

ВЛИЯНИЕ ЗЕЛЕНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА АКТИВНОСТЬ ПЛАЗМЕННЫХ ФАКТОРОВ СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ В УСЛОВИЯХ IN VITRO

[В. Ю. Куликов, Е. А. Арчибасова](#)

*ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава
России (г. Новосибирск)*

Показано, что при воздействии на цельную кровь зеленого лазерного излучения (540 нм) в условиях *in vitro* снижается активированное парциальное тромбопластиновое время (АПТВ), т. е. наблюдается эффект гиперкоагуляции, обусловленный наличием тесной взаимосвязи между физико-химическими свойствами эритроцитов и активацией плазменных факторов свертывания крови.

Ключевые слова: цельная кровь, зеленое лазерное излучение, АПТВ-тест, активные формы кислорода (АФК).

Куликов Вячеслав Юрьевич — доктор медицинских наук профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой нормальной физиологии ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 225-07-37, e-mail: Kulikov_42@mail.ru

Арчибасова Елена Алексеевна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной физиологии ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 225-07-37

Актуальность. Лазерное излучение — разновидность неионизирующего электромагнитного излучения, характеризующегося монохроматичностью, когерентностью, поляризованностью, изотропностью, когда [1]:

- монохроматичность (одноцветность) — постоянная для каждого лазера строго определенная длина волны;
- когерентность — строгая упорядоченность излучения, согласованное протекание волновых движений, обеспечивающее совпадение всех фаз световых волн в пространстве и времени;

- поляризованность — перпендикулярность световых волн по отношению к направлению распространения луча;
- изотропность — однонаправленность, малое расхождение потока излучения.

Поглощая энергию низкоэнергетического лазерного излучения, акцепторы (ферменты или биологически активные вещества) запускают регулируемые ими биохимические процессы, причем, при поглощении квантов лазерного излучения самые первые этапы обусловлены фотофизическими процессами, затем уже фотохимическими, когда на каждый поглощенный фотон при фотохимической реакции образуется активированная частица (атом, молекула, свободный радикал) [2]. Фотохимические процессы, сопровождаясь хемилюминесценцией (при условии наличия фотоактивных соединений с соответствующим квантовым выходом), потенцируют клеточные реакции, переходящие в генерализованные (системную, вторичную) реакции [1, 2]. Естественно, что при наличии различных мишеней лазерное излучение с различной спектральной характеристикой будет за счет резонансного взаимодействия с биомолекулами оказывать различный эффект в рамках той или иной физиологической (регуляторной) системы, оказывая, тем самым, лечебный либо противоположный эффекты. В связи с различными вариантами мишенных эффектов лазерного излучения обсуждаются и различные гипотезы влияния низкоэнергетического излучения как при внутривенном облучении крови [3], так и при его влиянии на биологические системы и ткани в целом.

Поскольку на уровне целостного организма наиболее динамичной системой, рефлексирующей на электромагнитное окружение, является кровь, которую можно представить как неравновесную систему, обладающую способностью к взаимодействию со слабыми экологическими факторами электромагнитной природы, которые, кроме энергетического потенциала, в своей основе имеют и информационную компоненту [4, 5], особую важность приобретают исследования, направленные на выявление механизмов взаимодействия различных по своей модальности электромагнитных факторов с компонентами крови как целостной и высокоорганизованной структуры.

Цель работы: изучить влияние зеленого лазерного излучения (540 нм) на активность плазменных факторов свертывания крови в условиях *in vitro*

Материал и методы. Все исследования были проведены на крови одного практически здорового человека в утренние часы до приема пищи. Кровь забиралась из кубитальной вены и помещалась в две силиконовые пробирки с цитратом натрия 3,8 % в соотношении 9 : 1. В каждой пробирке было 3 мл крови. Первая пробирка облучалась светом зеленого лазера (использовался лазер из комплекса ЛАКК-М, длина волны 540 нм) с расстояния 2 см. Время облучения составило 5 и 10 мин. Через равные промежутки после облучения кровь центрифугировалась при 3000 об/мин (1200–1400 g) в течение 15 мин для получения бедной тромбоцитами плазмы (БТП). Время коагуляции оценивалось с использованием активированного парциального тромбопластинового времени (АПТВ-теста) на гемокоагулометре SOLAR-2110 со стандартными АПТВ-реагентами. Кровь во второй пробирке центрифугировалась аналогично первой для получения БТП. Полученная плазма также облучалась светом лазера 5 и 10 мин, после чего оценивалось время коагуляции. Полученные данные анализировались с использованием пакета программ Statistica 7.0.

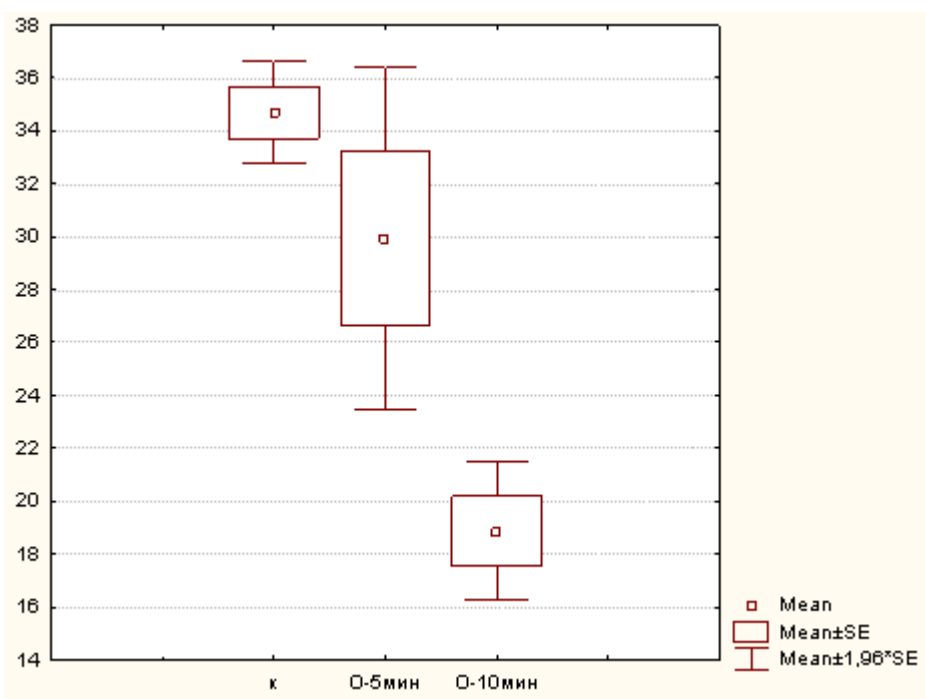
Результаты исследований. Исследования показали, что при облучении цельной крови зеленым лазерным излучением наблюдается достоверное снижение времени АПТВ в БТП плазме крови, что представлено в таблице.

Время АПТВ теста при облучении крови зеленым лазерным светом in vitro (М — средние показатели, $\pm m$ — ошибка средней)

Условия опыта	К-во	Мср.	$\pm m$
К	5	34,70000	0,985901
О-5 мин	7	29,92857	3,290152
О-10 мин	7	18,87143	1,324623
—	—	РК-О-5мин — н.д. РК-О-10 мин = 0,002 Р-О-5 мин-Р-О-10 мин = 0,02	—

Примечание: К — контрольные данные, О-5 — опытные данные при 5 мин облучения, О-10 — 10 мин облучения

Высокий уровень достоверности был выявлен между контролем и активностью АПТВ при облучении 10 мин, а также между АПТВ на 5 и 10 мин, что наглядно видно на рисунке.



Динамика АПТВ-теста при различном времени облучения цельной крови светом зеленого лазера

Показательно, что при облучении плазмы крови зеленым лазером 5 и 10 мин не было выявлено отличий между контролем и опытом.

Таким образом, эффект снижения времени АПТВ, т. е. активация процессов коагуляции обусловлена, по-видимому, наличием тесной взаимосвязи между физико-химическими свойствами эритроцитов, которые в первую очередь поглощают зеленый свет в области 540 нм, и активацией плазменных факторов свертывания крови. Наличие такой взаимосвязи обусловлено, естественно, наличием различных промежуточных продуктов, обладающих биотропными свойствами.

Одной из таких важнейших для эритроцита систем является система свободнорадикального окисления, которая включает в себя не только реакции генерации активных форм кислорода (анион-радикал кислорода, синглетный кислород, перекись

водорода, перекиси липидов и т. д.), но и характеризуется наличием мощных ферментативных и неферментативных антиоксидантных комплексов, обладающих антирадикальными и антиокислительными свойствами (каталаза, супероксиддисмутаза, глутатионпероксидаза, токоферолы и т. д.). Дисбаланс между системами генерации активных форм кислорода (АФК) и системами их детоксикации является, по-видимому, одним из фундаментальных состояний кислородного режима организма в целом, состояний, которые «сцеплены» как с внутриклеточными кислородозависимыми процессами, так и характером взаимодействия клеточных и внеклеточных элементов крови с эндотелием капилляров и внеклеточным матриксом [6]. Состояние такой избыточной внеклеточной наработки АФК было обозначено нами как «внутрикапиллярный окислительный стресс» [6], оценка исходов которого как в микро-, так и макроинтервалах времени является специальной задачей, хотя его деструктивное воздействие на структуру и функцию биологических объектов не вызывает сомнений.

С этих позиций становятся понятными рекомендации [7] по применению пациентами антиоксидантов во время курса внутривенной лазерной терапии, и почему в качестве маркера оптимального режима процедуры называют каталазу и супероксиддисмутазу. Дело в том, что под воздействием низкоэнергетического лазерного излучения наблюдается дозозависимое изменение конформации гемопорфирина гемоглобина, которое проявляется в снижении относительного количества оксигемоглобина и увеличении способности гемоглобина связывать и выделять лиганды, в том числе кислород [8], активизируются кальцийзависимые метаболические процессы [3], вследствие чего увеличивается высвобождение продуктов биохимических реакций — АФК: перекиси водорода, супероксида и др. и ионов кальция, как вторичных посредников, участвующих в регуляции большого класса биохимических реакций, включая регуляцию системы гемостаза. Таким образом, полученные данные можно рассматривать как частный вариант наиболее общей закономерности, проявляющейся в тесной взаимосвязи между физико-химическими свойствами гемоглобина, а возможно и других гемопротеидов, выступающих в качестве уникальных акцепторов различных по своей модальности электромагнитных излучений и трансформирующих их в комплекс системных перестроек, среди которых наблюдается и изменение активности плазменных факторов свертывания крови.

Список литературы

1. Манжос А. П. Оптимизация применения низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения в терапии бронхиальной обструкции при стабильном течении хронической обструктивной болезни легки [Электронный ресурс] / А. П. Манжос. — Режим доступа : (http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v7/papers/mang_v7.htm). — Дата обращения : 10.08.2015.
2. Ohshiro T. Low Level Laser Therapy : a practical introduction / T. Ohshiro, K. G. Calderhead. — Chichester-New York, 1988. — 137 p.
3. Москвин С. В. Внутривенное лазерное освечивание крови [Электронный ресурс] / С. В. Москвин. — Режим доступа : (matrixlaser.ru/pubs/6/). — Дата обращения : 10.08.2015.
4. Пресман А. С. Электромагнитные поля и живая природа / А. С. Пресман. — М. : Наука, 1968. — 288 с.
5. Куликов В. Ю. Биотропные свойства ослабленного геомагнитного поля : монография / В. Ю. Куликов, А. Ю. Воронин, К. В. Гайдуль. — Новосибирск, 2002. — 122 с.
6. Куликов В. Ю. Роль окислительного стресса в регуляции метаболической активности внеклеточного матрикса соединительной ткани (обзор) [Электронный ресурс] / В. Ю. Куликов // Медицина и образование в Сибири : сетевое научное издание. — 2009. — № 4. — Режим доступа : (http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=363). — Дата

обращения : 08.07.2015.

7. Москвин С. В. Внутривенное лазерное облучение крови [Электронный ресурс] / С. В. Москвин. — Режим доступа :
(<http://www.matrixmed.ru/?page=media&act=pubs&subact=6>). — Дата обращения :
10.08.2015.
8. Влияние лазера на конформацию гемоглобина эритроцитов / О. С. Новожилова [и др.] // Международный журн. прикладных и фундаментальных исследований. — 2014. — № 2 — С. 154-155.

INFLUENCE OF GREEN LASER RADIATION ON ACTIVITY OF PLASMA FACTORS OF BLOOD COAGULATION IN VITRO

[V. Y. Kulikov, E. A. Archibasova](#)

SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health» (Novosibirsk)

It is shown that activated partial thromboplastin time (APTT) decreases at impact on integral blood of green laser radiation (540 nanometers) in vitro, i.e. the effect of hypercoagulability caused by existence of close interrelation between physical and chemical properties of erythrocytes and activation of plasma factors of blood coagulation is observed.

Keywords: integral blood, green laser radiation, APTT-test, reactive oxygen species (ROS).

About authors:

Kulikov Vyacheslav Yuryevich — doctor of medical science, professor, honored scientist of the RF, head of normal physiology chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», office phone: 8 (383) 225-07-37, e-mail: Kulikov_42@mail.ru

Archibasova Elena Alekseevna — candidate of medical science, assistant professor of normal physiology chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», office phone: 8 (383) 225-07-37

List of the Literature:

1. Manzhos A. P. Optimization of use of low-intensive infrared laser radiation in therapy of bronchial obstruction at stable course of chronic obstructive illness of lungs [electron resource] / A. P. Manzhos. — Access mode : (http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v7/papers/mang_v7.htm). — Access date : 10.08.2015.
2. Ohshiro T. Low Level Laser Therapy : practical introduction / T. Ohshiro, K. G. Calderhead. — Chichester-New York, 1988. — 137 p.
3. Moskvina S. V. Intravenous laser illumination of blood [electron resource] / S. V. Moskvina. — Access mode : (matrixlaser.ru/pubs/6/). — Access date : 10.08.2015.
4. Presman A. S. Electromagnetic fields and wildlife / A. S. Presman. — M. : Science, 1968. — 288 p.
5. Kulikov V. Y. Biotropic property of weakened geomagnetic field : monograph / V. Y. Kulikov, A. Y. Voronin, K. V. Gaydul. — Novosibirsk, 2002. — 122 p.
6. Kulikov V. Y. Role of oxidizing stress in regulation of metabolic activity of extracellular matrix of connecting tissue (review) [electron resource] / V. Y. Kulikov // Medicine and education in Siberia : online scientific publication. — 2009. — N 4. — Access mode : (http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=363). — Access date : 08.07.2015.
7. Moskvina S. V. Intravenous laser radiation of blood [electron resource] / S. V. Moskvina. — Access mode : (<http://www.matrixmed.ru/?page=media&act=pubs&subact=6>). — Access

date : 10.08.2015.

8. Influence of laser on conformation of hemoglobin of erythrocytes / O. S. Novozhilova [et al.]
// International journal of applied and basic researches. — 2014. — N 2 — P. 154-155.