

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК

МАЙ—ИЮНЬ, ТОМ 19, № 3

МИНСК 1996

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Основан в январе 1958 г.

1996. ТОМ 69, № 3 (МАЙ-ИЮНЬ)

СОДЕРЖАНИЕ

Шульман З. П. Обращение к читателям Инженерно-физического журнала	355
Шульман З. П. Реологический фактор кровотока в СВЧ-локальной гипертермии. Проект "Реомед"	356
Ямайкина И. В., Мансуров В. А., Ивашкевич Э. В. Температурная денатурация спектрина эритроцитов: реология, деформируемость и детергентоустойчивость	360
Van Beek J. Heat Generation and Transport in the Heart	364
Левицкий С. П. Реологический фактор крови в проблеме газовой эмболии	377
Васильев Л. Л., Журавлев А. С., Молодкин Ф. Ф., Хроленок В. В., Жданов В. Л., Васильев В. Л., Адамов С. Л., Тюрин А. А. Медицинский инструмент на базе тепловой трубы для локальной полостной гипотермии	382
Мансуров В. А., Кулебякин В. В., Виланская С. В. О температурной зависимости реологических свойств человеческой крови при низких скоростях сдвига	386
Хайруллина А. Я. Оптические и биофизические параметры биотканей в норме и патологии, методы их определения в видимой и ближней ИК-областях спектра, основанные на многократном рассеянии	390
Liepsch D. Biofluid Mechanical Studies in Models of Blood Vessels and Some Applications	399
Лобаченко М. Б., Беляева Н. М., Новиков Е. В. Разработка компьютеризированных методик оценки периферического кровообращения у детей при скрининговых обследованиях	413
Калион В. А., Шмаков Ю. И., Тютюнов В. А., Тютюнова О. Н. Особенности течения крови в микроциркуляторной ячейке	419
Подольцев А. С. Математическое моделирование порогов повреждения тканей роговицы глаза короткими лазерными импульсами ИК излучения	424
Сидлецкий В. А., Колупаев Б. С. Исследование взаимосвязи между микро- и макросвойствами полимеров в блочном состоянии	428
Шульман З. П., Жаврид Э. А., Истомина Ю. П., Файн И. В., Фрадкин С. З. Теплообмен при регионарной экстракорпоральной перфузии конечностей	434
Прохорова В. И., Машевский А. А., Лаппо С. В., Цырус Т. П., Абрамович М. С. Гормонально-метаболические сдвиги у онкологических больных при общей гипертермии и пути их коррекции	443
Тепляков А. И., Кручинский Н. Г. Модификация функционального состояния нейтрофильных гранулоцитов крови, обусловленная коагуляцией и	

напряженном сдвига, у пациентов с ишемической болезнью сердца: общие цитохимические феномены	451
Смирнова Т. А., Герасимович Г. И., Костин Г. М. Гемореологические основы трансфузионной терапии при внематочной беременности	456
Руденко Ф. В. , Рущкий А. В., Коваленко Ю. Д. Влияние изменений внутрисосудистого давления и реологии кровотока на злокачественный рост	460
Руденко Ф. В. , Рущкий А. В., Коваленко Ю. Д. Снижение давления в артериальных сосудах как противоопухолевое воздействие	464
Гуцаленко В. А., Сташук В. Д. Улучшение разрешающей способности импедансной термо- и томографии биологических тканей	467
Артюшкевич А. С., Лобаченко М. Б. Состояние гемодинамики и уровень репаративных процессов у больных с переломами нижней челюсти	472
Островский Ю. П. Дисковые протезы клапанов сердца ПЛАНИКС	478
Кручинский Н. Г., Тепляков А. И., Климов В. Т., Горчаков А. М., Остапенко В. А. Применение энтеросорбции и ультрафиолетового облучения аутокрови в комплексном лечении пациентов с инкорпорацией радиоезии в организме	489
Лазюк Д. Г., Сидоренко И. В., Крушевская Т. В. Метод термографии в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний	494
Шорох Г. П., Савельев В. А., Лобаченко М. Б., Лобаченко Н. И. Математическое моделирование неотложной хирургической патологии органов брюшной полости	500
Улезко Е. А., Шанько Г. Г. Ультразвуковые исследования головного мозга у детей первого года жизни с некоторыми неврологическими заболеваниями	505
Пиотрович К., Мазаник Л. Ю., Маньшин Г. Г. Энерготермический дисбаланс организма. Способ предупреждения, устранения	510

АННОТАЦИИ ДЕПОНИРОВАННЫХ НАУЧНЫХ РАБОТ

Сафаров М. М., Зарилова М. А. Теплоемкость и температуропроводность жидкого дибутилового эфира	517
Сафаров М. М., Зарилова М. А. Температуропроводность жидкого дитилового эфира в широких параметрах состояния	517
Сафаров М. М., Зарилова М. А., Давлатова В. С. Теплоемкость водных растворов диметилгидразина в зависимости от температуры и давления	518
Сафаров М. М., Зарилова М. А. Расчет удельной теплоемкости жидких простых эфиров в широком интервале параметров состояния	519
Магомедов У. Б. Зависимость коэффициента теплопроводности воды от плотности при температурах до 200 °С и давлениях до 2000 МПа	519
Николенко И. Ю. Математическая модель работы стали Ст3 в стержневых конструкциях при пожаре	520
Мнюдраг Стефанович	521

Подписано в печать 01.08.96. Формат 70×108¹/16. Бумага газетная. Offsetная печать.
Усл. печ. л. 15,40. Уч.-изд. л. 16,0. Тираж 495 экз. Зак. № 5270

Издатель: Академический научный комплекс
"Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова АН Беларуси".
Лицензия ЛВ № 303 от 22.01.93.
Адрес редакции: 220072, г. Минск, ул. П. Бровки, 15.
Отпечатано в типографии "Победа". 222310, г. Молодечно, ул. Тавлая, 11.

м "Инженерно-физический журнал", 1996
© Коллектив авторов, 1996

УДК 616.24-002-036.17-06:616.153.1:577.152.34.042]-085/617.52.53-002-08

**Н. Г. Кручинский, А. И. Тепляков, В. Т. Климов,
А. М. Горчаков, В. А. Остапенко**

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭНТЕРОСОРБЦИИ
И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ АУТОКРОВИ
В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ
С ИНКОРПОРАЦИЕЙ РАДИОЦЕЗИЯ В ОРГАНИЗМЕ**

Проведена сравнительная характеристика применения методов эфферентной терапии (энтеросорбции и ультрафиолетового облучения крови) в комплексном лечении пациентов с повышенным накоплением цезия (Cs) по данным счетчика излучений человека (СИЧ). Показана эффективность обоих методов в снижении активности аккумулированного Cs в организме.

Основными путями воздействия высвободившихся при ядерной аварии радиоактивных веществ на население являются следующие: влияние гамма-излучения при прохождении радиоактивного облака; влияние гамма- и бета-излучения от осевших на поверхности земли радиоактивных веществ; контактное облучение при загрязнении кожных покровов и одежды; внутреннее облучение при вдыхании аэрозолей; потребление контаминированных нуклидами воды и пищевых продуктов [1, 2]. В формировании дозовой нагрузки для большинства населения, проживающего на территориях с невысокой плотностью загрязнения, в настоящее время ведущая роль принадлежит дозе внутреннего облучения [1].

И действительно, несмотря на длительный послеаварийный период в клинику продолжают поступать лица с повышенным накоплением нуклидов (Cs-134, Cs-137) – так называемые "инкорпоранты" радиоцезия.

Один из новых аспектов проблемы хронического влияния малых доз ионизирующей радиации – комбинированное воздействие: чем оно долговременнее, тем выше вероятность столкновения организма с другими неблагоприятными факторами как внешней, так и внутренней среды. Пожилой возраст, наличие сопутствующей патологии существенно модифицируют состояние органов и систем естественной детоксикации, что приводит к развитию синдрома эндогенной интоксикации, важное место в коррекции которого принадлежит эфферентным методам терапии – энтеросорбции (ЭС) и ультрафиолетовому облучению крови (УФОК) [1].

Цель настоящего исследования – оценка эффективности ЭС и УФОК при декорпорации и сравнительное исследование возможных механизмов влияния этих методов на функциональное состояние иммунокомпетентных клеток крови (ИКК).

Объектом исследования явились 25 пациентов в возрасте от 21 до 65 лет с различными нозологическими формами заболеваний и инкорпорацией Cs (по данным счетчика излучений человека). Эффективная эквивалентная

Т а б л и ц а 1. Динамика изменения активности радиоцезия в организме по результатам измерений СИЧ и эквивалентной дозы внутреннего облучения при применении методов энтеросорбции и ультрафиолетового облучения крови

Показатель	Метод лечения			
	ультрафиолетовое облучение крови (n = 14)		энтеросорбция (n = 11)	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
Активность радиоцезия по данным СИЧ (мкКи)	0,78±0,15	0,46±0,17	0,84±0,16	0,68±0,11
Эквивалентная доза внутреннего облучения (Бэр)	0,20±0,03	0,08±0,02*)	0,16±0,04	0,11±0,02

*) Достоверное различие между показателями ($p < 0,05$).

доза внутреннего облучения у обследованных пациентов составила 0,2–7,54 миллизивертов (мЗв).

14 пациентам в комплексное лечение было включено УФО крови по стандартной методике: "жесткий" режим облучения (без фильтра) на аппарате МД 63М "Изоolda" из расчета 1–4 мл/кг массы тела, 3–5 сеансов на курс с интервалом через день.

11 пациентам проведена энтеросорбция углеродным сорбентом "Белосорб" из расчета 0,1 г/кг массы тела в три приема в течение 14 дней [1].

Дозиметрический контроль осуществлялся с помощью измерения активности Cs по данным СИЧ до начала и после курса проведенного лечения. У ряда пациентов проведена радиометрия мочи на шестикристальном гамма-спектрометре "Припять II" (Институт физики АН Беларуси) до начала лечения, в середине курса и после его окончания.

Функциональная модификация иммунокомпетентных клеток крови до и после лечения оценивалась с помощью люминесцентного микроспектрального анализа на двухволновом микрофлюориметре-фотометре ДМФ-2 (Институт биофизики РАН) при суправитальном окрашивании препаратов крови акридин-оранжем в концентрации 10^{-5} М в фосфатном буфере (рН = 4,2). Измерялись следующие параметры: интенсивность красного свечения (ИКС, длина волны 640 нм – характеризует функциональное состояние лизосомального аппарата ИКК при суправитальном окрашивании), интенсивность зеленого свечения (ИЗС, длина волны 530 нм – определяется степенью встраивания флуорохрома в дезоксирибонуклеопротеин и характеризует активность ядерного аппарата ИКК) и отношение интенсивности красного свечения к зеленой (ИКС/ИЗС – интегральный параметр активности ИКК, определяющийся как пассивным транспортом флуорохрома по градиенту рН, так и активным его накоплением в лизосомальном аппарате с целью последующего выведения, что в некоторой степени характеризует детоксикационную функцию отдельно взятой клетки) [3, 4].

Радиометрическое исследование элиминации нуклидов с мочой при динамическом наблюдении за "инкорпорантами" показало, что активность мочи есть величина постоянная для данного пациента. Это позволило нам для расчетов элиминации предположить, что процесс выведения нуклидов носит линейный характер. Оценивались объем декорпорации (разность между величинами активности инкорпорированного Cs до и после лечения в %), скорость декорпорации (снижение активности Cs в сутки), время

Таблица 2. Влияние энтеросорбции и ультрафиолетового облучения крови на модификацию функционального состояния иммунокомпетентных клеток крови у пациентов с инкорпорацией радиоцезия

Функциональные параметры ИКК	Метод лечения			
	энтеросорбция (n = 11)		УФО крови (n = 14)	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
ИЗС (относительные оптические единицы)	3,15±0,63	2,34±0,86	1,54±0,76	3,00±1,01
ИКС (относительные оптические единицы)	0,95±0,25	0,57±0,25	0,53±0,20	0,78±0,24
ИКС/ИЗС (условные единицы)	0,42±0,11	0,31±0,07	0,55±0,23	0,43±0,21

полувыведения нуклида (частное от исходной активности нуклида к удвоенной скорости декорпорации), время достижения допустимой активности Cs (частное разности исходной и допустимой активности к скорости декорпорации).

Полученные результаты, представленные в табл. 1, показывают, что применение обоих методов терапии сопровождается снижением активности нуклидов в организме, причем при использовании УФОК это снижение становится статистически значимым.

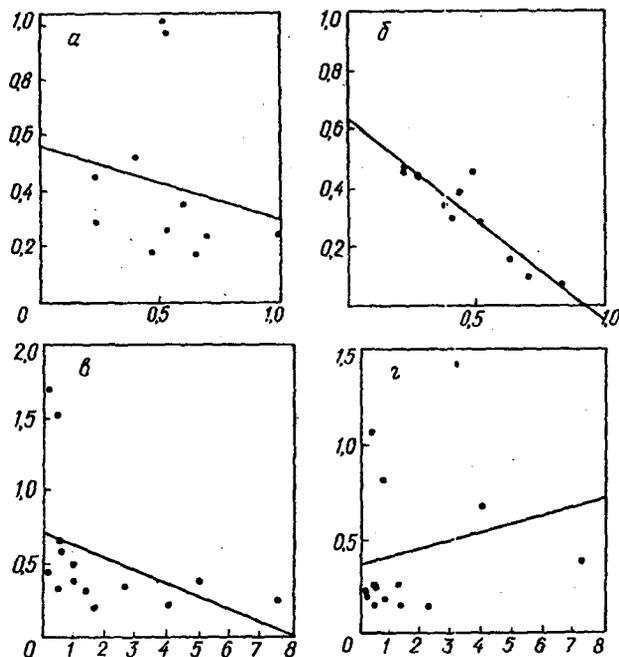
В среднем применение ЭС уменьшало активность Cs на 11,25±5,78 %, УФОК – на 21,86±2,86 % ($p < 0,05$). Анализ скорости декорпорации показал, что при элиминации нуклидов в результате ЭС теряется 9,77±3,16 нКи/сут, а при УФО крови – 15,80±5,42 нКи/сут. Следует обратить внимание на то, что скорость элиминации радиоцезия при применении УФОК нарастала от 9,03±4,00 нКи/сут после третьего сеанса до 15,80±5,42 после пятого, что сопровождалось появлением 1,5-кратного "пика" активности нуклидов при радиометрии мочи.

Чрезвычайно интересными представляются результаты по расчету периода полувыведения Cs из организма при применении ЭС (67,39±11,39 сут) и УФОК (26,02±7,62 сут; $p < 0,02$), аналогичные результаты получены при расчете времени достижения допустимого накопления нуклидов: 67,54±6,30 сут для ЭС и 38,04±4,82 сут ($p < 0,02$) для УФОК, что значительно короче по сравнению с данными по периоду полувыведения, приведенными в литературе [3].

Следует отметить, что пациенты, получившие курс УФОК, соматически были более тяжелыми. У 4 пациентов более пожилого возраста курс энтеросорбции практически не изменил активность аккумулярованного Cs, всем им в дальнейшем проведен курс УФОК.

Наибольший интерес представили результаты исследования структурно-функциональной модификации ИКК при применении обоих методов эффективной терапии. Прежде всего следует обратить внимание на тот факт, что у пяти пациентов, у которых энтеросорбция не принесла ожидаемого клинического и декорпорирующего эффекта, исходно-сниженное функциональное состояние ядерного и лизосомального аппарата ИКК в результате лечения сопровождалось дальнейшим истощением их функционального резерва. Напротив, включение в комплексное лечение УФОК приводило к восстановлению функционального резерва ИКК, что в свою очередь сопровождалось снижением уровня аккумулярованного Cs.

Представленные в табл. 2 результаты проведенного люминесцентного микроспектрального анализа неожиданно выдвинули ряд проблем прежде всего методологического порядка.



Влияние эффективной дозы внутреннего облучения на функциональное состояние иммунокомпетентных клеток крови: а, б – до и после курса энтеросорбции, в, г – то же до и после курса УФОК. По вертикали – ИКС/ИЗС в условных единицах, по горизонтали – доза внутреннего облучения, мЗв

Анализ исходного состояния ИКК показал, что группа пациентов, в комплексном лечении которых проведен курс УФОК, отличается более выраженными нарушениями функционального состояния ИКК, связанного со снижением функциональной активности ядерного и лизосомального аппарата клеток, что соответствует и более тяжелому соматическому состоянию пациентов, вошедших в эту группу.

Из приведенной таблицы становится очевидным однонаправленное снижение как после ЭС, так и после УФОК параметра ИКС/ИЗС (как интегрального показателя функционального состояния ИКК). Однако более детальный анализ микроспектральных данных приводит к выводу о влиянии использованных эфферентных методов посредством разных механизмов, реализуемых на уровне различных клеточных структур.

Так, при применении ЭС в комплексном лечении инкорпорантов радионуклеидов отмечается снижение как ИЗС, характеризующей функциональное состояние ядерного аппарата ИКК, так и ИКС, характеризующей способность лизосомального аппарата к накоплению флюорохрома. Полученный результат свидетельствует в пользу умеренного супрессивного влияния ЭС на функциональное состояние ИКК.

Напротив, после курса УФОК обнаружено увеличение интенсивности функционирования ядерного аппарата ИКК наряду с умеренной лизосомальной активацией, что свидетельствует об усилении синтетических процессов на клеточном уровне.

Таким образом, однонаправленное снижение величины параметра ИКС/ИЗС после применения обоих методов эфферентной терапии является результатом противоположных тенденций в изменении функционального состояния ИКК, что снижает возможность его самостоятельного использования в оценке эффективности влияния применяемых методов лечения.

Корреляционный анализ полученных данных продемонстрировал статистически значимое снижение исходной функциональной активности лизосомального аппарата ИКК в зависимости от эффективной дозы внутреннего облучения (рисунок). Однако наибольший интерес представляют результаты корреляционного анализа после проведенного лечения. Применение курса ЭС показало сильную статистически значимую связь между величиной дозы внутреннего облучения и функциональным состоянием лизосомального аппарата, которая приобретала характер функциональной зависимости. Напротив, после курса УФОК зависимость между величиной дозы внутреннего облучения и функциональным состоянием ИКК исчезает.

На основании изложенных данных можно сделать следующие выводы:

1. Как ЭС, так и УФОК являются адекватными методами коррекции повышенного накопления Cs в организме. У пациентов пожилого возраста тяжесть основной соматической патологии диктует необходимость применения комбинации указанных эфферентных методов, направленной на улучшение функции органов естественной детоксикации.

2. Важную роль при использовании депурационных методов играет их влияние на функциональное состояние ИКК: показано умеренное супрессивное воздействие ЭС и усиление под действием курса УФОК синтетических процессов в ИКК, что позволяет применять их дифференцированно.

3. Усиление элиминации нуклидов при использовании курсов ЭС нельзя объяснить прямой сорбцией Cs на сорбенте. Учитывая приведенные данные, более вероятным представляется влияние ЭС на массообмен на границе кровь/кишечная стенка, содержащей большое количество ИКК, что сопровождается изменением клеточно-клеточной и клеточно-гуморальной кооперативной коммуникации. Эффект прямого фотодинамического действия УФОК на клетки крови (без влияния на уровень Cs) неплохо согласуется с этой гипотезой.

4. Корреляционный анализ показал, что влияние малых доз ионизирующей радиации относится к слабым воздействиям, зачастую замаскированным патологическими процессами в организме. В то же время их коррекция "демаскирует" это воздействие, чем и можно объяснить парадоксальное дозозависимое усиление угнетения функционального состояния лизосомального аппарата ИКК после проведенного лечения.

Литература

1. Остапенко В. А. // Эфферентные методы в клинике. Тез. докл. 1-й Всерос. науч. конф. М., 1992. С. 78-79.
2. Москалев Ю. И. Отдаленные последствия ионизирующих излучений. М., 1991.
3. Горчаков А. М., Горчакова Ф. Т., Остапенко В. А. и др. // Научно-практические аспекты сохранения здоровья людей, подвергшихся радиационному воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. 3-й Республ. науч.-практ. конф. Минск, 1992. Ч. I. С. 154-155.
4. Карнаухов В. Н. Люминесцентный спектральный анализ клетки. М., 1978.
5. Чиркин А. А., О कोरोков А. Н., Гончарик И. И. Диагностический справочник. терапевта. Минск, 1993.

*Могилевский филиал
Научно-исследовательского института
радиационной медицины
Министерства здравоохранения
Республики Беларусь*

Поступила 20.03.96.