуды грудной полости. Переход из горизонтального положения в антиортостатическое сопровождался кратковременным подъемом АД в среднем на 20 мм рт.ст.

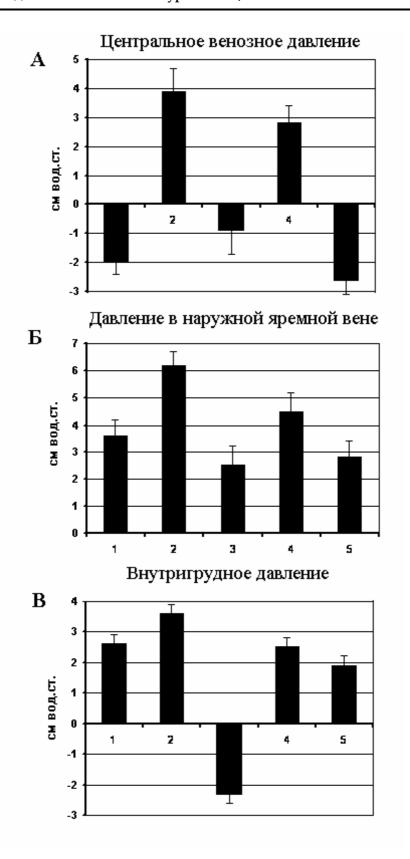


Рис. 1. Динамика центрального венозного давления (A), давления в наружной яремной вене (Б) и внутригрудного давления (В) в антиортостатическом положении (АОП) при дыхании с отрицательным давлением (ДОД).
По оси абсцисс: 1 — контроль (горизонтальное положение), 2 — АОП, 3 — АОП+ДОД,

4 – АОП; 5 – горизонтальное положение. По оси ординат: давление, см вод.ст.

В дальнейшем уровень артериального давления (АДс и АДд) превышал фоновые значения на 10–12 мм рт.ст. и не изменялся до завершения пробы с АОП. ЧСС в этот период увеличивалась в среднем на 14 уд./мин и оставалась неизменной до конца антиортостатической нагрузки. Такая реакция системной гемодинамики свидетельствует о включении регулирующей функции синокаротидных и аортальных барорецепторов (высокого давления).

При дыхании с отрицательным давлением в АОП перепад давления в трахее соответствовал $(-)5,2\pm0,4$ см вод.ст., в грудной полости $-(-)5,4\pm0,3$ см вод.ст. Во время пробы с ДОД происходило увеличение ЧД на 20 %, а измерение содержания кислорода и углекислого газа в конечной порции выдыхаемого воздуха не выявило существенных изменений фракционных концентраций этих газов. Постоянство газового состава выдыхаемого воздуха свидетельствует об отсутствии гипервентиляции, гипоксических или гиперкапнических влияний мертвого пространства дыхательного контура, использованного для ДОД. Полученные данные свидетельствуют о том, что ДОД при АОП приводило к значительному и быстрому снижению давлений в наружной яремной (в 3,2 раза) и передней полой венах (в 4,5 раза) с момента начала воздействия. Следует отметить, что реакция снижения ЦВД проявлялась несколько раньше, чем в яремной вене.

Начальный период воздействия ДОД сопровождался кратковременным повышением АД, однако в дальнейшем АД и ЧСС стабилизировались на уровне, соответствующем контрольным значениям. Немаловажным является то, что показатели системной гемодинамики практически не изменялись в течение всего периода влияния ДОД. При отключении ДОД в антиортостатическом положении вновь происходило существенное увеличение венозных давлений, однако это повышение было менее выраженным, чем до применения воздействия. Этот факт в достаточной степени свидетельствует о том, что снижение центрального венозного давления и давления в яремной вене и их стабилизация на уровне, близком к контрольным значениям в горизонтальном положении, были обусловлены исключительно влиянием ДОД.

Результаты и обсуждение. Как показали результаты проведенного исследования, в АОП происходило одновременное и значительное увеличение давлений в передней полой и наружной яремной венах, что является следствием перераспределения крови в краниальном направлении и затруднения венозного оттока из краниоцервикальных сосудов. Применение ДОД сопровождалось снижением давления в яремной и передней полой венах до уровня, наблюдавшегося в исходном горизонтальном положении. Необходимо отметить, что применявшееся воздействие не вызывало существенных изменений в показателях системной гемодинамики, паттерна дыхания и газообмена.

Поскольку при изменении гидростатических условий основную роль в развитии гемодинамических реакций играет венозная система, наблюдавшееся увеличение ЦВД в АОП следует рассматривать как пусковой механизм ауторегуляции деятельности сердца, обеспечивающий новое гемодинамическое равновесие в условиях нагрузки сердца давлением и объемом (закон Франка-Старлинга). Необходимо также учитывать, что стабилизация венозных давлений на более высоком уровне в начальном периоде АОП по сравнению с горизонтальным обусловлена, положением по-видимому, преимущественно барорефлекторными реакциями, тогда как тенденция к снижению этих показателей к 30-й минуте в АОП свидетельствует о включении разгрузочных волюморегулирующих нейрогуморальных механизмов, направленных на снижение ЦВД [9].

Как видно из полученных данных, происходящие гемодинамические сдвиги при ДОД обусловлены увеличением негативности внутригрудного давления, в результате которого значительно возрастает присасывающее действие грудной клетки, способствующее увеличению венозного возврата к сердцу. Кроме того, снижение давления в грудной полости приводит к усилению присасывающей функции предсердий, в результате чего возрастает приток крови из вен в предсердия и, в соответствии с законом Франка-Старлинга, – к увеличению ударного объема.

В физиологических условиях идентичное снижение внутригрудного давления возникает в условиях глубокого вдоха, что вызывает повышение трансмурального давления во внутригрудных сосудах и сопровождается их расширением (особенно вен), снижением гидростатического сопротивления и интенсивным засасыванием крови из соседних областей. Причем снижение давления и увеличение венозного кровотока особенно выражены в верхней полой вене.

Заключение. Результаты исследования позволяют провести соизмеримые физиологические параллели между респираторными и сердечно-сосудистыми реакциями, возникающими при глубоком одиночном спонтанном вдохе, и постоянным ДОД, что дает возможность предполагать о физиологичности и приемлемости данного воздействия в качестве метода коррекции антиортостатического перераспределения региональных объемов крови, в частности увеличенного кровенаполнения сосудистой системы головы.

- 1. *Атыков, О.Ю.* Гипокинезия, невесомость: клинические и физиологические аспекты / О.Ю. Атьков, В.С. Бедненко. М.: Наука, 1989. 304 с.
- 2. Γ азенко, O. Γ . Физиологические проблемы невесомости / О. Γ . Газенко, И.И. Касьян. М. : Медицина, 1990. 288 с.
- 3. *Григорьев, А.И.* Сердечно-сосудистая система человека в условиях космического полета / А.И. Григорьев, В.М. Баранов // Вестн. РАМН. 2003. T. 12. C. 41-45.
- 4. Некоторые механизмы моделирования гидростатического компонента гемодинамики в условиях микрогравитации / В.М. Баранов и др. // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2000. Т. 34, №4. С. 27–31.
- 5. *Тихонов, М.А.* Способ коррекции кровенаполнения сосудистой системы головы в условиях невесомости / М.А. Тихонов, В.М. Баранов, В.А. Дегтярев. Авт. свид. №0673 от 15.07.1991.
- 6. Cardio-respiratory changes during the onset of head-down tilt / C. Soubiran et al. // Aviat. Space Environ. Med. 1996. Vol. 67, №7. P. 648–653.
- 7. Influences of thigh cuffs on the cardiovascular system during 7-day head-down bed rest / P. Arbeille et al. // J. Appl. Physiol. − 1999. − V. 87. − №6. − P. 2168–2176.
- 8. No effect of venoconstrictive thigh cuffs on orthostatic hypotension induced by head-down bed rest / M. Custaud et al. // Acta Physiol. Scand. 2000. Vol. 170, №2. P. 77–85.
- 9. Venoconstriction thigh cuffs impede fluid shifts during simulated microgravity / K. Lindgren et al. // Aviat. Space Environ. Med. 1998. Vol. 69. P. 1052–1058.

PHYSIOLOGICAL BASIS OF THE METHOD OF NEGATIVE PRESSURE BREATHING (NPB) FOR THE CORRECTION OF POSTURAL HEMODYNAMIC CHANGE

Zh.A. Donina¹, V.M. Baranov²

¹Pavlov Institute of Physiology Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, ²The Institute of General Pathology and Pathophysiology Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

The efficiency of negative pressure breathing (NPB) was investigated in anesthetized cats for correction of hemodynamic changes arising at head-down tilt (HDT-30°). The pressure rise observed at HDT in v.cava cranialis and v.jugularis externa testifies to the complicated venous outflow from craniocervical vessels. Application of NPB promoted improvement of venous outflow from vascular system of the head that was shown in pressure reduction in jugular vein and precava to the level corresponding to horizontal position of a body. NPB didn't cause significant changes of system hemodynamics and also of breathing pattern and gas exchange. The established facts allow us to make conclusion about the efficiency of NPB to reduce the risk of venous stagnation development in craniocereberal vessels at head-down tilt.

Keywords: head-down tilt, hemodynamics, negative pressure breathing.

ЭКОЛОГИЯ

УДК 574.2, 581.1

ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ КАК БИОИНДИКАТОРЫ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Г.А. Сорокина, В.П. Лебедева, С.А. Раков, Н.В. Пахарькова

Сибирский федеральный университет

В работе рассмотрены возможности количественной оценки уровня атмосферного загрязнения на основе воздействия на зимний покой древесных растений. Для оценки глубины зимнего покоя был использован метод регистрации кривых термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции (ТИНУФ) хлорофилл-содержащих тканей. Предложенный метод можно рекомендовать для сравнения видовой чувствительности древесных растений к техногенному воздействию и районирования территорий по уровню загрязнения.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, биоиндикация, флуоресценция хлорофилла, зимний покой древесных растений

Введение. Загрязнение окружающей среды, в частности атмосферы, является острой экологической проблемой, особенно в городских и промышленных районах. Чистый атмосферный воздух - непреложное условие для здоровой жизни, поскольку здоровье человека зависит от состояния окружающей среды, являясь обобщенным интегральным показателем качества среды обитания и ее влияния на жизнедеятельность человека. Экспозиция (пребывание) человека в условиях загрязненной воздушной среды может приводить к самым различным последствиям в зависимости от конкретного типа загрязняющих веществ, их токсичности, величины, продолжительности и повторяемости воздействия [1].

В настоящее время оценка загрязнения окружающей среды производится главным образом на основе результатов химического анализа. Однако из-за огромного числа самих загрязняющих веществ, источников их выбросов, а также сложности и высокой стоимости анализов организовать эффективный экологический мониторинг только средствами аналитической химии практически нельзя [2]. Между тем многие из перечисленных трудностей удается преодолеть, если в тра-

диционную схему экологического контроля ввести методы биологического мониторинга. Эти методы основаны на регистрации суммарного токсического действия на организмы сразу всех или многих из компонентов загрязнения и, таким образом, позволяют быстро и с минимальными затратами оценить, является ли анализируемая проба загрязненной или нет [3].

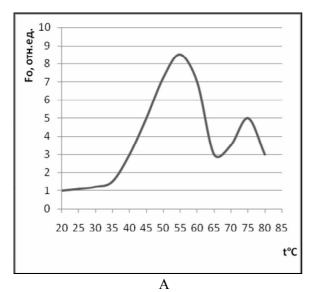
Цель исследования. Разработка количественных параметров биоиндикации атмосферного загрязнения на основе показателей кривых термоиндуцированного изменения нулевого уровня флуоресценции (ТИНУФ) древесных растений.

Материалы и методы. В ходе работы были изучены сезонные изменения пяти видов древесных растений: покрытосеменных — вяза мелколистного (Ulmus pumila L.), тополя бальзамического (Populus balsamifera L.), березы повислой (Betula pendula Roth) и голосеменных — ели сибирской (Picea obovata Ledeb.) и лиственницы сибирской (Larix sibirica Ledeb.) из районов г. Красноярска с разным уровнем атмосферного загрязнения.

В ходе проведенных ранее исследований было показано, что более высокий уровень атмосферного загрязнения вызывает сокра-

щение сроков и глубины состояния зимнего покоя как у хвойных, так и у покрытосеменных растений [4]. Выявленную закономерность можно использовать для оценки влияния загрязнения атмосферы на состояние растений на основе качественных различий кривых ТИНУФ (рис. 1). Летний тип кривой характеризуется наличием двух пиков: низкотемпературного, который определяется действием нагревания на структуру и функции компонентов фотосистемы 2 и высокотемпературного, причиной которого может быть «разгорание» флуоресценции более термостабильного хлорофилл-белкового ком-

плекса фотосистемы 1 при инактивации её реакционных центров (рис. 1A). При переходе в состояние зимнего покоя наблюдается качественное изменение формы кривой, проявляющееся в отсутствии низкотемпературного максимума, что приводит к снижению отношения низко- и высокотемпературного максимумов (показателя R₂) флуоресценции (рис. 1Б). Следует отметить, что «зимний» тип термограмм у изученных хлорофилл-содержащих тканей, по-видимому, наиболее универсален из известных в настоящее время критериев криорезистентного состояния хлоропластов [5].



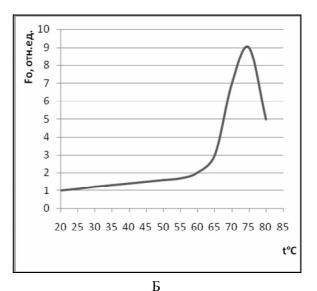


Рис. 1. Кривые термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции (А – в период активной вегетации, Б – в состоянии зимнего покоя)

В качестве показателя состояния растений и глубины покоя [6] использовали отношение интенсивностей флуоресценции, соответствующих низкотемпературному и высокотемпературному максимумам кривой ТИНУФ (R_2), а также наглядный вид кривых ТИНУФ:

$$R_2 = \Phi_{\Pi_{HT}}/\Phi_{\Pi_{BT}}$$

где $\Phi_{\Pi_{HT}}$ – интенсивность флуоресценции при низкотемпературном максимуме,

 $\Phi_{\Pi_{BT}}$ – интенсивность флуоресценции при высокотемпературном максимуме.

Регистрацию термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции хлорофилла проводили в диапазоне от 20 до 80 °C при скорости нагрева 8 градусов в ми-

нуту на флуориметре «Фотон-11», разработанном в СФУ. Объектом исследования служила феллодерма (зимующая хлорофилл-содержащая ткань) неодревесневших побегов голосеменных и покрытосеменных древесных растений.

Результаты и обсуждение. На пробных площадях, расположенных вдоль основных автомагистралей г. Красноярска, была изучена годовая динамика изменения величины отношения низко- и высокотемпературных максимумов (R_2) феллодермы вяза мелколистного (рис. 2).

Для сравнительной оценки уровня загрязнения пробных площадей производился физико-химический анализ смывов с листьев растений (табл. 1).

| Район исследований | pН | Электропроводность | Опт. плотность |
|-------------------------|-----------|--------------------|----------------|
| ИЭУиП (ПП.1) | 6,40±0,11 | 35,01±1,10 | 0,07±0,01 |
| Красная площадь (ПП.2) | 6,10±0,10 | 164,20±1,30 | 0,53±0,01 |
| Мед. университет (ПП.3) | 6,20±0,10 | 172,00±1,10 | 0,59±0,01 |
| Школа милиции (ПП.4) | 6,20±0,12 | 153,11±1,20 | 0,56±0,01 |

Таблица $\it I$ Показатели физико-химического анализа смывов с листьев вяза мелколистного

По данным физико-химического анализа смывов можно заключить, что наибольшая загрязненность атмосферного воздуха наблюдается на ПП.3, обусловливая и более высокую степень воздействия на растения. Далее следуют ПП.2 и ПП.4 с достаточно близкими значениями и ПП.1 с самым низ-

ким уровнем загрязнения из обследованных районов.

Наибольшие различия в значениях R_2 между условно чистым и загрязненными районами зарегистрированы в периоды перехода растений в состояние покоя (октябрь-ноябрь) и выхода из него (март-апрель).

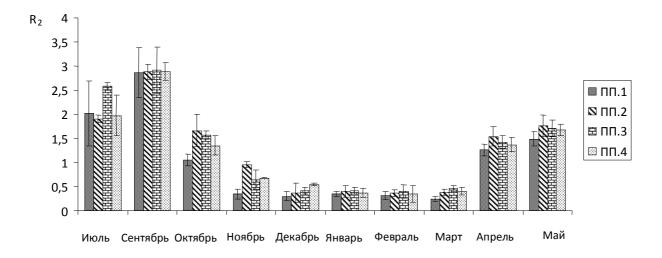


Рис. 2. Годовая динамика изменения величины отношения низкои высокотемпературных максимумов (R_2) феллодермы вяза мелколистного из районов г. Красноярска с разным уровнем атмосферного загрязнения

Проведенные исследования параметров ТИНУФ вяза мелколистного при выведении растений из состояния покоя в лабораторных условиях (рис. 3) позволяют отметить меньшую глубину покоя на ПП.2 и ПП.3, о чем свидетельствует более быстрый выход растений из состояния покоя. Уже на 4 день эксперимента для этих районов на кривых ТИНУФ

появляется низкотемпературный подъем, и значения R_2 достигают 0,76 и 0,83 соответственно. На 8–12 день эксперимента растения выходят из состояния покоя (рис. 3). Несколько позже выходят из состояния покоя растения с $\Pi\Pi$.4. Наиболее низкие показатели R_2 в течение всего периода наблюдались на $\Pi\Pi$.1.

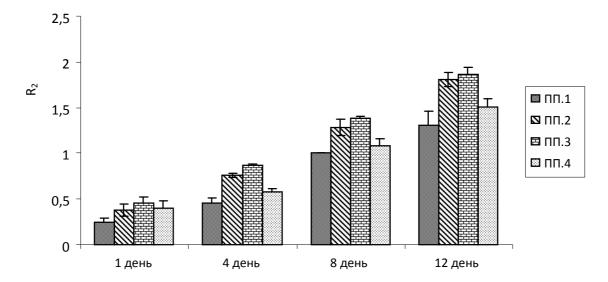


Рис. 3. Динамика R₂ для вяза мелколистного при выходе из состояния покоя в лабораторных условиях

Для количественной оценки влияния загрязнения на состояние растений нами введен параметр A:

$$A=R_o/R_k$$

где R_0 — среднее значение отношения низкотемпературного к высокотемпературному максимуму (R_2) в исследуемых районах;

 R_k — среднее значение отношения низкотемпературного к высокотемпературному максимуму (R_2) в контрольном районе.

С теоретической точки зрения основу биоиндикационных исследований с использованием метода регистрации термоиндуцированного изменения нулевого уровня флуоресценции составляет доказанное исследованиями, ранее проведенными на кафедре эко-

токсикологии СФУ, положение о том, что загрязнение атмосферного воздуха сокращает период зимнего покоя древесных растений [2; 7].

Это проявляется в том, что в загрязненных районах уровень показателя R_2 выше по сравнению с чистыми (контрольными) районами. Соответственно, чем выше значение параметра A, тем больше влияние атмосферного загрязнения на данный вид растения. Значения параметра A, рассчитанные по результатам выведения вяза мелколистного из состояния покоя в лабораторных условиях из районов г. Красноярска с разным уровнем атмосферного загрязнения, представлены на рис. 4.

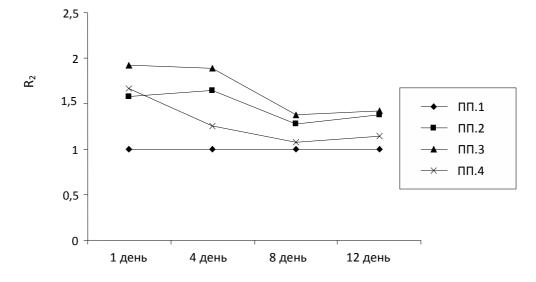


Рис. 4. Величина параметра A в период выхода вяза мелколистного из состояния покоя в лабораторных условиях

Рассчитанный при выведении вяза мелколистного из состояния покоя в лабораторных условиях параметр А демонстрирует более дифференцированное расположение кривых для исследуемых пробных площадей, которое позволяет распределить их следующим образом: самые низкие значения зарегистрированы на ПП.1 (в работе выступала как контрольная), несколько выше - на ПП.4 и ПП.2, самые высокие – на ПП.3. Такое распределение исследуемых пробных площадей по влиянию уровня атмосферного загрязнения на растения вяза мелколистного согласуется с результатами физико-химического анализа смывов с листьев. Таким образом, можно рекомендовать использование параметра А для количественной оценки уровня атмосферного загрязнения при биоиндикационных исследованиях.

Предложенный метод можно также использовать для оценки видовой специфики влияния загрязнения атмосферы на состояние растений. Техногенное загрязнение природной среды делает живые организмы более уязвимыми, изменяя многие эволюционно сложившиеся комплексы приспособительных

реакций к условиям существования, в том числе и сезонную динамику растений. При морозе, и особенно с ветром, растения, не завершившие переход в состояние покоя, продолжают терять воду, но компенсировать эти потери не могут, если почва замерзла. Следовательно, в зимних условиях для растения существует значительная опасность погибнуть в результате иссушения [8]. Так как эволюция растительности совершалась в условиях достаточно чистого атмосферного воздуха, то современные виды растений, в том числе и древесные, не обладают специфической приспособленностью к действию токсичных газов, которые могут приводить к существенным изменениям адаптивных реакций к различным стрессорам, в том числе к низким отрицательным температурам [9].

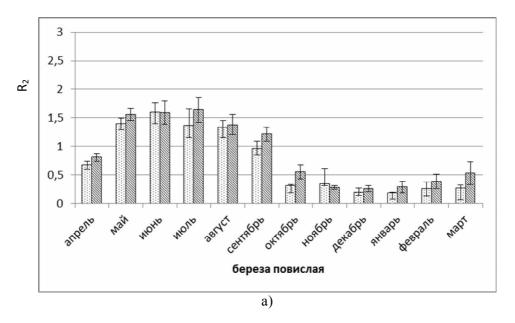
Для сравнения чувствительности к атмосферному загрязнению тополя бальзамического (Populus balsamifera), березы повислой (Betula pendula), ели сибирской (Picea obovata) и лиственницы сибирской (Larix sibirica) были выбраны два района г. Красноярска с разным уровнем атмосферного загрязнения (табл. 2).

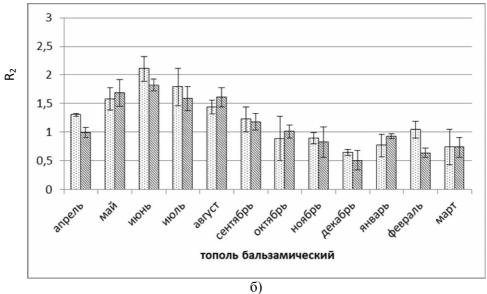
Таблица 2 Результаты физико-химического анализа смывов с листьев и хвои четырех видов деревьев

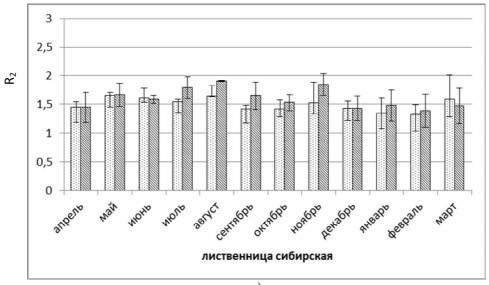
| | Пробная площадь | pН | Электропроводность | Опт. плотность |
|-------------|----------------------|-----------|--------------------|----------------|
| Береза | ПП.1 «Университет» | 6,57±0,32 | 33,33±3,21 | 0,26±0,02 |
| | ПП.5 «пр. Свободный» | 7,30±0,10 | 103,67±1,53 | 0,70±0,02 |
| Ель | ПП.1 «Университет» | 6,20±0,36 | 17,33±2,08 | 0,12±0,00 |
| | ПП.5 «пр. Свободный» | 7,00±0,10 | 94,00±2,65 | 1,16±0,07 |
| Лиственница | ПП.1 «Университет» | 6,03±0,23 | 61,33±1,53 | 0,78±0,09 |
| | ПП.5 «пр. Свободный» | 6,73±0,06 | 131,00±4,58 | 1,66±0,09 |
| Тополь | ПП.1 «Университет» | 6,70±0,20 | 30,67±1,53 | 0,09±0,01 |
| | ПП.5 «пр. Свободный» | 6,63±0,06 | 59,33±2,31 | 0,42±0,02 |

Изучение годовой динамики изменения параметра R_2 для 4 видов древесных растений показывает, что каждый из них реагирует на условия окружающей среды по-разному. У покрытосеменных более высокие значения

регистрируются в период активного метаболизма, наименьшие в состоянии зимнего покоя (рис. 5, а, б). У хвойных такой выраженной разницы не наблюдается (рис. 5, в, г).







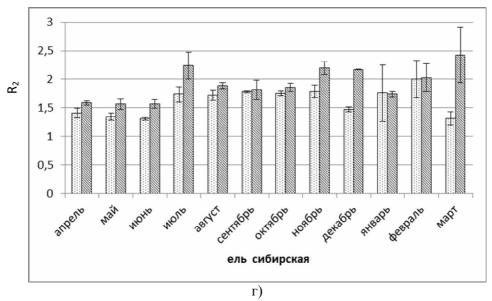
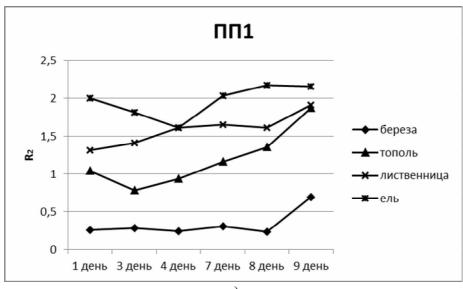


Рис. 5. Динамика изменения величины отношения низко- и высокотемпературных максимумов (R₂) для феллодермы древесных растений из двух районов г. Красноярска с различным уровнем загрязнения: а) береза; б) тополь; в) лиственница; г) ель

Для расширения возможностей применения метода регистрации ТИНУФ в целях биоиндикации в зимний период было проведено выведение растений из состояния покоя в лабораторных условиях. Полученные результаты соответствуют годовой динамике. Наибольшие значения параметра R_2 отмечены для ели, несколько меньшие – для лиственницы, самые низкие – для березы. То-

поль занимает промежуточное положение (рис. 6).

Несмотря на высокие значения параметра R_2 для ели в течение всего года, по чувствительности к загрязнению она занимает промежуточное положение. Наибольшие различия параметра А получены для березы, что свидетельствует о ее высокой чувствительности к атмосферному загрязнению (рис. 7).



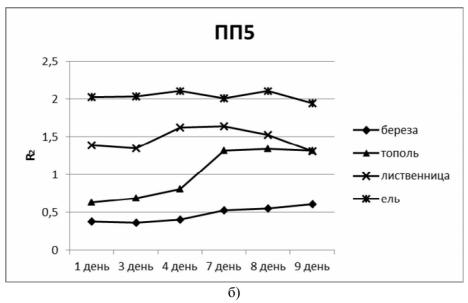


Рис. 6. Динамика изменения величины соотношения низко- и высокотемпературных максимумов (R₂) для феллодермы древесных растений из районов г. Красноярска с различным уровнем загрязнения при выведении из покоя в лабораторных условиях (февраль-март 2011 г.): а) ПП.1; б) ПП.5

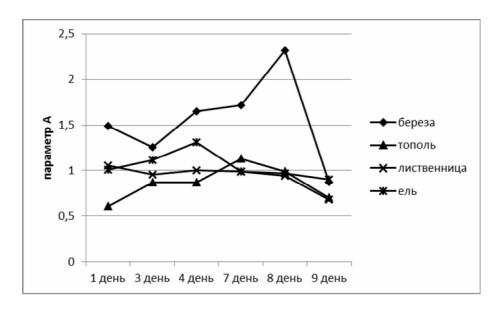


Рис. 7. Динамика изменения величины параметра А для феллодермы древесных растений из районов г. Красноярска с различным уровнем загрязнения при выведении из покоя в лабораторных условиях (февраль-март 2011 г.)

Заключение. Зеленые насаждения выполняют важные функции в нейтрализации и ослаблении негативных воздействий промышленных зон города на людей и живую природу в целом. В условиях увеличения техногенных нагрузок санитарно-гигиеническая роль растений в городе возрастает.

Полученные данные свидетельствуют о том, что у деревьев, произрастающих в загрязненных районах, нарушена сезонная ди-

намика. При этом глубина покоя у них меньше на протяжении всего зимнего периода. Возможно, именно незавершенностью процессов перехода в состояние покоя и образующимся вследствие этого водным дефицитом объясняется усыхание деревьев из районов с высоким уровнем загрязнения воздуха и особенно сильное поражение их в зимний период. Повреждение растений в экологически неблагополучных районах может проис-

ходить и в весенний период, когда они после кратковременных оттепелей преждевременно выходят из состояния зимнего покоя [2].

Метод регистрации термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции можно использовать для сравнения видовой чувствительности древесных растений к техногенному воздействию и проводить на его основе районирование территорий по уровню загрязнения.

- 1. Российская федерация. Государственный доклад: Факторы среды обитания и здоровье населения Красноярского края / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю. Красноярск, 2010.
- 2. *Григорьев, Ю.С.* Влияние техногенного загрязнения воздушной среды на состояние зимнего покоя сосны обыкновенной / Ю.С. Григорьев, Н.В. Пахарькова // Экология. 2001. №6. C. 471-473.

- 3. *Реймерс, Н.Ф.* Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы / Н.Ф. Реймерс, А.В. Яблоков. М. : Наука, 1982. 144 с.
- 4. Сорокина, Г.А. Биоиндикация атмосферного загрязнения с использованием древесных растений / Г.А. Сорокина, В.П Лебедева // Охрана окружающей среды и природопользование 2011.-N 2.-C.52-56.
- 5. Сезонные изменения фотосинтетического аппарата древесных и кустарниковых растений / Н.А. Гаевский и др. // Физиология растений. 1991. Т. 38, вып. 4. С. 685—692.
- 6. Авторское свидетельство №1358843. Способ определения степени глубины покоя древесных растений / Н.А. Гаевский, Г.А. Сорокина, А.В. Гехман, С.А. Фомин, В.М. Гольд. 15.08.87.
- 7. Различия в акклимационных стратегиях сосны обыкновенной и ели сибирской на загрязнение воздушной среды / Н.В. Пахарькова и др. // Хвойные бореальной зоны. 2010. N 23. C. 231-236.
- 8. *Уоринг*, Ф. Рост растений и дифференцировка / Ф. Уоринг, И. Филлипс. М. : Мир, 1984. 512 с.
- 9. *Усманов, И.Ю.* Экологическая физиология растений / И.Ю. Усманов, З.Ф. Рахманкулова, А.Ю. Кулагин. М.: Логос, 2001. 224 с.

WOODY PLANTS AS BIOINDICATORS OF AIR POLLUTION LEVEL

G.A. Sorokina, V.P. Lebedeva, S.A. Rakov, N.V. Pakharkova

Siberian Federal University

This paper considers the quantitative evaluation of atmospheric pollution on the basis of impact on the winter dormancy of woody plants. To estimate the depth of winter dormancy has been used method of recording curves of thermally induced changes in the zero level of fluorescence (TICZLF) in chlorophyll-containing tissues. The proposed method can be used to compare the sensitivity of species of woody plants to anthropogenic impacts, and zoning by the level of pollution.

Keywords: air pollution, bioindication, fluorescence of chlorophyll, winter dormancy of woody plants.

УДК 631.4-582.52, 6/.9

ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ НЕКОТОРЫХ ДВУДОЛЬНЫХ И ОДНОДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ФИТОТЕСТИРОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

О.М. Шабалина¹, Т.Н. Демьяненко²

¹Сибирский федеральный университет, ²Красноярский государственный аграрный университет

В работе рассмотрена возможность применения двудольных (салат посевной, клевер ползучий) и однодольных (пшеница, ячмень) растений для оценки фитотоксичности городских почв. Выявлено, что в условиях повышенного загрязнения среды происходит уменьшение всхожести семян и параметров проростков тест-культур. Отмечена индивидуальная реакция фитотестов на изменение параметров почв и загрязнение среды.

Ключевые слова: фитотестирование, городские почвы, коэффициент детерминации, индекс токсичности.

Введение. В связи со сложной экологической обстановкой зеленые насаждения играют важную роль в жизни современных городов. Однако растительность в городе находится под сильным антропогенным давлением, подвергается химическому, физическому и биологическому воздействию. В наиболее угнетенном состоянии находятся растительный покров магистралей, автотрасс, улиц с интенсивным автомобильным движением, бульваров центральной части городов. Именно в таких местах в почве накапливаются разнообразные соединения естественного и антропогенного происхождения, обусловливающие ее загрязненность и токсичность.

Определить степень токсичности почвы можно с помощью биотестирования [7; 9]. Для этих целей применяется биотест на фитотоксичность (фитотест), который способен адекватно реагировать на экзогенное химическое воздействие, что проявляется в морфологических и физиологических изменениях при росте и развитии растений. Считается, что фитотест информативен, высокочувствителен, характеризуется стабильностью получаемых результатов.

Фитотестирование как метод мониторинга почв является интегральным методом анализа, позволяющим оценить фитотоксичность почв. Для такого анализа используются

различные тест-растения, которые реагируют на неблагоприятные изменения в почве, воздухе и в других средах. При этом различные виды растений обладают различной чувствительностью к фитотоксикантам, однако до сих пор не проводилось исследований пригодности различных видов растений для фитотестирования городских почв.

Целью данной работы является оценка возможности использования салата посевного (Lactuca sativa), клевера ползучего (Trifolium repens), ячменя (Hordeum sativum) и пшеницы (Triticum aestivum) в качестве тест-объектов для фитотестирования городских почв.

Материалы и методы. Объектами исследования служили почвы придорожных газонов с посадками лиственницы сибирской в различных по степени загрязнения районах г. Красноярска. Краткая характеристика точек отбора проб приведена в табл. 1.

Как видно из табл. 1, наиболее благоприятные условия складываются в двух районах — в Академгородке и на о. Татышев. Здесь отмечены низкий уровень загрязнения тяжелыми металлами и фтором, незначительное автотранспортное загрязнение, а рекреационная нагрузка не приводит к существенным нарушениям напочвенного покрова.

Таблица 1 **Характеристика точек отбора проб**

| Точка отбора проб | Удаленность от проезжей части, м | Уровень загрязнения СО, мг/м ³ * | Состояние газона | Степень загрязнения почв тяжелыми металлами и фтором** | |
|----------------------|--|---|-------------------------------------|---|--|
| Академгородок | 5–7 | 2,25 | Без следов вытаптывания | Допустимое загрязнение | |
| Речной вокзал | 2–3 | 16,9 | Тропиночная сеть около 10 % площади | Высокоопасное загрязнение | |
| Часовня | 5–10 | 1,13 | Без следов вытаптывания | Умеренно опасное загрязнение | |
| о. Татышев | 15–20 | 0,02 | Без следов вытаптывания | Допустимое загрязнение | |
| Спутник | 2–4 | 36,2 | Тропиночная сеть около 30 % площади | Высокоопасное загрязнение | |

Примечания: 1. *Расчеты проведены по методике А.И. Федоровой, А.Н. Никольской [17]. 2. **По данным В.А. Беседина [1].

Пробы почвы отбирали в трехкратной повторности из корнеобитаемого слоя с глубины 5–10 см. Определялись следующие физико-химические и биологические параметры почв: плотность сложения почвы, порозность, плотность твердой фазы, рН водной суспензии, содержание органического углерода (С, %) и интенсивность почвенного дыхания (ИПД).

Поскольку состав выхлопов автомобилей относительно постоянен [19], по содержанию в воздухе СО можно косвенно судить о количестве других загрязняющих веществ, в частности тяжелых металлов и, в конечном итоге, об общем уровне автотранспортного загрязнения в данной точке.

В работе использовали четыре тесткультуры – салат посевной, клевер белый, пшеницу и ячмень.

Для оценки фитотоксичности почв брали по 60 г почвы в трех повторностях, затем делали смешанную пробу, из которой изготавливали почвенную вытяжку. На полученной вытяжке методом рулонной культуры оценивали фитотоксичность почв [4; 5]. Высевали по 100 семян каждой тест-культуры в трехкратной повторности. Определялась лабораторная всхожесть семян тест-культур и морфологические параметры проростков — длина корня и побега. Для каждого района рассчи-

тывался индекс токсичности [7]. В качестве экологического контроля использовали Академгородок, поскольку это окраинный район с благоприятным расположением относительно розы ветров, тогда как о. Татышев находится в центре города в непосредственной близости от алюминиевого производства (КрА3).

В процессе статистической обработки рассчитывали средние арифметические значения признаков и их статистические ошибки. Достоверность различий между средними значениями определялась с помощью однофакторного дисперсионного анализа.

Для оценки взаимосвязи между параметрами почв и признаками тест-культур использовался корреляционный анализ. При этом для оценки среднего уровня связей применяли коэффициент детерминации (R²), усредненный по всей матрице или по отдельным признакам [14]. Для выявления характера скоррелированности признаков тесткультур с почвенными параметрами использовался метод корреляционных плеяд [18]. Для построения плеяд использовали только сильные связи (r> 0,7).

Средние индексы токсичности рассчитывали по методике Р.Р. Кабирова и соавт. [7].

Варианты опыта названы в соответствии с точками отбора проб.

Результаты и обсуждение. Проведенный анализ физических и физико-химических свойств почв показал, что наименьшими значениями плотности твердой фазы характеризуются почвы с острова Татышев и Речного вокзала (табл. 2). В последних значение ми-

нимально и связано с их высокой гумусированностью. Легкие песчаные почвы острова Татышев тоже достаточно обогащены гумусом. В почвах остальных объектов плотность твердой фазы представлена средними значениями для верхних гумусовых горизонтов.

Tаблица 2 Данные физического, физико-химического и биологического анализа почв

| Параметры почв | Академгородок | Речной вокзал | о. Татышев | Часовня | Спутник |
|---|---------------|---------------|------------|---------|---------|
| Плотность сложения, г/см ³ | 1,028 | 1,018 | 0,974 | 1,125 | 1,115 |
| Плотность твердой фазы, г/см ³ | 2,52 | 2,05 | 2,19 | 2,44 | 2,44 |
| Порозность, % | 59,17 | 50,45 | 55,49 | 53,93 | 54,39 |
| рН | 7,7 | 7,8 | 7,9 | 8,0 | 8,0 |
| C _{opr} , % | 4,3 | 7,6 | 6,7 | 6,8 | 4,8 |
| ИПД, мгСО2/100 г почвы | 7,70 | 6,05 | 7,15 | 4,95 | 6,60 |

Плотность сложения характеризует способность почвы накапливать значительные запасы доступной влаги для растений при одновременном достаточном содержании воздуха. Хорошо оструктуренные почвы обладают значительной пористостью и низкой величиной плотности сложения. Как отмечается в литературе [8], оптимальная плотность сложения почвы для большинства культурных растений составляет 1,0–1,2 г/см³. Все изученные почвы отличаются оптимальной плотностью сложения. Наибольшим уплотнением характеризуются почвы Часовни и Спутника; на о. Татышев, где рекреационная нагрузка минимальна, плотность сложения почвы наименьшая и составляет менее 1 г/см³.

Порозность почв всех объектов близка к оптимальной, наибольшим значением этого показателя характеризуются почвы в Академгородке, наименьшим – на Речном вокзале.

В городских условиях почвы, как правило, подщелачиваются в результате применения антигололедных реагентов и попадания строительной пыли, содержащей карбонат кальция. Увеличение рН почв газонов связано также с поступлением большого количества пыли с автомагистралей, содержащей карбонаты Са и Mg [6; 8; 13]. Все исследуемые почвы имеют значения рН более 7,5 и по

данному показателю относятся к слаботоксичным. Особенно неблагоприятные для растений значения pH отмечены в районах Часовни и Спутника.

Все изученные почвы достаточно гумусированы и относятся к плодородным. В Академгородке и на Речном вокзале содержание гумуса несколько ниже, чем в остальных районах.

Интенсивность почвенного дыхания – один из основных критериев при гигиенической оценке качества почв [3]. В условиях города существенно нарушаются показатели биологической активности почв, что связано с их загрязнением, переуплотнением и другими антропогенными воздействиями [10; 15; 16]. Наибольшими величинами интенсивности почвенного дыхания характеризуются почвы Академгородка и о. Татышев – наиболее чистых из исследуемых районов. Существенно снижены показатели почвенного дыхания в районе Часовни.

Оксид углерода (СО) – одно из наиболее токсичных для живых организмов веществ – попадает в воздух в основном с выхлопными газами автомобилей [12]. По гигиеническим нормативам Министерства здравоохранения РФ разовая ПДК оксида углерода в воздухе составляет 5 мг/м³ [11].

Расчет уровня СО, сделанный на основе подсчета количества проезжающих автомобилей в единицу времени [17], показал, что наибольшая концентрация угарного газа отмечается в районе кинотеатра Спутник — 36,2 мг/м³ (табл. 1). Данное значение более чем в семь раз превышает ПДК, такой уровень загрязнения можно считать очень высоким. Более чем в три раза превышена ПДК и в районе Речного вокзала — 16,9 мг/м³. В остальных районах концентрация СО находится в пределах допустимых значений.

Таким образом, пункты исследования существенно отличаются по уровню загрязнения, физическим, физико-химическим и биологическим свойствам почв. В целом

наиболее благоприятные условия складываются в Академгородке и на о. Татышев.

Оценка всхожести семян и морфометрических параметров проростков тест-культур наиболее часто используется в биотестировании почв с помощью высших растений [2; 7; 9].

Исследования показали, что статистически достоверно наибольшая всхожесть семян всех тест-культур (рис. 1) и средняя длина корня и побега проростков салата, пшеницы и ячменя (рис. 2, 3) наблюдались в вариантах опыта «Академгородок» и «о. Татышев». Средняя длина корня проростков клевера выше в вариантах «Академгородок», «о. Татышев» и «Спутник». По средней длине побега проростков клевера достоверных различий между вариантами опыта не обнаружено.

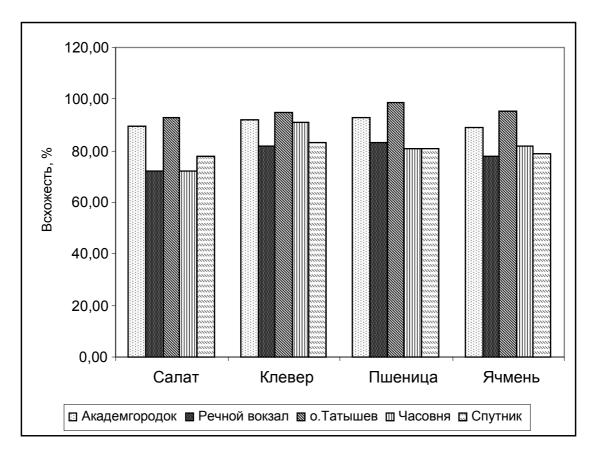


Рис. 1. Всхожесть семян тест-культур в различных вариантах опыта

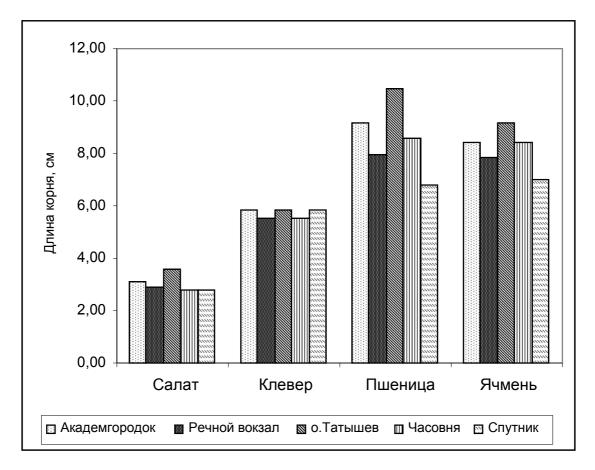


Рис. 2. Средняя длина корня проростков тест-культур в различных вариантах опыта

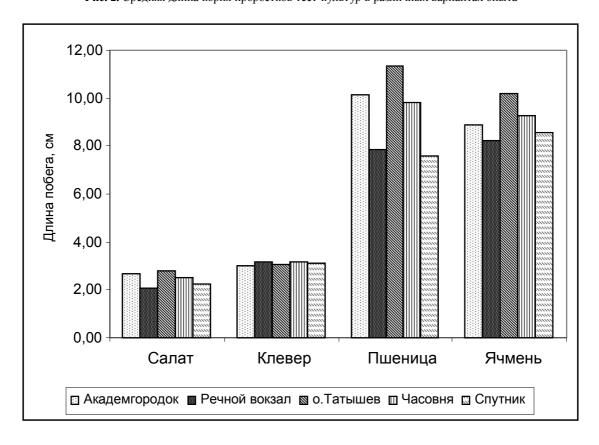


Рис. 3. Средняя длина побега проростков тест-культур в различных вариантах опыта

Отношение длины корня к длине побега показывает соотношение надземной и подземной части проростков. На рис. 4 видно, что у проростков двудольных растений — салата и клевера — длина корня в среднем в 1,5—2 раза превышает длину побега, что легко объясняется наличием у них хорошо развитого главного корня. Для однодольных растений характерна мочковатая корневая система, поэтому у проростков пшеницы и ячменя соотношение корня и побега почти во всех вариантах опыта меньше 1.

Тест-культуры различаются по характеру изменения данного параметра в различных вариантах опыта (рис. 4). Так, у проростков салата отмечено статистически достоверное увеличение длины корня относительно побе-

га в вариантах опыта «Речной вокзал» и «Спутник». Подобная реакция проростков может быть связана с повышенным уровнем загрязнения почв и согласуется с данными Р.Ф. Гариповой и А.Ж. Калиева [2], которые отметили стимуляцию корневого морфогенеза в ущерб развитию надземной части растения у проростков редиса при фитотестировании почв земледельческих полей орошения Оренбургского газохимического комплекса, загрязненных солями тяжелых металлов. Отмечено также увеличение относительной длины корня у проростков пшеницы в варианте «Речной вокзал» и, напротив, уменьшение данного показателя у проростков ячменя в варианте «Спутник».

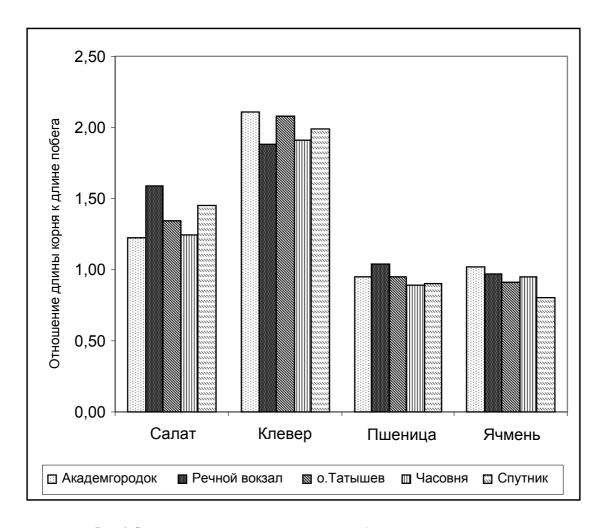


Рис. 4. Среднее отношение длины корня к длине побега проростков тест-культур в различных вариантах опыта

Корреляционный анализ позволяет выявить связь между уровнем автотранспортного загрязнения в точках отбора проб, свойствами почв и параметрами биотестов. Расчеты показали, что наибольшее влияние на параметры тест-культур оказывают уровень авто-

транспортного загрязнения (R^2 =0,36), порозность (R^2 =0,39) и плотность сложения (R^2 =0,32) почвы, а также интенсивность почвенного дыхания (R^2 =0,31). Именно с этими параметрами образуются сильные корреляционные связи у всех тест-культур (рис. 5–8).



Рис. 5. Структура связей между параметрами проростков салата, физическими, физико-химическими и биологическими свойствами почв и уровнем автотранспортного загрязнения



Рис. 6. Структура связей между параметрами проростков пшеницы, физическими, физико-химическими и биологическими свойствами почв и уровнем автотранспортного загрязнения

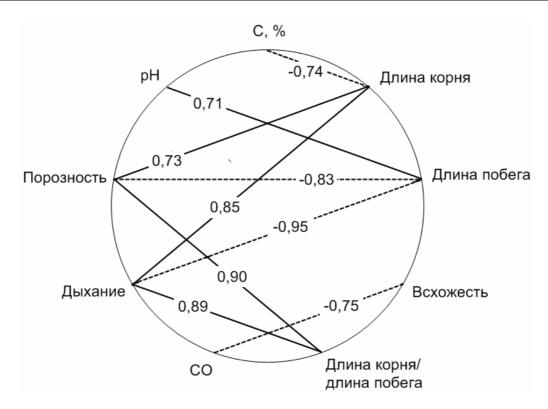


Рис. 7. Структура связей между параметрами проростков клевера, физическими, физико-химическими и биологическими свойствами почв и уровнем автотранспортного загрязнения

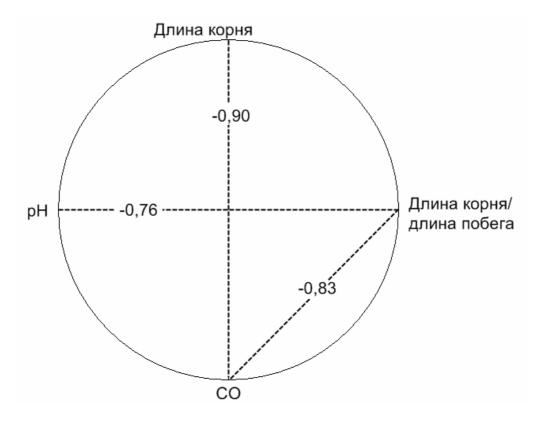


Рис. 8. Структура связей между параметрами проростков ячменя, физико-химическими и биологическими свойствами почв и уровнем автотранспортного загрязнения

Салат и пшеница весьма сходны по реакции на автотранспортное загрязнение и изменение физических, физико-химических и биологических свойств почв (рис. 5, 6). Всхожесть семян этих тест-культур положительно связана с интенсивностью почвенного дыхания. Длина корня проростков уменьшается при уплотнении почвы, а при увеличении плотности твердой фазы уменьшается его относительная длина. Кроме того, при увеличении автотранспортного загрязнения снижается длина корня и побега проростков салата, а при уменьшении порозности почвы снижаются всхожесть семян и длина побега проростков пшеницы.

Большим количеством и разнообразием корреляционных связей между тестпризнаками и параметрами почв отличается клевер (рис. 7). В отличие от салата и пшеницы, для клевера не отмечено связей между параметрами проростков и физическими свойствами почв — плотностью сложения и плотностью твердой фазы. Однако появляются связи с рН почвы и содержанием в ней гумуса. По сравнению с пшеницей у клевера наблюдается противоположная реакция на изменение порозности почвы: при увеличе-

нии порозности уменьшается длина побега, но увеличивается относительная длина корня.

Структура корреляционных связей проростков ячменя по сравнению с другими тест-культурами наиболее проста (рис. 8). При увеличении автотранспортного загрязнения уменьшается длина корня и отношение длины корня к побегу. Также уменьшается относительная длина корня и при увеличении щелочности почвы.

Расчет средних индексов токсичности (UT_{cp}) почв в пунктах исследования для различных тест-культур в целом показал, что во всех пунктах исследования фитотоксичность почв находится на нормальном уровне (UT_{cp} =0,91–1,1) (рис. 9). При этом значения UT_{cp} в варианте «о. Татышев» для всех тест-культур больше 1, т.е. фитотоксичность почвы в этом варианте ниже, чем в экологическом контроле — Академгородке. В то же время значения UT_{cp} , рассчитанные по пшенице и ячменю в варианте «Спутник», соответствуют UV классу токсичности (низкая токсичность).

Наиболее адекватную оценку общего уровня загрязнения дали однодольные культуры – пшеница и ячмень.

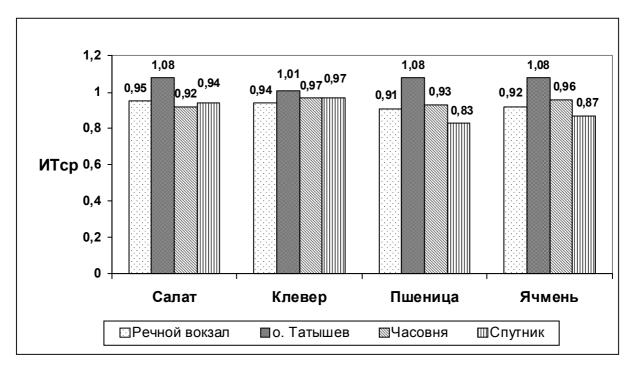


Рис. 9. Значения средних индексов токсичности почв в пунктах исследований, рассчитанных по различным тест-культурам

Выводы

- 1. В условиях повышенного загрязнения достоверно снижаются всхожесть семян и морфометрические параметры проростков всех тест-культур, за исключением клевера.
- 2. Изученные тест-культуры отличаются индивидуальной реакцией на изменение параметров почв и загрязнение среды, что отражается в особенностях структуры корреляционных связей. Салат и пшеница реагируют снижением основных параметров проростков на уплотнение почв и уменьшение интенсивности почвенного дыхания. Напротив, клевер не демонстрирует отчетливой реакции на физические параметры почв, но чувствителен к их физико-химическим свойствам рН и содержанию гумуса. Для ячменя характерна сильная реакция на автотранспортное загрязнение.
- 3. Расчет индексов токсичности для каждой тест культуры показал, что все изученные тест-культуры в целом дают сходную оценку уровня фитотоксичности почв в пунктах исследований. Следует отметить, однако, что наиболее четкая реакция обнаруживается у однодольных культур — пшеницы и ячменя.
- 1. *Беседин, В.А.* Экологический кризис г. Красноярска. Цифры и факты / В.А. Беседин. Красноярск, 1997. 46 с.
- 2. *Гарипова, Р.Ф.* Биотестирование водных вытяжек почв, подвергшихся воздействию выбросов Оренбургского газохимического комплекса / Р.Ф. Гарипова, А.Ж. Калиев // Вестн. ОГУ. 2004. №4. С. 90–92.
- 3. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест : методические указания. МУ 2.1.7.730-99. Минздрав России. М., 1999.
- 4. ГОСТ 12038-84. Семена c/x культур. Методы определения всхожести. -1984.
- 5. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. М.: Стандартинформ, 2010.
- 6. Добровольский, Г.В. Почвы Москвы / Г.В. Добровольский, М.Н. Строганова // Наука в России. -1996. -№4. С. 69–72.

- 7. *Кабиров, Р.Р.* Разработка и использование многокомпонентной тест-системы для оценки токсичности почвенного покрова городской территории / Р.Р. Кабиров, А.Р. Сагитова, Н.В. Суханова // Экология. 1997. №6. С. 408–411.
- 8. Методические указания по оценке городских почв при разработке градостроительной и архитектурно-строительной документации. 2003. 36 с.
- 9. *Назаров*, *А.В.* Изучение причин фитотоксичности нефтезагрязненных почв / А.В. Назаров, С.А. Илларионов // Письма в международный науч. журн. «Альтернативная энергетика и экология». $-2005.- N \underline{0}1.- C.60-65.$
- 10. О новом подходе к исчислению размера ущерба, вызываемого захламлением, загрязнением и нарушением городских земель / А.П. Сизов и др. // Почвоведение. 2001. №6. С. 732–740.
- 11. Почва. Город. Экология / под ред. Г.В. Добровольского. М., 1997. 320 с.
- 12. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03 // Постановление Министерства здравоохранения РФ от 30 мая 2003 г. №114.
- 13. *Ревелль, П.* Среда нашего обитания. Книга вторая. Загрязнение воды и воздуха / П. Ревелль, Ч. Ревелль. М.: Мир, 1995. 296 с.
- 14. *Решоткин*, *О.В.* Экологические особенности почв городских парков / О.В. Решоткин, О.И. Худяков // Проблемы региональной экологии. -2007. N = 2.
- 15. Ростова, Н.С. Изменчивость системы корреляций морфологических признаков. 1. Естественные популяции LEUCANTHEMUM VULGARE (ASTERACEAE) / Н.С. Ростова // Ботанический журн. -1999. -№11. -C. 50–66.
- 16. Скворцова, И.Н. Зависимость некоторых показателей биологической активности почв от уровня концентрации тяжелых металлов / И.Н. Скворцова, С.К. Ли, И.П. Ворожейкина // Тяжелые металлы в окружающей среде. М., 1980. 121 с.
- 17. Φ едорова, A.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / A.И. Φ едорова, A.H. Никольская. M., 2001. 288 с.
- 18. Шмидт, В.М. Математические методы в ботанике / В.М. Шмидт. Л. : Изд-во Ленинградского ун-та, 1984. С. 179–188.
- 19. Экология города / под. ред. В.В. Денисова. М. : ИКЦ «Март», 2008. 832 с.

EVALUATION OF THE APPLICABILITY OF CERTAIN DICOTYLEDONS AND MONOCOTYLEDONS PLANTS FOR FITOTESTING OF URBAN SOILS

O.M. Shabalina¹, T.N. Demyanenko²

¹Siberian Federal University, ²Krasnoyarsk State Agrarian University

The paper considers the possibility of using dicotyledons (lettuce, white clover) and monocots (wheat, barley) plants for assessment of phytotoxic urban soils. It was noted that under conditions of increased environmental pollution is reduced seed germination and parameters of seedlings of the test cultures. The estimation of these cultures suitability for diagnostics of motor transport pollution level and physical and chemical parameters of various urban soils are given.

Keywords: fitotesting, urban soils, coefficient of determination, index of toxicity.

УДК 631.504.54.+ 631.51(470.4)

ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЙ КОМПЛЕКС НА ЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЕ В ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

К.И. Карпович

Ульяновский государственный университет

В работе рассмотрено применение комплекса мероприятий на ландшафтной основе, обеспечивающее сохранение и повышение почвенного плодородия. Разработанный и внедрённый комплекс мероприятий позволил свести до минимума сток и смыв почвы на водосборах. Полностью прекращена дефляция почв. Прекратилось снижение гумуса в почве и наметилась тенденция его восстановления.

Ключевые слова: агроландшафт, модели почвенного плодородия, деградация почв, адаптивно-ландшафтные системы земледелия, валы-террасы, буферные полосы.

Введение. В условиях Ульяновской области одновременно с засухами эрозионные процессы создают критическую агроэкологическую ситуацию в природопользовании, резко снижают стабильность зернового производства области. Поэтому, придавая системам земледелия адаптивность и системный подход, необходимо тесно увязывать их с рельефом и ландшафтом местности, особенностями проявления засухи и эрозии почв. Этим требованиям отвечают адаптивноландшафтные системы земледелия, в которых во взаимодействии рационально используются не только пахотные земли, но и леса, луга, пастбища, защитные насаждения, мелиоративно-хозяйственные сооружения [7].

Адаптивность предусматривает соответствие проводимых агротехнических мероприятий особенностям возделываемых культур и экологическим требованиям данного типа агроландшафта.

До последнего времени при разработке систем земледелия основная задача заключалась в достижении заданного уровня урожайности путем удовлетворения биологических потребностей сельскохозяйственных культур. На новом этапе разработки и совершенствования систем земледелия цель максимального производства остается, но достигается она на основе сбалансированного использования ресурсного потенциала без ущерба для окружающей среды, при снижении затрат и повышении устойчивости производства куль-

тур. Отсюда и возникает необходимость построения систем земледелия на агроландшафтной основе.

Материалы и методы. Разработка и изучение адаптивно-ландшафтных систем земледелия проводилось в ФГУП «Новоникулинское» Цильнинского района Ульяновской области в созданном противоэрозионном комплексе на ландшафтной основе. Землепользование хозяйства расположено в верховьях бассейна реки Бирюч, и ее притоки делят поверхность на увалистые водоразделы, вытянутые с юго-запада на северо-восток. Левобережная часть этих оврагов расчленена многочисленными отвершками и промоинами, имеющими действующий, активный характер. Почвы хозяйства представлены преимущественно обыкновенными, типичными и выщелоченными черноземами глинистого и тяжелосуглинистого механического состава. Оценка сельскохозяйственных угодий составляет 69 баллов, в районе – 74 балла, пашни, соответственно, 80 и 82 балла.

Разработанный и внедренный в ОПХ «Новоникулинское» за период с 1968 по 1975 годы противоэрозионный комплекс на ландшафтной основе включает в себя организационные, агротехнические, лесомелиоративные, водохозяйственные и гидротехнические мероприятия. Все они направлены не только на ликвидацию последствий эрозии почв, но и на ее предупреждение. Организационные и агротехнические приемы борьбы с эрозией

почв могут широко внедряться в производство, так как они не требуют больших затрат и быстро окупаются.

Методической основой разработки и совершенствования адаптивно-ландшафтных систем земледелия является агроэкологическая оценка земель, их типизация и классификация [1]. Оценка земель сообразуется с системой агроэкологической оценки сельскохозяйственных культур, требования которых сопоставляются с агроэкологическими параметрами земель [8]. В основу типологии положен агроэкологический тип земель, т.е. территория, однородная по условиям возделывания сельскохозяйственных культур или близких по экологическим требованиям культур [5].

Проведенные нами исследования по изучению эффективности различных противоэрозионных мероприятий показали, что применение агротехнических мероприятий на склоновых землях в значительной степени сокращает сток талых вод и предохраняет почву от разрушения. Однако одними агротехническими приемами проблему эрозии почв практически решить невозможно.

Противоэрозионные мероприятия должны иметь комплексный характер с обязательным включением агротехнических приемов (направление пахоты, водозадерживающие приемы обработки почв), залужения склонов, лесомелиоративных и инженерно-технических приемов. Комплексное противоэрозионное воздействие должно осуществляться на эродированный водосбор в целом, а не на отдельные участки, путем применения согласованных и взаимосвязанных мероприятий на основе соответствующей организации территории. Изучение эффективности противоэрозионных мероприятий проводилось по методике Г.П. Сурмача [6].

Результаты и обсуждение. Созданная система лесных защитных насаждений в ОПХ «Новоникулинское» оказывает положительное влияние на дополнительное накопление и равномерное распределение снежного покрова, снижение поверхностного стока и смыва почвы на прилегающих полях, что, в свою очередь, обеспечивает увеличение запа-

сов продуктивной влаги в метровом слое почвы на 30,5 % и повышение урожайности зерна яровой пшеницы от 1,8 до 8,8 ц/га, ячменя – от 1,9 до 5,2 ц/га; зеленой массы кукурузы – на 128 ц/га.

На втором этапе исследований в противоэрозионном комплексе выполнена классификация почв по типам агроландшафтов [2; 3]. Выделены следующие типы агроландшафтов: плакорно-равнинный полевой, склоново-ложбинный почвозащитный, склоновоовражный контурно-мелиоративный, овражно-крутосклоновый лесолуговой и пойменноводоохранный кормовой (табл. 1). Для возделывания сельскохозяйственных культур наиболее пригодны первые три типа агроландшафтов. В первом типе агроландшафта с более плодородными землями размещаются отзывчивые на плодородие культуры (сахарная и кормовая свекла, гречиха, кукуруза, картофель, озимая и яровая пшеница).

Здесь допустимы 6—7-польные севообороты с чистым паром. Во второй и третий тип агроландшафтов вошли относительно бедные, смытые и более пестрые по плодородию земли. Здесь размещены 4—5-польные севообороты с занятым и сидеральным паром и с 1—2 полями многолетних трав. В них применяется почвозащитная система основной и предпосевной обработки. Из культур возделывания — озимая рожь, овес, ячмень, горох, подсолнечник, однолетние и многолетние травы.

В склоново-овражном типе агроландшафта (склон 3–5°) кроме размещения системы лесных полос требуется провести ряд дополнительных противоэрозионных мероприятий, включающих в себя водозадерживающие земляные валы в нижней части водосбора и напашные валы-террасы, позволяющие предотвратить смыв почвы с водосбора в количестве 3,6 т/г.

Для усиления противоэрозионной устойчивости на склоново-ложбинном типе агроландшафта необходимо формировать рубежи второго порядка из валов-террас. Буферные полосы из сеяных трав, размещенных по парам, предотвращают смыв почвы до 2,6 т/га.

 $\label{eq:Tadinuqa} \begin{tabular}{l} $Tadinuqa \ l \\ \begin{tabular}{l} Классификация почв по типам агроландшафтов в ФГУП «Новоникулинское» \\ \end{tabular}$

| Типы агроландшафтов | Агролесомелиоративное устройство | Площадь, га | Смыв, т/га | Максимальный % пашни | Кругизна склона, градус | Эрозионная устой- чивость почв |
|--------------------------------|---|----------------|------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Плакорно- равнинный | Полезащитные лесополосы поперек господствующих ветров | 6457 | До 1 т | 75 | До 1 | >0,35 |
| Склоново- ложбинный | Водорегулирующие лесополосы поперек склонов с обвалов | 3522 | 1–3 | 60 | 1–3 | 0,35-0,25 |
| Склоново- овражный | Стокорегулирующие лесопо- лосы с валами-канавами. Строительство земляных валов | 2034 | 3–5 | 45 | 3–5 | 0,25-0,15 |
| Балочно- овражный | Стокорегулирующие лесополосы с валами-канавами. Укрепление вершин валами и сооружениями | 1236 | 5–10 | 35 | 5–7 | <0,15 |
| Крутосклоновый лесо-луговой | Контурное размещение лесо- полос. Сплошное облесение. Строительство гидросооруже- ний и прудов | 396 | >-10 | 20 | >7 | |
| Пойменно- водоохранный | Водоохранные и колковые насаждения | 649 | _ | 10 | _ | _ |

В межполосном пространстве на каждом типе агроландшафта наблюдалось закономерное снижение гумуса от лесной полосы к середине поля. Наименьшее содержание гумуса на плакорно-равнинном типе агроландшафта отмечалось на расстоянии 240 м от лесной полосы и составило 7,6 %. На втором поле, на склоново-ложбинном типе агроландшафта, меньше всего гумуса было на расстоянии 220 м от лесной полосы (8,2 %) и в склоново-овражном типе на расстоянии 190 м (7,5 %). Максимальное содержание гумуса в почве находилось на расстоянии 115–145 м от лесополос, в зависимости от типа агроландшафта.

Разработанные модели адаптивно-ландшафтных систем земледелия прошли обстоятельную производственную проверку в почвозащитном комплексе ОПХ «Новоникулинское» и широко применяются в хозяйствах Ульяновской области и других соседних областях Среднего Поволжья [4]. Они должны корректироваться с учетом социально-экономических, почвенных и климатических условий. Внедрение противоэрозионного комплекса на ландшафтной основе в хозяйстве полностью предотвратило развитие эрозионных процессов и приостановило процесс деградации почв. Так, содержание гумуса в средней и нижней части склона в 2008 г. увеличилось по сравнению с 1971 г. на 0,2–0,4 %. Также возросло содержание подвижного фосфора на 0,5–0,7 и обменного калия – на 5,9 мг на 100 г почвы.

В результате внедрения комплекса противоэрозионных мероприятий полностью прекращено наступление оврагов на пахотные земли и сведена к минимуму водная эрозия. Применение агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических мероприятий на зарегулированных водосборах сократило поверхностный сток в 4,6 раза и уменьшило смыв почвы в 3 раза.

Водозадерживающие валы, построенные у вершин действующих оврагов в нижней части склона, не только приостановили даль-

нейший рост оврагов, но практически задерживают весь сток талых вод с водосборов образовавшимся прудком возле вала и превращают его во внутрипочвенную влагу. Одновременно у прудка накапливается мелкозем, смытый с прилегающего водосбора.

За 40-летний период функционирования комплекса в нем полностью приостановлены процессы эрозии и оврагообразования. Заовраженные и заболоченные земли постепенно

стали осваиваться под сенокосы и пастбища. Значительно улучшились агрофизические свойства почв, повысилась их влагоемкость, заметно улучшился микроклимат полей.

Площадь земель, не подверженная эрозии, увеличилась за период с 1968 по 2008 гг. в 2 раза, потенциальная предрасположенность к водной эрозии снизилась с 1953 га до 330 га, совместная ветровая и водная эрозия прекратилась полностью (табл. 2).

Таблица 2 Эффективность элементов противоэрозионного комплекса в ОПХ «Новоникулинское»

| Категории земель | 1968 г. | | 2008 г. | | |
|--------------------------------------|-------------|------|-------------|------|--|
| Категории эсмель | Площадь, га | % | Площадь, га | % | |
| Всего земли | 14 694 | _ | 14 694 | _ | |
| в том числе: | | | | | |
| пашни | 11 630 | 79,1 | 11 373 | 77,4 | |
| многолетние насаждения | 35 | 0,2 | 350 | 2,4 | |
| Земли, не подверженные эрозии | 2692 | 18,3 | 5189 | 35,3 | |
| Потенциальная предрасположенность к: | | | | | |
| водной эрозии | 1953 | 13,3 | 330 | 2,3 | |
| ветровой эрозии | 1044 | 7,1 | _ | - | |
| совместной эрозии | 768 | 5,2 | _ | _ | |
| Слабоэродированные | 3522 | 24,0 | 3522 | 24,0 | |
| Среднеэродированные | 2034 | 13,8 | 2034 | 13,8 | |
| Сильноэродированные | 1231 | 8,4 | 1231 | 8,4 | |

Все это положительно сказалось на экологической обстановке и гидрологическом режиме территории. В результате продуктивность сельхозугодий возросла за этот период более чем на 40 %.

Так, за первые пять лет освоения (1973—1977 гг.) хозяйство дополнительно получило около 3,6 тыс. т зерна стоимостью 260 тыс. руб.

Затраты на создание комплекса составили 235 тыс. руб. (в ценах 1983 г.), т.е. полностью окупились.

Эффективность противоэрозионного комплекса в большей степени связана с осуществлением правильной организации территории,

основанной на ландшафтном подходе и комплексном применении всех агролесомелиоративных мероприятий. Это позволяет дополнительно вовлечь неиспользованные природные ресурсы.

Таким образом, в результате разработки и реализации противоэрозионного комплекса на ландшафтной основе накоплен большой научно-практический опыт, который может служить эталоном для массового его освоения в хозяйствах, а также методической основой для проектирования моделей адаптивно-ландшафтных систем земледелия для условий лесостепи Среднего Поволжья.

- 1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. М.: Колос, 1979. 416 с.
- 2. *Каштанов, А.Н.* Ландшафтное земледелие / А.Н. Каштанов, А.П. Щербаков. Курск, 1993. 376 с.
- 3. *Кирюшкин, В.Н.* Экологические основы земледелия / В.Н. Кирюшин. М. : Колос, 1996. 367 с.
- 4. Немцев, С.Н. Методология проектирования и проекты базовых элементов адаптивноландшафтных систем земледелия и агротехнологий для товаропроизводителей различной специализации Ульяновской области / С.Н. Немцев, К.И. Карпович, А.Г. Галиакберов // Науч.-практическое руководство на примере ОНО опытной станции по картофелю «Ульяновская» Ульяновского района Ульяновской области. Ульяновск, 2008. 120 с.
- 5. Сорокина, Н.П. Агроэкологическая группировка и картографирование пахотных земель для обеспечения адаптивно-ландшафтного земледелия / Н.П. Сорокина // Методические рекомендации. М.: РАСХН, 1995. 76 с.
- 6. Черкасов, Г.Н. Алгоритм проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия на региональном и локальном уровнях / Г.Н. Черкасов // Ресурсосберегающие технологии для земледелия и животноводства Владимирского ополья : сб. докл. Всероссийской науч.-практической конф. ГНУ ВНИИСХ Россельхозакадемии. Суздаль, 2008. С. 3–10.
- 7. Черкасов, Г.Н. Методическое руководство по агроэкологической оценке земель, проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / Г.Н. Черкасов. Курск, 2005. 340 с.

ANTI-EROSION COMPLEX ON THE BASIS OF LANDSCAPE IN TECHNOGENIC DISTURBED AREAS

K.I. Karpovich

Ulyanovsk State University

The paper discusses the application of complex measures on the basis of the landscape, to ensure the preservation and improvement of soil fertility. Designed and implemented a set of activities allowed to minimize runoff and soil erosion in catchments. Completely stopped deflation of soils. Ceased decrease of humus in the soil and tended to recover it.

Keywords: agrolandscape, models of soil fertility, soil degradation, the adaptive-landscape systems of agriculture, trees, terraces, buffer strips.

УДК 504.53.054: 631.41

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОД ВЛИЯНИЕМ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК (МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)

Ю.С. Иванова, В.Н. Горбачев

Ульяновский государственный университет

Показано, что несанкционированные свалки бытовых отходов являются источником загрязнения почв тяжелыми металлами. Охарактеризованы возможные негативные медико-экологические последствия такого загрязнения.

Ключевые слова: несанкционированные свалки бытовых отходов, загрязнение почв тяжелыми металлами.

Введение. На территории города действует множество источников загрязнения почвенного покрова, которые различаются по интенсивности воздействия, набору загрязняющих веществ, характеру и контрастности образуемых геохимических аномалий. Наиболее загрязненные зоны, образуемые под действием постоянных источников загрязнения (промышленные предприятия, транспорт, полигоны твердых бытовых отходов (ТБО)), как правило, обособляются в рамках зонирования городской территории, и на них распространяются особые требования землепользования и застройки. Сложнее ситуация обстоит с так называемыми бесконтрольными источниками загрязнения городской территории, к которым относятся несанкционированные свалки ТБО. Такие свалки образуются в селитебных, рекреационных (лесных, водоохранных, парковых) зонах города, где не исключено влияние загрязненных почв на человека и где существует риск загрязнения сопредельных сред. В литературе отмечается, что почвы селитебных ландшафтов, занимая сравнительно небольшие площади, играют большую роль в эколого-геохимическом состоянии биосферы, имеют важное медико-биологическое значение [1], а максимальный риск негативного воздействия почв на человека имеет место в жилых, общественных и водоохранных зонах [7].

Несанкционированные свалки ТБО наряду с другими источниками загрязнения привносят в почвенный покров города тяжелые металлы (ТМ) и, соответственно, изменяют

эколого-геохимическую обстановку на локальных участках, которые могут различным образом использоваться населением.

Цель исследования. Дать медико-экологическую оценку загрязнения тяжелыми металлами почв, занятых несанкционированными свалками.

Материалы и методы. На территории г. Ульяновска исследовались участки несанкционированных свалок, существующих в течение многих лет и являющихся наименее изученным фактором антропогенного воздействия на почвенный покров города. На участках свалок согласно ГОСТ 17.4.3.01-83 и ГОСТ 17.4.4.02-84 отбирались пробы почвогрунта с глубин 0...5 и 5...20 см с использованием метода «конверта». Из проб составлялись смешанные образцы, доводились до воздушно-сухого состояния и поступали на анализ в химико-аналитическую лабораторию Научно-исследовательского технологического института Ульяновского государственного университета [3].

Всего было отобрано 280 точечных проб, из которых составлено 56 смешанных образцов. Содержание ТМ (Zn, Cu, Pb, Cd, Cr) определялось методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой: валовых форм — с применением микроволнового способа разложения проб; подвижных форм — с извлечением ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4,8. Обработка результатов проводилась с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2007.

Результаты и обсуждение. Под влиянием несанкционированных свалок в почвах накапливаются ТМ: Zn, Cu, Pb, Cd, Cr [3]. Из исследуемых ТМ хром, медь и цинк являются эссенциальными элементами (необходимыми для жизни, или микроэлементами), а свинец и

кадмий — неэссециальными. В литературе описаны патогенетические механизмы действия химических факторов на организм человека [8] в виде зависимости между недостаточным и избыточным содержанием химических элементов и развитием патологии (рис. 1).



Рис. 1. Зависимость между недостаточным и избыточным поступлением эссенциальных (сплошная линия) и неэссенциальных (пунктирная линия) элементов в развитии патологии у человека (по А.Н. Стожарову, 2007)

Содержание ТМ в почвенном покрове населенных пунктов является эколого-геохимическим фактором среды обитания человека и других живых организмов: содержание того или иного металла на уровне фона является оптимальным, на уровне ниже ПДК (ОДК) теоретически считается безопасным, на уровне выше ПДК (ОДК) может стать лимитирующим.

На основе этих представлений по результатам проведенных исследований были составлены графики вероятности загрязнения почв на участках несанкционированных свалок, по которым оценена вероятность отклонения от оптимального и безопасного уровня содержания ТМ в почвах (рис. 2).

Области, обозначенные графиданного рисунка интервалами ках [Сфон≤Сі<Кларк/ОДК] для валового содержания и [Сфон≤Сі<ПДК] для подвижных форм металлов (вторые столбцы графиков) соответствуют гигиенически безопасным концентрациям ТМ (пояснения даны в подрисуночной подписи). На рис. 2 видно, что большинство полученных значений попадают именно в этот интервал, т.е. с высокой вероятностью превышают фоновый уровень, но не всегда достигают ПДК (ОДК).

Для хрома и меди вероятность превышения гигиенических нормативов близка к нулю или мала: практически все значения лежат в области гигиенически безопасных концентраций, хотя и превышают геохимический фон г. Ульяновска. Наиболее загрязненные хромом и медью участки территориально приурочены к зоне ветхой и неблагоустроенной жилой застройки. Загрязнение почв этими металлами происходит и при открытом размещении отходов строительства, ремонта и (или) сноса зданий, сооружений, которые образуются в индивидуальных домохозяйствах и впоследствии бесконтрольно размещаются на несанкционированных свалках.

Известно, что хром и медь как микроэлементы жизненно необходимы живым организмам. Однако избыток данных металлов в окружающей среде, в том числе в почве, приводит к возникновению болезней растений, животных и человека. Попадание в организм человека повышенных доз меди проявляется в болезнях печени и желудка [6].

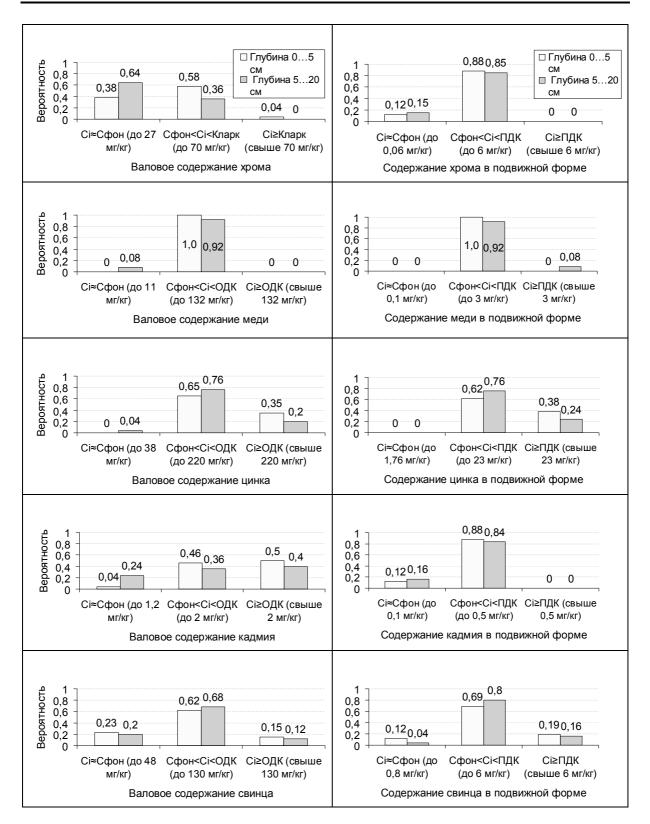


Рис. 2. Вероятность загрязнения тяжелыми металлами почвенного покрова на участках несанкционированных свалок бытовых отходов (Сі – содержание ТМ в образцах со свалок; Сфон – содержание ТМ в контрольных образцах; Кларк – кларковая концентрация (указана только для валового содержания хрома); ОДК – ориентировочно допустимая концентрация валового содержания ТМ для суглинистых почв; ПДК – предельно допустимая концентрация содержания подвижных форм ТМ; в скобках указаны соответствующие концентрации)

При избытке хрома в растениях снижается содержание большинства незаменимых макро- и микроэлементов (калия, фосфора, железа, марганца, меди, бора), снижается рост и развитие растений, увядает надземная часть, повреждается корневая система, появляется хлороз молодых листьев. Избыток хрома в растительной продукции отрицательно влияет на животных и человека: изменяется иммунологическая реакция организма, снижаются репаративные процессы в клетках, ингибируются ферменты, поражается печень [6].

Загрязнение цинком наблюдается значительно чаще: на всех исследованных участках превышен фоновый уровень, при этом содержание подвижного цинка достигает аномальных концентраций (5–9 ПДК). Характерным цинксодержащим компонентом бытовых отходов являются широко распространенные предметы бытовой утвари с цинковым покрытием, которые в условиях агрессивной среды на свалке проявляют слабую коррозионную устойчивость, быстро разрушаются и загрязняют субстрат пинком.

Цинк необходим для жизнедеятельности человека и животных. Однако более трети всех исследованных участков содержат цинк в избыточных количествах. Содержание подвижного цинка в почве нормируется по транслокационному показателю вредности, поэтому цинковое загрязнение отрицательно влияет на развитие растений. Симптомом цинкового токсикоза является хлороз молодых листьев. Ввиду антагонизма между цинком и другими элементами при избыточном поступлении цинка в растения может наблюдаться торможение притока меди и железа [6]. При избыточном содержании цинка в кормах животных у последних снижается прирост живой массы, появляется депрессия в поведении [2].

Загрязнение свинцом наблюдается несколько реже, чем загрязнение цинком, но при этом аномальные концентрации на порядок выше, чем для всех остальных металлов, и достигают 15–29 ПДК. В случаях сильного загрязнения почвы свинцом основную роль играет компонентный состав

отходов, размещаемых на несанкционированных свалках. На исследованных участках характерными отходами являются осколки кинескопного стекла, имеющего свинцовое напыление.

Избыток свинца в растениях ингибирует дыхание и подавляет процессы фотосинтеза, иногда приводит к увеличению содержания кадмия (синергизм) и снижению поступления цинка, кальция, фосфора, серы (антагонизм). Вследствие этого не только снижается урожайность растений, но и резко ухудшается качество производимой продукции. Считается, что концентрация свинца свыше 10 мг/кг сухого вещества является токсичной для большинства культурных растений. Отметим, что среднее содержание свинца в почвах, занятых исследованными свалками, превышает 100 мг/кг. При свинцовом токсикозе у животных и человека в первую очередь поражаются органы кроветворения (анемия), нервная и сердечно-сосудистая системы, почки, органы половой системы. Угнетается активность многих ферментов, нарушаются процессы метаболизма и биосинтеза [6].

Содержание кадмия в почвах г. Ульяновска, занятых несанкционированными свалками ТБО, имеет характерную особенность: 50 % всех исследованных участков потенциально загрязнены кадмием (валовое содержание достигает 0,9-1,9 ОДК), но при этом не отмечено ни одного случая превышения ПДК подвижными соединениями данного металла. Однако существует потенциальная угроза загрязнения почв токсичными соединениями кадмия при разрушении сорбционного барьера или их подкислении при выпадении кислотных осадков. Отмечено, что более всего кадмием загрязнены образцы почв, содержащие включения полимерных отходов со следами термического разложения, а также почвогрунты старых мусорных свалок, где происходит разложение бытовых отходов в условиях повышенного увлажнения.

Кадмий, подобно свинцу, токсичен, и накопление его в повышенных количествах опасно для живых организмов. Кадмий способен сравнительно легко поступать в рас-

тения из почвы через корневую систему. Растения обладают разной способностью аккумулировать его в товарной (съедобной) части. Особенно легко кадмий адсорбируется картофелем и пшеницей и поступает в пищу человека и животных. Основной причиной токсичности кадмия для растений считается нарушение активности ферментов. Кроме того, кадмий тормозит фотосинтез, нарушает транспирацию и фиксацию, ингибирует биологическое восстановление NO₂ до NO. Фитотоксичность кадмия проявляется также в затруднении поступления и метаболизма в растения ряда элементов: Zn, Cu, Mn, Ni, Se, Ca, Mg, P (антагонизм) [6]. Существует опасность для здоровья и жизни человека и животных при потреблении в пищу растений, загрязненных кадмием. При этом внешне такие растения могут не иметь признаков отравления (токсичный для них уровень выше, чем для животных и человека). В животных организмах кадмий обладает способностью легко усваиваться из пищи и воды и проникать в различные органы и ткани. Кадмий ингибирует синтез ДНК белков и нуклеиновых кислот, влияет на активность ферментов, а его избыток нарушает усвоение и обмен других микроэлементов, может вызвать их дефицит. Достаточно длительное поступление кадмия в организм человека даже в небольших количествах может вызвать нарушение сердечно-сосудистой системы [2], образование злокачественных опухолей, болезнь Итай-Итай [2; 4].

Эколого-геохимическая опасность усугубляется тем, что ТМ имеют значительный период полувыведения из почвы: для цинка — 70—510 лет, для кадмия — 13—1100, для свинца — 740—5900, для меди — 310—1500 лет даже после устранения источника загрязнения [5].

Заключение. Несанкционированные свалки являются источником загрязнения почв тяжелыми металлами, которые выделяются из различных компонентов бытового мусора, бесконтрольно размещаемого на свалках. Верхний слой почвы на таких участках содержит избыточные количества ТМ. Большинство значений валового со-

держания хрома и меди лежит в области нормативно-безопасных для окружающей среды и здоровья человека концентраций; свинцом загрязнены 12–15 % всех проб; велика вероятность загрязнения почв кадмием и цинком – от 35 до 50 % проб. Кроме того, на участках несанкционированных свалок существует вероятность загрязнения почвы подвижными соединениями цинка (от 20 до 40 % проб) и свинца (от 10 до 20 % проб). Вероятность загрязнения подвижными формами хрома, меди и кадмия мала либо близка к нулю. Накопление ТМ постепенно увеличивает потенциальную токсичность почв.

Негативное воздействие загрязненных почв на человека может быть прямым (при пылении почв) либо косвенным (при употреблении в пищу растительной продукции, выращенной на данных участках или на участках, где когда-либо располагались несанкционированные свалки, а также при использовании в хозяйственно-питьевых целях поверхностных или подземных вод, испытывающих влияние свалок).

При поступлении ТМ в организм человека с выращенной на загрязненных почвах продукцией в первую очередь подвергаются риску органы пищеварительной системы. При хроническом поступлении металлов начинает действовать закон биологического накопления и мишенями становятся все остальные системы органов: нервная, сердечно-сосудистая, выделительная, половая. Впоследствии негативные изменения в организме происходят на клеточном уровне.

^{1.} *Горбачев*, *В.Н.* Почвы и болезни / В.Н. Горбачев, Р.М. Бабинцева. – Ульяновск : Типография Облучинского, 2010. – 118 с.

^{2.} Иванова, Ю.С. Эколого-геохимическая опасность локальных несанкционированных свалок на территории г. Ульяновска / Ю.С. Иванова // Ульяновский медико-биологический журнал. -2011.- N = 1.-C.136-141.

^{3.} *Ковда, В.А.* Микроэлементы в почвах Советского Союза / В.А. Ковда, И.В. Якушевская, А.Н. Тюрюканов; отв. ред. А.И. Перельман. – : Изд-во Московского ун-та, 1959. – 65 с.

^{4.} *Скальный, А.В.* Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. – М. : ОНИКС 21 век : Мир, 2004. – 271 с.

- 5. Смагин, А.В. Экологическая оценка и технологии менеджмента городских почвенных ресурсов / А.В. Смагин // Докл. по экологическому почвоведению. 2009. №1. Вып. 11. С. 1-61.
- 6. *Стожаров, А.Н.* Медицинская экология / А.Н. Стожаров. Минск : Высш. шк., 2007. 368 с.
- 7. Техногенез и эколого-геохимические особенности почв селитебных ландшафтов
- / В.А. Алексеенко и др. // Современные методы эколого-геохимической оценки состояния и изменений окружающей среды : докл. международной школы. Новороссийск : НИИ геохимии биосферы РГУ, 2003. С. 4–11.
- 8. Эколого-геохимические изменения ландшафтов при загрязнении почв дальневосточных городов тяжелыми металлами / Т.И. Матвеенко и др. – Владивосток : Изд-во Дальневосточного ун-та, 2009. – 97 с.

HEAVY METALS POLLUTION OF SOIL UNDER THE INFLUENCE OF ILLEGAL DUMPING (HEALTH AND ENVIRONMENTAL ASPECTS)

Yu.S. Ivanova, V.N. Gorbachev

Ulyanovsk State University

It is shown that the unauthorized dumping of household waste is a source of pollution of urban soils with heavy metals. Possible negative environmental consequences of geochemical pollution are described according to the data from the literature.

Keywords: unauthorized dumping of household waste, soil contamination with heavy metals.

УДК 630.232

ДЕПОНИРОВАНИЕ УГЛЕРОДА РАЗНОВОЗРАСТНЫМИ КУЛЬТУРАМИ СОСНЫ

Б.П. Чураков, Е.В. Манякина

Ульяновский государственный университет

Выявлен характер накопления общей фитомассы и депонированного углерода разновозрастными культурами сосны, созданными в рамках Международной программы «Киотские леса».

Ключевые слова: общая фитомасса, депонированный углерод, культуры, тип леса, конверсионный коэффициент.

Введение. Усиливающиеся техногенные и антропогенные нагрузки, уничтожение лесных насаждений в результате промышленных рубок и лесных пожаров оказывают существенно негативное влияние на газовый состав нашей атмосферы, увеличивая риск развития парникового эффекта на земле [1; 5]. Одновременно с потеплением климата происходит перемещение на север границ лесорастительных зон, изменяются условия произрастания растений и их ареал. При потеплении климата на 0,8 °C зональная граница хвойных лесов передвигается на 1° широты, или на 100 км [4].

Леса нашей планеты, являясь одним из главных стабилизирующих природных механизмов, способны компенсировать возросшие выбросы парниковых газов в атмосферу. За последние столетия концентрация углекислоты в атмосфере повысилась на 20 %, что не сопровождается увеличением запасов фитомассы растительного покрова. При этом площадь мировых лесов в результате рубок и пожаров ежегодно сокращается. Например, за период с 1990 по 2005 гг. она сократилась на 125, 3 млн га, то есть ежегодное сокращение составило в среднем 8,4 млн га [6–8].

Леса России, которые составляют 22 % мировых лесных ресурсов и 2/3 бореальных лесов мира, играют значительную роль в углеродном бюджете планеты. Ежегодное накопление углерода в фитомассе лесного фонда России на 2003 г. оценивается в 0,25 млрд т в год, что составляет от 10 до 25 % мирового объема поглощения углекислого газа всеми экосистемами [3; 5].

По оценке Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, из 500 млрд т углерода, содержащегося во всей наземной биомассе, вклад российских лесов составляет 34 млрд т, из которых более 25 млрд т приходится на хвойные леса. Дополнительные запасы углерода сосредоточены в мертвой древесине, лесной подстилке и корневых остатках. Общий запас сухостоя и валежа в лесах России оценивается в 2 млрд т углерода. Следовательно, леса России, наряду с болотами, являются крупнейшими накопителями органического углерода на планете [5; 7].

Одним из важных мероприятий по снижению парникового эффекта является создание искусственных зеленых насаждений на нелесных территориях и на лесных землях, на которых, в силу ряда обстоятельств, естественного лесовосстановления не происходит. Вновь созданные лесные культуры активно вовлекаются в процессы связывания углекислого газа и повышения биологической продуктивности лесных экосистем [2; 4]. С этой точки зрения значительный интерес представляют исследования депонирующей способности разновозрастных искусственных насаждений в различных лесорастительных условиях. Такие исследования особенно актуальны в связи с созданием в России лесных культур в рамках Киотского протокола.

Углерододепонирующие насаждения следует создавать с использованием лесных растений, обладающих усиленным поглощением парниковых газов. Из хвойных древесных

пород в первую очередь следует высаживать лиственницу, которая поглощает углекислый газ в 2–2,5 раза быстрее, чем ель, и почти в 1,5 раза интенсивнее, чем сосна. Хвоя лиственницы массой 1 кг продуцирует до 3 кг органического вещества, тогда как хвоя ели – 0,5–0,6, сосны – 1,3–2,0 кг. Из лиственных древесных пород максимальным углерододепонирующим эффектом обладают береза повислая, липа мелколистная, тополя бальзамический и серый, бузина красная, клен татарский, смородина золотистая и др. [4].

В период с 1990 г. ежегодные объемы работ по лесовосстановлению уменьшились с 1,8 до 1,0 х 10⁶ га, в том числе площадь посевов и посадок с 0,6 до 0,25 х 10⁶ га [3]. Это связано преимущественно с уменьшением объема лесозаготовок и сокращением бюджетных ассигнований на воспроизводство лесных ресурсов. Доля лесных культур в составе покрытых лесом площадей составляет в целом для страны около 2,0 %, и еще около 0,4 % приходится на площади несомкнувшихся лесных культур.

Создание углерододепонирующих лесонасаждений позволяет превратить деградированные, малопродуктивные земли в экономически целесообразные и экологически привлекательные ландшафты.

В 1992 г. на конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро подписана рамочная Конвенция ООН об изменении климата. 11 декабря 1997 г. в Киото был принят Протокол о сокращении выбросов парниковых газов в атмосферу Земли — важнейшее международное соглашение по этому вопросу. Россией Протокол подписан в Нью-Йорке 11 марта 1999 г. Россия стала 127-й страной, ратифицировавшей Киотский протокол. Страны-участницы Протокола должны будут уменьшить выбросы парниковых газов в среднем на 5 % от уровня 1990 г. [7–9].

Ульяновская область одной из первых в РФ выиграла грант на создание киотских лесонасаждений. В 2007 г. в бюджет области поступило 50 млн рублей на выполнение комплекса работ по проектированию и созданию «лесов Киото» на бывших землях сельскохозяйственного назначения. Реализация этого проекта происходит в рамках Соглаше-

ния между Федеральным агентством лесного хозяйства и Правительством Ульяновской области.

Важным аспектом в развитии киотских лесов является то, что они создаются на брошенных сельскохозяйственных землях, которые переведены в состав земель гослесфонда. Тем самым увеличивается площадь государственного лесного фонда Ульяновской области. Первыми районами, в которых проводятся работы по созданию киотских лесонасаждений, стали Инзенский и Старомайнский районы области. В Инзенском районе углерододепонирующие насаждения посажены на площади 295 га, в Старомайнском — на площади 1105 га.

Реализация соглашения по созданию углерододепонирующих насаждений позволит увеличить ежегодное поглощение углекислого газа на территории Ульяновской области до 6,8 млн м³ в год. Кроме выполнения основных функций по депонированию углерода реализация Соглашения позволит выполнить защитные функции по предотвращению водной и ветровой эрозии почв, рационально использовать земли сельскохозяйственного назначения на площади 2000 га.

Введение в состав киотских лесонасаждений основных лесообразующих пород (сосны и березы) позволит увеличить в будущем базу для развития лесопромышленного комплекса области до 700 тыс. м³.

Цель исследования. Изучение биологической продуктивности разновозрастных лесных культур, в т.ч. созданных в рамках Киотского протокола, в различных условиях местопроизрастания.

Материалы и методы. Материалом для исследований послужили пятилетние киотские посадки сосны, созданные на заброшенных малопродуктивных сельскохозяйственных землях, и 10-летние культуры сосны ІІ класса бонитета в Инзенском лесничестве. В соответствии с лесотипологической классификацией В.Н. Сукачева исследуемые лесные культуры располагались в местообитаниях, соотвествующих типам сосняков: лишайниковому, черничному и разнотравному.

Для исследований в каждом типе леса для каждого возраста лесных культур были

заложены пробные площади размером 10x10 м в трехкратной повторности, т.е. было проанализировано 18 пробных площадей. На каждой пробной площади было определено число деревьев и отобрано по диагонали по 10 деревьев, у которых замерялись срединный диаметр и высота.

Определение объема стволика сосны в лесных культурах проводилось по упрощенному способу срединного сечения (по формуле немецкого лесовода Губера). В основе применения формулы лежит условное приравнивание объема ствола к объему цилиндра такой же длины. Для определения объема измеряют диаметр на середине ствола, затем определяют площадь поперечного сечения по формуле PxR² и умножают на длину ствола L. Запас древесины на пробе определяется умножением объема среднего ствола на среднее число деревьев на пробе. Для перевода запаса древесины на пробе в запас на 1 га необходимо умножить запас древесины на пробе на 100.

Для определения фитомассы древостоя использовалась формула:

M=KxV,

где M — фитомасса в тоннах, K — конверсионный коэффициент и V — объем стволовой древесины в кубометрах. Конверсионный коэффициент отражает связь запаса стволовой древесины в коре с фитомассой древостоя. Он рассчитан для основных лесообразователей по группам возраста и экорегионам России.

Пример расчета для лесных культур 10-летнего возраста в сосняке лишайнико-

вом. Срединный диаметр сосенок на пробной площади -3.8 см, радиус R=1.9 см, P=3.14, высота L=2.8 м. Расчет $V=PxR^2xL=3.14x3.61x280=3173.9$ см $^3=0.0032$ м 3 . Среднее число стволиков на пробе -68.7 штук, запас стволовой древесины на пробе V=0.0032x68.7=0.22 м 3 , соответственно, на 1 га запас равен 0.22x100=22 м 3 . Конверсионный коэффициент для молодняков сосны 1 класса возраста Европейской части России равен 0.80. Содержание углерода принимается равным 0.5 абсолютно сухой фитомассы дерева.

Общая фитомасса и депонированный углерод в отдельных вегетативных частях сосновых культур определялись по процентному соотношению корней, стволовой древесины и кроны в общей массе деревьев.

Результаты и обсуждение. Увеличить депонирование атмосферного углерода можно не только за счет сохранения существующих лесов, но и путем повышения их продуктивности, реконструкции и создания новых высокопроизводительных лесных насаждений. Созданные человеком искусственные леса обладают различной биологической продуктивностью, что связано с их породным составом, возрастом, условиями произрастания и т.д. Проведены исследования накопления фитомассы и содержания углерода в сосновых культурах 5- и 10-летнего возраста в разных лесорастительных условиях.

В табл. 1 приведены средние таксационные показатели сосновых культур и средние запасы стволовой древесины на пробах в разных типах леса.

Tаблица I Средние таксационные показатели сосновых культур на пробах

| Тип леса | Возраст, лет | Высота, м | Диаметр, см | Площадь поперечного сечения, см ² | Число деревьев на пробе, шт. | Объем ствола, см ³ | Запас на пробе, м ³ |
|---------------|-----------------|--------------|----------------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Сосняк | 5 | 0,7 | 1,0 | 0,78 | 78,1+3,5 | 55,0 | 0,004 |
| лишайниковый | 10 | 2,8 | 3,8 | 11,34 | 68,7+4,1 | 3173,9 | 0,22 |
| Сосняк | 5 | 0,8 | 1,2 | 1,13 | 76,9+4,2 | 90,4 | 0,007 |
| черничный | 10 | 2,9 | 4,3 | 14,51 | 69,3+3,6 | 4207,0 | 0,29 |
| Сосняк | 5 | 0,8 | 1,4 | 1,54 | 77,6+4,4 | 123,2 | 0,009 |
| разнотравный | 10 | 3,0 | 4,3 | 14,51 | 68,6+3,5 | 4354,4 | 0,30 |
| Среднее | 5 | 0,8 | 1,2 | 1,15 | 77,53 | 89,5 | 0,007 |
| по типам леса | 10 | 2,9 | 4,1 | 13,45 | 68,9 | 3912,2 | 0,27 |

Анализ полученных данных показывает, что в исследованных сосновых культурах средний запас стволовой древесины по трем типам леса в 5-летнем возрасте составляет всего 0,007 м³ на пробе, в 10-летнем возрасте – 0,27 м³. При этом различия в запасах по типам леса связаны не с числом деревьев на пробах, а с морфометрическими показателями сосенок. При этом наблюдается закономерное увеличение запаса древесины по мере улучшения лесорастительных условий от сосняка лишайникового к сосняку разно-

травному для обеих возрастных групп лесных культур.

Полученные показатели запасов стволовой древесины на пробных площадях послужили основой для расчета общей фитомассы и депонированного углерода как на пробной площади, так и на 1 га лесных культур.

В табл. 2 представлены данные по расчету общей фитомассы и депонированного углерода сосновыми культурами разного возраста в различных лесорастительных условиях.

Таблица 2 Депонирование углерода разновозрастными сосновыми культурами II класса бонитета

| Тип леса | Возраст, | Запас на пробе, | Запас на 1 га, | Фитомасса, | Углерод, |
|---------------|----------|-----------------|----------------|------------|----------|
| | лет | м ³ | м ³ | т/га | т/га |
| Сосняк | 5 | 0,004 | 0,4 | 0,32 | 0,16 |
| лишайниковый | 10 | 0,22 | 22,0 | 17,6 | 8,8 |
| Сосняк | 5 | 0,007 | 0,7 | 0,56 | 0,28 |
| черничный | 10 | 0,29 | 29,0 | 23,2 | 11,6 |
| Сосняк | 5 | 0,009 | 0,9 | 0,72 | 0,36 |
| разнотравный | 10 | 0,30 | 30,0 | 24,0 | 12,0 |
| Среднее | 5 | 0,007 | 0,7 | 0,54 | 0,27 |
| по типам леса | 10 | 0,27 | 27,0 | 21,6 | 10,8 |

Из табл. 2 видно, что в среднем по трем типам леса в 5-летних культурах на 1 га на-капливается 0,54 т фитомассы, в которой сосредоточено 0,27 т углерода. В 10-летних культурах общая фитомасса составляет 21,6 т на 1 га. В этой фитомассе депонировано 10,8 т углерода. Общая площадь 5-летних углерододепонирующих насаждений, созданных в рамках Киотского протокола, в лесничестве составляет 295 га. Следовательно, за пятилетний период роста ими накоплено 79,7 т углерода. Среднегодовое накопление углерода составило 15,9 т.

Различные части древесного растения (корни, ствол, крона) обладают различной фитомассой и, соответственно, в них сосредоточено различное количество депонированного углерода.

В табл. 3 представлены данные по фитомассе и депонированному углероду отдельных частей разновозрастных древесных растений в трех типах леса.

Из данных табл. 3 видно, что наибольшее количество общей фитомассы по всем типам леса сосредоточено в надземной части деревьев, в среднем около 80,0 %, как для пятилетних, так и для десятилетних лесных культур.

Выводы

- 1. Биологическая продуктивность разновозрастных сосновых культур в основном зависит от морфометрических характеристик деревьев.
- 2. Тип леса также оказывает влияние на фитомассу древостоев сосны. С улучшением лесорастительных условий увеличиваются общая фитомасса и депонированный углерод в лесных культурах.
- 3. Наибольшее количество фитомассы и депонированного углерода сосредоточено в надземной части лесных культур.
- 4. В обследованных сосновых культурах в среднем ежегодное накопление фитомассы в первые пять лет составляет 0.11 т/га, в последующие пять лет -4.32 т/га, соответственно, 0.054 и 2.16 т/га.

| | Таблица 3 | | | | | |
|---|-----------|--|--|--|--|--|
| Фитомасса и депонированный углерод отдельных вегетативных органов | | | | | | |
| разновозрастных сосенок | | | | | | |

| | | Возраст культур, лет | | | | |
|--------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|--|
| Тип леса | Ч асти дерева | 5 | | 10 | | |
| siecu. | | Фитомасса, т/га | Углерод, т/га | Фитомасса, т/га | Углерод, т/га | |
| Сосняк лишайниковый | Ствол Крона Корни | 0,21 0,05 0,06 | 0,11 0,02 0,03 | 11,44 2,64 3,52 | 5,72 1,32 1,76 | |
| Итого | | 0,32 | 0,16 | 17,6 | 8,8 | |
| Сосняк черничный | Ствол Крона Корни | 0,36 0,09 0,11 | 0,18 0,04 0,06 | 15,08 3,48 4,64 | 7,54 1,74 2,32 | |
| Итого | | 0,56 | 0,28 | 23,2 | 11,6 | |
| Сосняк разнотравный | Ствол Крона Корни | 0,47 0,11 0,14 | 0,23 0,06 0,07 | 15,6 3,6 4,8 | 7,8 1,8 2,4 | |
| Итого | | 0,72 | 0,36 | 24,0 | 12,0 | |
| Среднее по типам леса | Ствол Крона Корни | 0,35 0,08 0,11 | 0,17 0,04 0,06 | 14,04 3,24 4,32 | 7,02 1,62 2,16 | |
| Итого | | 0,54 | 0,27 | 21,6 | 10,8 | |

- 1. Углерод в лесном фонде и сельскохозяйственных угодьях России / Д.Г. Замолодчиков и др. М. : ТНИ КМК, 2005. 200 с.
- 2. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовозобновления и лесоразведения в России / А.С. Исаев и др. М.: Центр экологической политики, 1995. 156 с.
- 3. Вклад лесов России в углеродный баланс планеты и проблема лесопользования / А.М. Писаренко и др. // Бюл. «Использование и охрана природных ресурсов России». 2000. №6. С. 54–66.
- 4. Лесные культуры / А.Р. Родин и др. М. : Изд-во МГУЛ, 2009. 462 с.
- 5. Леса России как резервуар органического углерода биосферы / А.И. Уткин и др. // Лесоведение. -2001. №5. C. 8-23.

- 6. Филиичук, А.Н. Вклад лесов России в углеродный баланс планеты / А.Н. Филипчук, Б.Н. Моисеев // Лесохозяйственная информация. 2003. N = 1. C. 27 = 34.
- 7. Щепащенко, Д.Г. Биологическая продуктивность и бюджет углерода лиственничных лесов северо-востока России / Д.Г. Щепащенко, А.З. Швиденко, В.С. Шалаев. М. : Изд-во МГУЛ, 2008. 296 с.
- 8. *Sohngen, B.* An optimal control model of forest carbon sequestration / B. Sohngen, R. Mendelsohn // American Journal of Agricultural Economics. 2003. V. 85, №2. P. 448–457.
- 9. *Yarie*, *J.* Carbon balance of the taiga forest within Alaska present and future / J. Yarie, S. Billings // Canadian Journal of Forest Research. 2002. V. 32.5. P. 757–767.

CARBON DEPOSITION BY UNEVEN-AGE CULTURES OF PINE

B.P. Churakov, E.V. Manyakina

Ulyanovsk State University

Character accumulation of the general phytoweight and the deposited carbon is revealed by uneven-age cultures of the pine created within the limits of the International program «Kiotsky woods».

Keywords: the general phytoweight, the deposited carbon, cultures, type of forests, conversion factor.

ЮБИЛЯРЫ



ШУТОВ Александр Михайлович

10 марта 2012 года исполнилось 60 лет со дня рождения талантливого врача-нефролога, заведующего кафедрой терапии и профессиональных болезней Ульяновского государственного университета, доктора медицинских наук, профессора Шутова Александра Михайловича.

А.М. Шутов родился в г. Белогорске Амурской области. Там прошло его детство. Прекрасное воспитание, интеллигентная семья, глубокая порядочность, целеустремленность, твердый дух и упорство – вот качества, переданные ему родителями – отцом-военнослужащим и матерью-учителем. Закончив школу в г. Бикин Хабаровского края, в 1969 году он поступает в Благовещенский государственный медицинский институт на лечебный факультет. Учеба давалась Александру Михайловичу легко, со студенческих лет он увлекался научными исследованиями. Будучи студентом, работал медбратом в неф-

рологическом отделении. В 1975 году, получив диплом врача-лечебника, он проходит интернатуру, получает квалификацию врача нефролога-терапевта и назначается заведующим лабораторией «Искусственная почка» в городской больнице г. Благовещенска. Работая врачом, внимательно анализирует полученные результаты, выступает с докладами, публикует статьи. Получив достаточную практическую подготовку, ощутив тягу к науке, в 1981 году А.М. Шутов переходит на работу в Благовещенский медицинский институт на должность ассистента кафедры факультетской терапии. Именно здесь проявился талант молодого ученого. В 1883 году он защищает кандидатскую диссертацию на тему «Состояние слизистой оболочки желудка и 12-перстной кишки у больных с острой почечной недостаточностью».

После присвоения ученой степени кандидата медицинских наук в 1984 году избирается на должность ассистента, а в 1990 году — доцента кафедры терапии Пензенского государственного института усовершенствования врачей. Здесь расширяются его научные интересы, начинается работа над докторской диссертацией.

В 1992 году А.М. Шутов переводится на должность врача-нефролога в Пензенскую областную больницу им. Н.Н. Бурденко, где соединяются высокая квалификация врача и аналитический ум ученого. В 1992 году ему присваивается высшая квалификационная категория, а в 1997 году он защищает докторскую диссертацию на тему «Острая почечная недостаточность при геморрагической лихорадке с почечным синдромом. Диагностика, лечение, реабилитация».

С 1 сентября 1998 года А.М. Шутов принимается на должность профессора кафедры госпитальной терапии Ульяновского государственного университета. В марте 2001 года ему присвоено звание профессора, в 2002 году состоялось избрание его заведующим кафедрой терапии и профессиональных

болезней. Именно здесь проявляется талант большого ученого, опытного педагога, прекрасного врача. Под руководством А.М. Шутова защищено 14 кандидатских и 2 докторские диссертации. Клинические ординаторы и аспиранты кафедры неоднократно получали гранты Международного общества нефрологов и Европейского общества нефрологов для участия в конгрессах, конференциях и стажировках (Германия, Италия, Канада и др.), именные стипендии Президента и Правительства России, Попечительского Совета Ульяновского государственного университета, были победителями и призерами конкурсов молодых ученых и участниками российских конгрессов кардиологов и нефрологов.

Наряду с большой научной и учебнометодической деятельностью А.М. Шутов постоянно уделяет большое внимание лечебнодиагностической работе: активно участвует в проведении консилиумов, обходов, клинических разборов и конференций на клинических базах, ведет консультативный прием в медицинских центрах г. Ульяновска, ежегодно читает лекции для врачей Ульяновской области по проблемам кардиологии и нефрологии.

А.М. Шутов – член международного общества нефрологов (ISN), член (Full Member) Европейской почечной ассоциации – Европейской ассоциации диализа и трансплантации (ERA-EDTA), член рабочей группы по кардионефрологии ERA-EDTA, член Европейского общества кардиологов, ассоциации

по сердечной недостаточности (НFA) и ассоциации по сердечно-сосудистой профилактике и реабилитации (EACPR) Европейского общества кардиологов, член правления Российского общества нефрологов, член координационного совета Российского диализного общества, член редколлегии журналов «Нефрология», «Нефрология и диализ» и редакционного совета журнала «Клиническая нефрозаместитель главного редактора «Ульяновского медико-биологического журнала». Неоднократно участвовал в международных нефрологических конгрессах, конференциях и курсах повышения квалификации по нефрологии в России и за рубежом. Область научных интересов - кардионефроло-Руководитель научного направления «Патология сердечно-сосудистой системы у больных хронической болезнью почек», заместитель председателя докторского диссертационного совета (ДМ212.278.06).

А.М. Шутов – автор более 400 научных публикаций, обладатель патента РФ, авторских свидетельств на изобретения.

За заслуги в области здравоохранения и образования Александр Михайлович неоднократно награжден различными грамотами.

Редакционный совет и редакционная коллегия «Ульяновского медико-биологического журнала», коллектив Института медицины, экологии и физической культуры горячо поздравляют Александра Михайловича с юбилеем и желают крепкого здоровья и долгих лет творческой жизни.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Абакумова Татьяна Владимировна – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры физиологии и патофизиологии, с.н.с. лаборатории молекулярной и клеточной биологии НИТИ; Ульяновский государственный университет; e-mail: taty-abakumova@yandex.ru.

Альберт Марина Александровна – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры медицинской психологии, психоневрологии и психиатрии; Ульяновский государственный университет; e-mail: m_albert @ inbox.ru.

Амелина Ирина Валерьевна – доцент кафедры адаптивной физической культуры и медико-биологических наук; Курский институт социального образования (филиал) РГСУ; e-mail: zsyu@046.ru.

Антонеева Инна Ивановна – доктор биологических наук, профессор кафедры онкологии и лучевой диагностики, в.н.с. лаборатории молекулярной и клеточной биологии НИТИ; Ульяновский государственный университет; e-mail: aii72@mail.ru.

Арсланова Динара Ришатовна — кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры физиологии и патофизиологии, с.н.с. лаборатории молекулярной и клеточной биологии НИТИ; Ульяновский государственный университет; e-mail: monika rainbow@mail.ru.

Балыкин Михаил Васильевич – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой адаптивной физической культуры; Ульяновский государственный университет; e-mail: balmv@yandex.ru.

Баранов Виктор Михайлович – академик РАМН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией физиологических проблем невесомости; НИИ Общей патологии и патофизиологии PAMH; e-mail: zdonina@yahoo.com.

Белозерова Лилия Алмазовна – кандидат биологических наук, доцент кафедры психологии; Ульяновский государственный университет; e-mail: Naum-53@yandex.ru.

Верушкина Александра Сергеевна – аспирант кафедры общественного здоровья и здравоохранения; Ульяновский государственный университет; e-mail: danale.sem@mail.ru.

Вишневский Александр Александрович – доктор биологических наук, кафедра базисных дисциплин и патологии; Международная Высшая школа медицины Международного университета Киргизии; e-mail: polonis@bk.ru.

Возженникова Галина Витальевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения; Ульяновский государственный университет; e-mail: galina_v@inbox.ru.

Воротникова Марина Вячеславовна – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии человека; Ульяновский государственный университет; e-mail: mar.vorotnikova@mail.ru.

Генинг Снежанна Олеговна – студентка 4-го курса медицинского факультета; Ульяновский государственный университет; e-mail: Digitally bright@bk.ru.

Генинг Татьяна Петровна – доктор биологических наук, профессор, академик РАЕН, зав. кафедрой физиологии и патофизиологии, начальник лаборатории молекулярной и клеточной биологии НИТИ; Ульяновский государственный университет; e-mail: Naum-53@yandex.ru.

Гимаев Ринат Худзятович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры факультетской терапии; Ульяновский государственный университет; e-mail: razin1975@mail.ru.

Горбачев Владимир Николаевич – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой общей экологии; Ульяновский государственный университет; e-mail: gorbachev123@mail.ru.

Горбунов Василий Иванович – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой общественного здоровья и здравоохранения; Ульяновский государственный университет; e-mail: ozziog@mail.ru.

Грищук Денис Вячеславович – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры неврологии, нейрохирургии, физиотерапии и ЛФК; Ульяновский государственный университет; e-mail: Grischukdv@inbox.ru.

Демьяненко Татьяна Николаевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры почвоведения; Красноярский государственный аграрный университет; e-mail: Shabalin05@bk.ru.

Донина Жанна Альбертовна – доктор биологических наук, с.н.с. лаборатории физиологии дыхания; Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН; e-mail: zdonina@yahoo.com.

Жапаралиева Чолпон Оморбековна – м.н.с.; Института горной физиологии НАН КР; e-mail: chopa0702@mail.ru.

Зеркалова Юлия Феликсовна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии человека; Ульяновский государственный университет; e-mail: mar.vorotnikova@mail.ru.

Иванова Юлия Сергеевна – аспирант кафедры общей экологии; Ульяновский государственный университет; e-mail: julia6373@mail.ru.

Исаева Ирина Николаевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения; Ульяновский государственный университет; e-mail: iriskor@mail.ru.

Кан Нина Ивановна – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой семейной медицины; Ульяновский государственный университет; e-mail: LPU019@mail.ru.

Карпович Константин Иосифович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесного хозяйства; Ульяновский государственный университет; e-mail: Kornilina-valentina@mail.ru.

Колесниченко Юлия Александровна – соискатель кафедры неврологии, нейрохирургии, физиотерапии и ЛФК; Ульяновский государственный университет; e-mail: Grischukdv@inbox.ru.

Крестьянинов Максим Вячеславович – аспирант кафедры факультетской терапии; Ульяновский государственный университет; e-mail: viruzov@yandex.ru.

Ксейко Диляра Абдряшитовна – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры физиологии и патофизиологии; Ульяновский государственный университет; e-mail: ybrf4@rambler.ru.

Лебедева Вероника Павловна — студентка 5 курса отделения экологии и природопользования Института экономики, управления и природопользования; Сибирский федеральный университета; e-mail: nika lebedeva@mail.ru.

Мазурова Ольга Васильевна – старший преподаватель кафедры госпитальной терапии; Ульяновский государственный университет; e-mail: razin1975@mail.ru.

Малых Андрей Львович – кандидат медицинских наук, главный врач ГУЗ «Городская детская поликлиника №1», доцент кафедры организации здравоохранения и общественного здоровья; Ульяновский государственный университет; e-mail: LPU019@mail.ru.

Малых Дмитрий Андреевич – клинический ординатор кафедры педиатрии; Ульяновский государственный университет; e-mail: Malykhs@hotmail.com.

Малькова Наталья Николаевна — соискатель кафедры неврологии, нейрохирургии, физиотерапии и ЛФК; Ульяновский государственный университет; e-mail: Grischukdv@inbox.ru.

Манякина Елена Валентиновна – студентка 3 курса факультета экологии; Ульяновский государственный университет; e-mail: leshoz@sv.ulsu.ru.

Марковцева Мария Владимировна – кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры госпитальной терапии; Ульяновский государственный университет; e-mail: mmark7@yandex.ru.

Медведев Илья Николаевич – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой адаптивной физической культуры и медико-биологических наук; Курский институт социального образования (филиал) РГСУ; e-mail: ilmedv1@yandex.ru.

Мельникова Мария Александровна – аспирант кафедры факультетской терапии; Ульяновский государственный университет; e-mail: viruzov@yandex.ru.

Мухамедова Ирина Петровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры базисных дисциплин и патологии; Международная Высшая школа медицины Международного университета Киргизии; e-mail: darim@mail.ru.

Олезов Николай Владимирович – аспирант кафедры факультетской терапии; Ульяновский государственный университет; e-mail: viruzov@yandex.ru.

Пахарькова Нина Викторовна – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и природопользования; Сибирский федеральный университет; e-mail: nina.pakharkova@yandex.ru.

Полуднякова Людмила Викторовна – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры физиологии и патофизиологии; Ульяновский государственный университет; e-mail: mila-3@rambler.ru.

Разин Владимир Александрович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры факультетской терапии; Ульяновский государственный университет; e-mail: razin1975@mail.ru.

Раков Сергей Анатольевич — магистр 2 курса отделения экологии и природопользования Института экономики, управления и природопользования; Сибирский федеральный университета; e-mail: serg.rakov@list.ru.

Рузов Виктор Иванович – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой факультетской терапии; Ульяновский государственный университет; e-mail: viruzov@yandex.ru.

Рябова Лидия Геннадиевна – клинический ординатор кафедры факультетской терапии; Ульяновский государственный университет; e-mail: viruzov@yandex.ru.

Сабитов Ильдар Анберович – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры медицинской психологии, психоневрологии и психиатрии; Ульяновский государственный университет; e-mail: m albert @ inbox.ru.

Сагидова Светлана Александровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры адаптивной физической культуры; Ульяновский государственный университет; e-mail: sagidoff2007@yandex.ru.

Сапожников Александр Нилович – кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры госпитальной терапии; Ульяновский государственный университет; e-mail: razin1975@mail.ru.

Сидоренко Екатерина Геннадьевна — ассистент кафедры онкологии и лучевой диагностики, в.н.с. лаборатории молекулярной и клеточной биологии НИТИ; Ульяновский государственный университет; e-mail: nikolaenkova73@mail.ru.

Сластён Елена Валерьевна – аспирант кафедры неврологии, нейрохирургии, физиотерапии и ЛФК; Ульяновский государственный университет; e-mail: Grischukdv@inbox.ru.

Сорокина Галина Александровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и природопользования; Сибирский федеральный университета; e-mail: sorokina_gas@mail.ru.

Халаф Хасан – аспирант кафедры факультетской терапии; Ульяновский государственный университет; e-mail: viruzov@yandex.ru.

Чураков Борис Петрович – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой лесного хозяйства; Ульяновский государственный университет; e-mail: churakovbp@yandex.ru.

Шабалина Ольга Михайловна – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и природопользования; Сибирский федеральный университет; e-mail: Shabalin05@bk.ru.

Шутов Александр Михайлович – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой терапии и профессиональных болезней; Ульяновский государственный университет; e-mail: amshu@mail.ru.