

УДК 616.127-092.9(23.03):537.523.3

**РЕМОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕНЕЧНОГО РУСЛА И МИОКАРДА КРЫСЫ
ПОД СОЧЕТАННЫМ ДЕЙСТВИЕМ ВЫСОКОГОРЬЯ
И ОТКРЫТОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ МОЩНОСТЬЮ 35 кВт**

*И.А. Абдумаликова, Х.А. Садуллаева, Б.К. Нурматов,
Д.Н. Мадумаров, В.А. Иванина, М.А. Гусарова*

При сочетанном воздействии электромагнитных волн открытых распределительных установок и высокогорья отмечается ремоделирование кровеносного русла, сосудистой стенки, микроциркуляторного русла, рабочего миокарда. Изменение гематологических показателей проявляются стазом и сепарацией крови, формированием фибриновых сгустков плазмы, адгезией эритроцитов в просвете кровеносных сосудов сердца.

Ключевые слова: ремоделирование; венечное русло; открытие распределительные установки; высокогорье.

**БИЙИК ТООЛУУ ШАРТТЫН ЖАНА КУБАТТУУЛУГУ 35 кВт БОЛГОН
АЧЫК БӨЛҮШТҮРҮҮЧҮ АППАРАТТЫН АЙКАЛЫШКАН ТААСИРИ МЕНЕН
КЕЛЕМИШТИН КАН-ТАМЫРЛАРЫН ЖАНА МИОКАРДДЫ КАЙРА МОДЕЛДӨӨ**

*И.А. Абдумаликова, Х.А. Садуллаева, Б.К. Нурматов,
Д.Н. Мадумаров, В.А. Иванина, М.А. Гусарова*

Бул макалада ачык бөлүштүрүүчү аппараттын электромагниттик толкундарынын жана бийик тоолуу шарттын айкалышкан таасири менен кандын багытын, кан-тамырлардын капталдарын, микроциркулятордук багытты, миокардды кайра моделдөө белгиленген. Гематологиялык көрсөткүчтөрдөн өзгөрүшү кандын токтоп калышы жана сепарациясы, плазманын уюган фибриндеринин пайда болушу, жүрөктүн кан-тамырларында эритроциттердин бири-бирине жабышып калышы менен мүнөздөлөт.

Түйүндүү сөздөр: кайра моделдөө; кан-тамырдын нугу; бөлүштүрүүчү аппарат; бийик тоо.

**REMODELING THE CORONOID AND INFARCTION RATS
UNDER THE COMBINED EFFECT OF HIGH MOUNTAINS AND OPEN DISTRIBUTION
INSTALLATION WITH A CAPACITY OF 35 KW**

*I.A. Abdumalikova, H.A. Sadullayeva, B.K. Nurmatov,
D.N. Madumarov, V.A. Ivanina., M.A. Gusarova*

The combined effects of electromagnetic waves of open distribution installations and highlands celebrated remodeling blood, vascular wall of the microcirculatory system, working myocardium. Changing blood indicators evident stazom and separation of blood, formation of fibrin plasma clots adhesion of erythrocytes in the lumen of blood vessels of the heart.

Keywords: remodeling; coronary system; open switchgear; highlands.

Актуальность. Основные гидроэлектрические ресурсы Кыргызстана располагаются в горах, где сооружены и планируется построить каскад

мощных гидроэлектростанций (ГЭС). Необходимость бесперебойного обеспечения экспорта, а также производств с круглосуточным режимом

работы требует возведения новых, ремонт и профилактику существующих электроустановок и высоковольтных линий электропередач выполнять под напряжением. Естественно, еще в прошлом веке возникла проблема защиты специалистов энергетической отрасли от действия коронного разряда высоковольтных линий электропередач (ВВ ЛЭП) и электромагнитных волн (ЭМВ) в условиях высокогорья. Такие работы были начаты в свое время под руководством Ю.Х.-М. Шидакова учеными СИБНИИ энергетики (головной институт СССР), НАН КР и Таджикистана, которые были прерваны после распада Советского Союза.

В настоящее время лаборатория экспериментального моделирования патологических процессов (зав. – академик Международной академии традиционной и экспериментальной медицины Минздрава Кыргызской Республики Ю.Х.-М. Шидаков) в рамках Программы развития Кыргызско-Российского Славянского университета разрабатывает проект «Высокогорная травматология: лечение и профилактика осложнений». Одним из направлений проекта является выяснение особенностей действия электротравмы в условиях высокогорья.

Целью настоящего сообщения является изложение результатов исследования ремоделирования коронарного русла сердца и миокарда в условиях высокогорья под действием ОРУ 35 кВт.

Материал и методы. Работа выполнена на белых беспородных лабораторных крысах-самцах весом 170–210 граммов с соблюдением «Правил лабораторной практики в Российской Федерации» (Приказ МЗ РФ от 19 июня 2008 года № 267). Животные в стандартных металлических клетках транспортировались из г. Бишкека (высота 760 м над ур. моря) на перевал Туя-Ашуу (высота 3200 м над ур. моря), где они составили две серии опытов: основную и контрольную. Крысы основной серии на 8 часов помещались на расстоянии 20 см от ОРУ 35 кВт, животные контрольной группы оставались в помещении вивария. Вечером того же дня животные были спущены в г. Бишкек и на третий день выведены из опыта под общим наркозом и был произведен забор материала.

Поперечные срезы сердца фиксированы в 10%-м растворе формалина, обезвожены в спиртах восходящей концентрации, залиты в парафин. Гистологические срезы толщиной 5–7 мкм окрашены гематоксилином-эозином и по Ван-Гизону и изучены под микроскопом Olympus BX40 (Япония). Проведена серийная цветная фотосъемка кровеносного русла, сократительного миокарда и стромы сердца.

Результаты. Ремоделирование кровеносного русла сердца крыс основной серии опытов

в отличие от данных, полученных у контрольных животных, характеризуются полнокровием, что не отмечается в контроле. В мелких ветвях венечных артерий наблюдается стаз крови в состоянии сепарации. В венах встречается гравитационное расслоение крови на форменные элементы, плазму и сыворотку, что указывает на прижизненное нарушение осевого кровотока. Встречаются вены с нарушением целостности эндотелия, с пристеночным расположением фибриновых сгустков плазмы крови и адгезией эритроцитов (рисунок 1).

Ремоделирование сосудистой стенки затрагивает все ее оболочки. Со стороны интимы отмечается изменение конфигурации и тинкториальных свойств эндотелиоцитов. Большинство из них выглядят нормальными, другие – набухшими, расположенными перпендикулярно к окружности сосудистой стенки.

В меди артерий и вен встречается отечность, что приводит к утолщению стенки и сужению просвета сосудов. На этом фоне наблюдается хаотичное расположение отечных, либо пикнотических гиперхромных ядер гладкомышечных клеток сосудов. Создается впечатление об увеличении концентрации расположения ядер в мышечной оболочке кровеносных сосудов. Редко, но встречаются сосуды с причудливой конфигурацией стенки и просвета, когда ядра эндотелиоцитов группируются на отдельных участках люминальной поверхности и выступают в просвет сосудов. Характерно сочетание дистонии и спадении одних, дилатация – других и спазм третьих ветвей венечных артерий (рисунок 2).

Паравазальные изменения выражаются локальными явлениями отека, плазморрагии, единичными микрокровоизлияниями, куда мигрируют клетки лейкоцитарного, лимфоцитарного и фибробластического ряда (рисунок 3).

На уровне микроциркуляторного русла (МЦР) миокарда выявляется гипертаскуляризация сердца. В первую очередь это выражается нарастанием плотности капиллярной сети на единице площади гистологического среза сердца. Такая картина создается вследствие раскрытия резервных сосудов, расширения просвета и гиперемии. Начинают усиленно функционировать артериоло-венулярные анастомозы. В результате на фоне пространственной решетчатой архитектоники капиллярной сети выделяются магистральные сосуды, перебирающие кровь из артериального русла МЦР в веноулярное, что предотвращает повышение капиллярного давления и усиление паравазальной отечности (рисунок 4).

Особое внимание привлекает состояние сосудов Вьессена – Тебезия. Часто устья этих сосудов

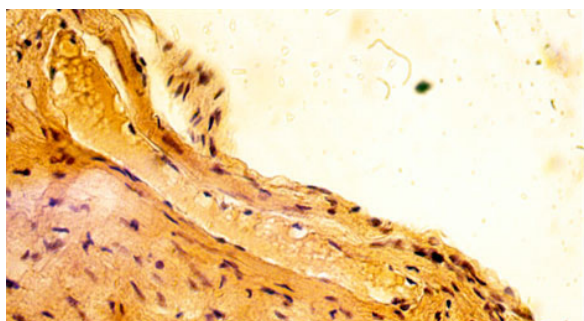


Рисунок (микрофото) 1 – Субэпикардальная вена с гравитационно-расслоенной кровью в просвете и нарушением целостности эндотелия. Заливка в парафин, × 400

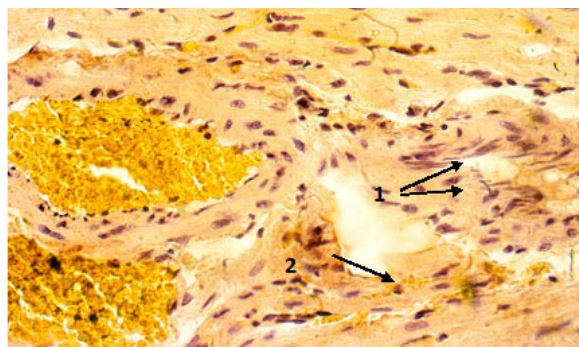


Рисунок (микрофото) 2 – В результате неравномерного отека артерия приобрела причудливое очертание, выглядит двустольной, ядра эндотелиоцитов вытянутой формы (1), плотно прилежат один к другому и выступают в просвет сосуда. В просвете располагаются сгустки фибрина, прикрепленные отростками к сосудистой стенке (2). Заливка в парафин, × 400

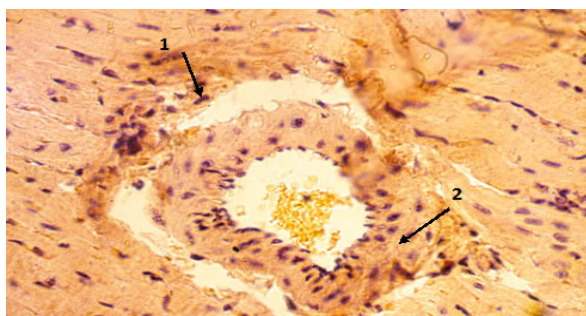


Рисунок (микрофото) 3 – Паравазальная отечная жидкость с элементами геморрагии. Заливка в парафин, × 400. 1 – отечная жидкость; 2 – геморрагии

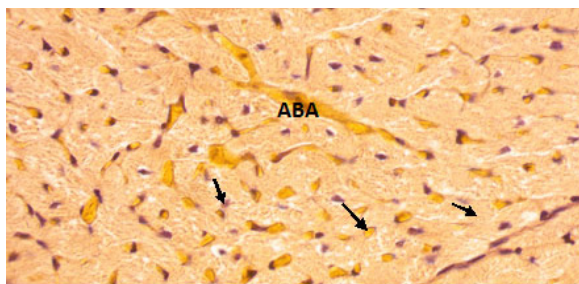


Рисунок (микрофото) 4 – Гиперемия миокарда, артериовенулярные анастомозы, представленные магистральными капиллярами (AVA). Стрелками указаны капилляры. Заливка в парафин, × 700

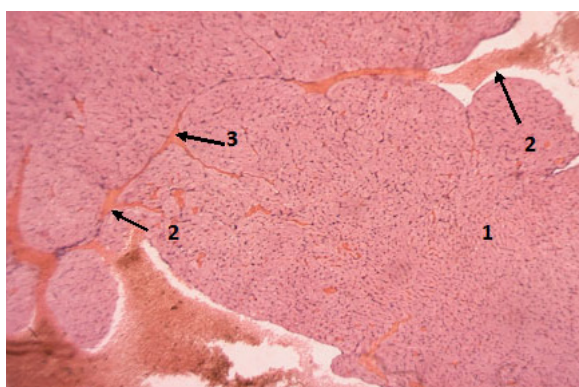
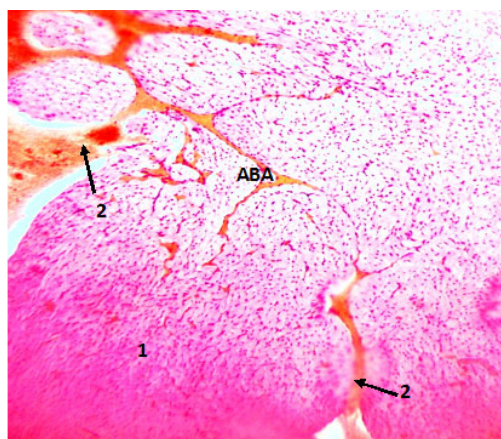


Рисунок (микрофото) 5 – Расположение сосудов Вьессена – Тебезия: 1 – папиллярная мышца; 2 – сосуды Вьессена – Тебезия, отходящие от полости правого желудочка у основания папиллярной мышцы; 3 – анастомоз между сосудами Вьессена – Тебезия. Заливка в парафин, ×400

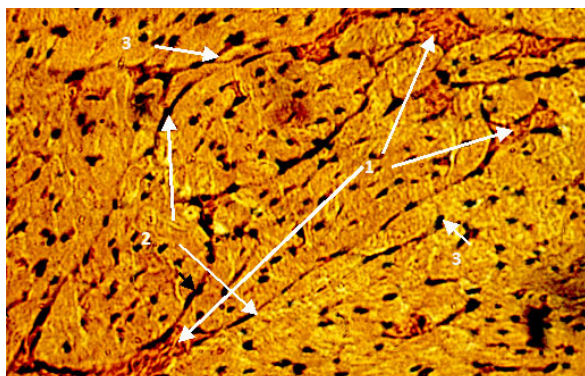


Рисунок (микрофото) 6 – Ветви синусоидов сосудов Вессена – Тебезия анастомозируют с капиллярами системы венечного русла сердца. Заливка в парафин $\times 400$: 1 – синусоиды; 2 – ветви синусоидов; 3 – анастомозы между системой синусоидов и венечной системой

располагаются у основания папиллярных мышц, откуда они глубоко проникают в субэндокардиальный слой миокарда и анастомозируют между собой (рисунок 5 а, б). Отсюда в последующие слои миокарда проникают ветви разного калибра и нередко образуют синусоиды. От синусоидов отходят ветви, которые анастомозируют с капиллярами из системы коронарных артерий (рисунок 6). Такое изобилие ветвей сосудов Вессена – Тебезия в миокарде контрольных животных обнаружить не удастся.

Ремоделирование рабочего миокарда с определенными допущениями можно подразделить на общие и характерные для разных отделов сердца. К общим относятся следующие: во всех отделах сердца наблюдается гиперемия миокарда, которая выражается дилатацией и полнокровием не только разных звеньев МЦР, но и всей системы коронарного кровообращения. Гиперемия более выражена в миокарде правого желудочка, особенно папиллярных мышц и менее – в миокарде предсердий и левого желудочка. Гиперемия сопрягается отеком пропитыванием кардиомиоцитов и мутным набуханием миокарда. Как и следовало ожидать, мутное набухание сочетается с зернистой дистрофией миокарда (рисунок 7). Надо полагать, что, несмотря на увеличение кровотока по венечному руслу, миокард ощущает недостаток кислорода, а последующий за ней энергетический дефицит приводит к раскрытию АТФ-зависимых каналов. Это сопровождается накоплением в кардиомиоцитах ионов Са и Na и потерей ионов К. За натрием в клетки поступает вода, развиваются отек кардиомиоцитов, мутное набухание и зернистая дистрофия.

Во всех отделах сердца отмечаются очаги вакуолизации и гидрорической дистрофии кар-

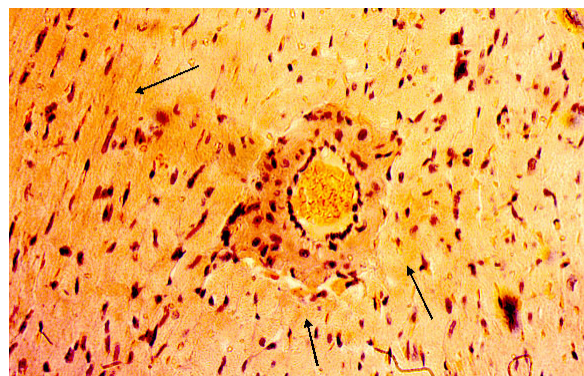


Рисунок (микрофото) 7 – Очаги зернистой дистрофии миокарда (стрелки). Заливка в парафин $\times 400$

диомиоцитов, при которой обнаруживается частичное или полное просветление цитоплазмы клеток. Встречаются также мелкоточечные кровоизлияния в миокард.

В то же время для миокарда правого желудочка характерны микронекрозы с полиморфно-клеточной инфильтрацией, тогда как в других отделах сердца это не наблюдается.

Обсуждение. В литературе отсутствуют сведения о влиянии ОРУ в условиях высокогорья на разные уровни организации живой системы. Хотя известно, что физико-химические факторы электрических установок, способные вызвать изменения в организме, в условиях высокогорья модифицируются [1]. Поэтому интерпретировать изложенные выше данные приходится, привлекая сведения о биотропных эффектах электроустановок в обычных условиях окружающей среды. Одним из ведущих среди факторов электроустановок, отражающихся на здоровье человека, являются электромагнитное излучение независимо от высоты местности.

Известно изменение гематологических показателей под влиянием электромагнитных излучений различных устройств [2, 3], которые в наших экспериментах проявляются стазом и сепарацией крови, формированием фибриновых сгустков плазмы, адгезией эритроцитов в просвете кровеносных сосудов сердца. Формирование фибриновых сгустков и нитей, надо полагать, сопряжено с рецепцией белками плазмы крови электромагнитного излучения ОРУ 35 кВт, действием электромагнитного излучения на конформационные состояния в белках [4]. Не исключена связь между агрегацией эритроцитов и изменением их мембран, так как

электромагнитное излучение действует на функционирование быстрых калиевых каналов за счет конформационных преобразований воротных молекул [3]. В целом, можно считать установленным фактом ремоделирование поверхностных свойств мембран эритроцитов под действием ОРУ 35 кВт в течение 8 часов в условиях высокогорья.

Литература

1. Першин И.И. Исследование природно-климатических условий в горных районах применительно к сооружению линий электропередач / И.И. Першин // Передача электрической энергии в высокогорных районах. Высокогорные исследования: изменения и перспективы в XXI веке. Бишкек, 1996. С. 46–47.
2. Juutilainen J., Seze de R. Biological effects of amplitude-modulated radio-frequency radiation // Scand. J. Work, Environ. and Health. 1998. № 4. 245–254.
3. Goldsmith J.R. Epidemiological studies of radio-frequency radiation: Current status and areas of concern // Sci. Total Environ. 1996. № 1. P. 3–8.
4. Перельмутер В.М. Медико-биологические аспекты взаимодействия электромагнитных волн с организмом: учебное пособие / В.М. Перельмутер, В.А. Ча, Е.М. Чуприкова. Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2009. 128 с.