

ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО КРАСНОГО СВЕТА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И КРОВИ КРЫС ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ КЛИНИЧЕСКОЙ СМЕРТИ

УДК 577.7.001.57:612.014

Поступила 3.10.2010 г.



В.А. Монич, д.б.н., профессор, зав. кафедрой медицинской физики и информатики¹;
С.Л. Малиновская, д.б.н., профессор кафедры медицинской физики и информатики¹;
В.Н. Крылов, д.б.н., профессор, зав. кафедрой физиологии и биохимии человека и животных²

¹Нижегородская государственная медицинская академия, Н. Новгород;

²Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского — Национальный исследовательский университет, Н. Новгород

Цель работы — сравнение эффективности воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) и широкополосного красного света (ШКС) на цельную кровь и восстановление вегетативных функций организма крыс, перенесших клиническую смерть в результате острой массивной кровопотери.

Материалы и методы. 10-минутную клиническую смерть вызывали у крыс свободным кровопусканием из общей сонной артерии, в которую вводили раствор гепарина (500 ед./кг) для предупреждения свертывания крови. Регистрацию изучаемых физиологических параметров в постреанимационный период проводили в течение 40 мин. Экспериментальные животные были разделены на три группы. Аутокровь первой опытной группы подвергали воздействию НИЛИ, второй опытной группы — ШКС. Время экспозиции составляло 10 мин.

Заключение. Облучение реинфузируемой крови как НИЛИ, так и ШКС способствует более эффективной реанимации при острой массивной кровопотере у крыс, перенесших 10-минутную клиническую смерть. При этом НИЛИ оказывает большее влияние на восстановление АД и резистентность эритроцитов, а ШКС — на количество эритроцитов и содержание гемоглобина в крови животных.

Ключевые слова: широкополосный свет, лазер, клиническая смерть, кровь, сердечно-сосудистая система.

English

Influence of a low-intensive red light on a functional state of the rat cardiovascular system and blood at a clinical death simulation

V.A. Monich, PhD, Professor, Head of the Medical Physics and Informatics Department¹;

S.L. Malinovskaya, PhD, Professor, the Medical Physics and Informatics Department¹;

V.N. Krylov, PhD, Professor, Head of the Physiology and Biochemistry Department²

¹Nizhny Novgorod State Medical Academy, Nizhny Novgorod;

²N.I. Lobachevsky Nizhny Novgorod State University — National Research University, Nizhny Novgorod

Для контактов: Монич Виктор Анатольевич, тел. раб. 8(831)465-48-61, тел. моб. +7 902-300-40-36; e-mail: vam@gma.nnov.ru.

The aim of the work is to compare a low-intensive laser radiation (LILR) and a broad-band red light (BBRL) effectiveness on the undiluted blood and reduction of the body vegetative functions of rats endured a clinical death as a result of a massive hemorrhage.

Materials and methods. A 10-minute clinical death was caused in rats with a free bloodletting from a common carotid artery, into which a heparin solution was infused (500 units/kg) for blood coagulation prophylaxis. A recording of the studied physiologic parameters in a postresuscitation period was made for 40 min. The experimental animals were divided into three groups. The autoblood of the first experimental group was undergoing a LILR effect; the second experimental group — a BBRL effect. A time of exposition was 10 min.

Conclusion. Irradiation of the reinfusing blood both with a LILR and with a BBRL causes a more effective resuscitation at an acute massive hemorrhage in rats endured a 10-minute clinical death. Moreover, a LILR greatly influences the arterial pressure (AP) reduction and erythrocyte resistance, and a BBRL — the erythrocyte number and the hemoglobin content in the animal blood.

Key words: broad-band light, laser, clinical death, blood, cardiovascular system.

Поиск способов компенсации стресса, возникающего после клинической смерти, вызванной острой массивной кровопотерей и переливанием крови, является актуальной задачей медицины [1, 2]. Одним из таких способов является фототерапевтическое воздействие на кровь *in vitro*.

Цель исследования — сравнение эффективности воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения и широкополосного красного света на цельную кровь и восстановление вегетативных функций организма крыс, перенесших клиническую смерть в результате острой массивной кровопотери.

Материалы и методы. Клиническую смерть продолжительностью 10 мин вызывали у крыс свободным кровопусканием из общей сонной артерии. Для предупреждения свертывания крови через катетер в общую сонную артерию вводили раствор гепарина в дозе 500 ед./кг. Объем изъятых крови во всех случаях превышал 30% объема циркулирующей крови. По окончании 10 мин клинической смерти (отсчет времени производился от последнего агонального вдоха) начинали реанимационные мероприятия. Для быстрого кровенаполнения реинфузию крови производили внутриартериально. Одновременно с этим подключали аппарат искусственной вентиляции легких (ИВЛ). При необходимости осуществляли закрытый массаж сердца. Регистрацию изучаемых физиологических параметров в постреанимационный период проводили в течение 40 мин.

Экспериментальные животные были разделены на три группы (две опытные группы по 15 животных в каждой и одна контрольная из 30 крыс). Аутокровь первой опытной группы подвергали воздействию низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ), а второй — облучали широкополосным красным светом (ШКС). Время экспозиции составляло 10 мин. Кровь находилась в стерильных фторопластовых кюветах с широким дном, толщина слоя крови составляла 1 мм. Облучение производилось путем равномерной засветки площади образца. Животным контрольной группы реинфузия аутокрови производилась после ложного облучения.

В качестве источника лазерного излучения применялся терапевтический аппарат «Успех». Длина волны излучения составляла 890 нм. Режим облучения — импульсный, частота следования импульсов — 150 Гц. Ис-

точником ШКС служил оптоволоконный люминесцентный аппарат [3], диапазон излучения — 590—650 нм, спектральный максимум — 630 нм. Интенсивность излучения на поверхности образца в обеих опытных группах составляла 5 мВт/см².

В процессе эксперимента проводилась регистрация ЭКГ, артериального давления (АД) и реограммы конечностей. Фиксировались момент наступления первого самостоятельного вдоха во время реанимации, а также смертность животных, о которой судили по отсутствию самостоятельного дыхания на 40-й минуте после начала реанимации. Во всех экспериментах проводили анализ образцов крови на общее количество эритроцитов, осмотическую резистентность, а также на количество гемоглобина. Измерения выполняли до кровопускания, на 1-, 10- и на 40-й минуте после начала реанимации.

Статистический анализ полученных результатов проводили с использованием программы Stadia. Достоверность различий между значениями сравниваемых групп определяли с использованием *t*-критерия Стьюдента. При множественных сравнениях вводили поправку Бонферрони [4]. Проверку на нормальность распределения осуществляли по критерию Колмогорова—Смирнова.

Результаты и обсуждение. При проведении реанимационных мероприятий установлено, что полного восстановления функций кровообращения и дыхания не происходило как в контроле, так и в опыте.

Динамика восстановления ритмической функции сердца была одинаковой во всех исследуемых группах (табл. 1).

Статистически значимые изменения в ходе 40-минутного наблюдения и различия между данными для контрольной и опытных групп были выявлены при регистрации АД (табл. 2). На 10-й минуте после начала реанимации АД в контрольной группе было достоверно ниже исходных значений (66% от исходного уровня), тогда как в опытных группах, облученных НИЛИ и ШКС, оно достигало уровня 88 и 80% соответственно. К концу реанимационных мероприятий (к 40-й минуте) АД в контрольной группе оставалось достоверно ниже исходных значений и составляло 74% от исходного уровня, тогда как в опытных группах этот уровень достигал 95 и 89% соответственно.

Содержание эритроцитов в контрольной группе к

Таблица 1

Влияние электромагнитного излучения на ЧСС крыс в период реанимации, уд./мин

Условие опыта	ЧСС до кровопотери	ЧСС после времени реанимации, мин*			
		10	20	30	40
Контроль	333±16	204±16	225±16	243±16	249±18
НИЛИ	328±17	232±16	249±7	253±10	267±11
ШКС	332±21	229±13	233±14	248±16	260±19

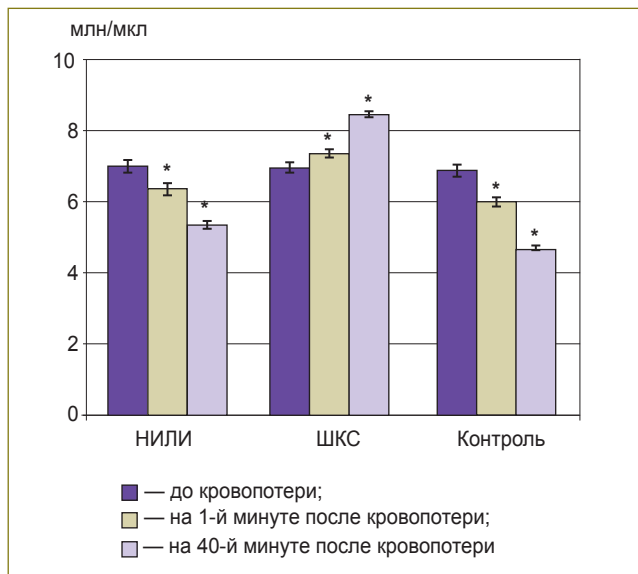
* — $p < 0,05$ по отношению к исходному уровню.

Таблица 2

Артериальное давление крыс в период реанимации, мм рт. ст.

Условие опыта	До кровопотери	АД после времени реанимации, мин*			
		10	20	30	40
Контроль	128±5	85±8	89±5	93±6	95±6
НИЛИ	129±4	114±6	130±7	123±5	123±4
ШКС	128±5	102±6	112±6	112±5	115±5

* — $p < 0,05$ по отношению к исходному уровню.



Динамика изменения количества эритроцитов в период реанимации; * — $p < 0,05$

началу реанимационных мероприятий уменьшилось до 86% от исходного уровня и продолжало снижаться в ходе наблюдения. К 40-й минуте после кровопотери оно составило 68% от исходного уровня. В то же время в группе, облученной ШКС, наблюдался достоверный рост количества эритроцитов (см. рисунок), а в группе, экспонированной НИЛИ, отмечено достоверное снижение количества эритроцитов на протяжении всего периода реанимационных мероприятий.

Содержание гемоглобина в крови, облученной ШКС, к 40-й минуте после начала реанимации со-

Таблица 3

Динамика изменения осмотической резистентности эритроцитов в крови крыс в период реанимации

Условие опыта	Осмотическая резистентность эритроцитов, % NaCl		
	до кровопотери	после кровопотери, мин*	
		1	40
Контроль	0,32±0,01	0,33±0,01	0,35±0,02
НИЛИ	0,33±0,01	0,33±0,01	0,41±0,01
ШКС	0,33±0,01	0,37±0,01	0,34±0,02

* — $p < 0,05$ по отношению к исходному уровню.

ставляло 101%, а в группе, облученной НИЛИ, — 74%. В контрольной группе этот параметр составлял 92%.

Осмотическая резистентность эритроцитов при облучении крови НИЛИ достоверно увеличивалась по отношению к данным контрольной группы к 40-й минуте реанимационных мероприятий, тогда как в образцах, облученных ШКС, и в контрольной группе статистически значимых изменений не наблюдалось (табл. 3).

Фотомодификация крови, произведенная в опытных группах, сопровождалась также уменьшением латентного периода до появления первого самостоятельного вдоха у животных: у крыс, кровь которых подвергалась облучению НИЛИ и ШКС, первый самостоятельный вдох регистрировался в среднем через 12 и 12,5 мин после начала реанимации соответственно ($p < 0,05$). В то же время животные контрольной группы начинали самостоятельно дышать через 18,5 мин.

Более раннее появление самостоятельного дыхания способствовало более стойкому и полному восстановлению всех остальных физиологических функций, о чем свидетельствует высокий уровень выживаемости: в опытных группах он составил 73 и 75% соответственно ($p < 0,05$), тогда как в контрольной — 55%.

Таким образом, полученные данные показывают, что облучение реинфузируемой крови низкоинтенсивным красным светом способствует более эффективной реанимации при острой массивной кровопотере у крыс, перенесших 10-минутную клиническую смерть. Об этом свидетельствуют наблюдающиеся сокращение интервала времени до первого после клинической смерти самостоятельного вдоха у животных обеих экспериментальных групп и соответствующее увеличение уровня выживаемости этих животных. Известные фотохимические механизмы действия красного света на живые клетки, связанные с увеличением содержания в облученных образцах молекул АТФ [6], повышением активности Cu, Zn-супероксиддисмутазы [7] и снижением уровня перекисного окисления липидов в клеточных мембранах [8], могут служить основой для объяснения наблюдаемых эффектов.

Заключение. Достоверные различия в фототерапевтическом действии лазерного и широкополосного света на кровь в эксперименте отсутствуют. Это показывает перспективность применения источников широ-

копосного излучения для облучения переливаемой крови с целью восстановления вегетативных функций после массивной кровопотери.

Литература

1. Кожура В.Л., Новодержкина И.С., Кирсанов А.К. Острая массивная кровопотеря: механизмы компенсации и повреждения. *Анестезиология и реаниматология* 2002; 6: 12—15.
2. Кожура В.Л., Кирсанова А.К., Новодержкина И.С. Патологические механизмы лазерной коррекции при критических состояниях. *Общая реаниматология* 2006; 2: 5—6.
3. Мониц В.А., Мониц Е.А., Голиков В.М. Устройство для светового облучения биологических объектов. Авт. свид. 2007201 РФ. 1994.
4. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М: Практика; 1999; 459 с.
5. Малиновская С.Л., Мониц В.А., Яковлева Е.И. и др. Широкополосный красный свет и лазерное излучение в экспериментах по компенсации последствий ишемии миокарда. *Вестник Нижегородского университета. Серия биология* 2010; 3(15): 153—157.
6. Passarella S., Ostuni A., Atlante A., Quagliariello E. Increase in the ADP/ATP exchange in rat liver mitochondria irradiated in vitro by helium-neon laser. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 1988; 156(2): 978—986.
7. Горбатенкова Е.А., Владимиров Ю.А., Парамонов Н.В., Азизова О.А. Красный свет гелий-неонового лазера реактивирует супероксид дисмутазу. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины* 1989; 3: 302—305.
8. Мониц В.А., Малиновская С.Л., Другова О.В., Мухина И.В. Влияние низкоинтенсивного люминесцентного излучения на процессы восстановления функциональной активности сердца в постишемическом периоде. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины* 1999; 9: 302—304.