

что длительный контакт фотосенсибилизатора с циркулирующими тромбоцитами приводит к фиксации его на мембране тромбоцитов. После фотоактивации под влиянием АФК происходит конформационное изменение мембранных рецепторов тромбоцитов, в том числе ответственных за связывание с фибриногеном, что ведет к резкому угнетению агрегации тромбоцитов.

Литература

1. Белозерцева И.В., Драволина О.А., Тур М.А. Руководство по использованию лабораторных животных для научных и учебных целей в ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова / Под ред. Э.Э. Звартау. – СПб.: Изд-во СПбГМУ, 2014. – 80 с.
2. Зорина Т.Н., Далидович А.А., Марченко Л.Н. и др. Механизмы фотодинамической терапии неоваскулярных заболеваний глазного дна // Материалы научно-практической конференции / Под ред. С.М. Смотрин и др. – Гродно: ГрГМУ, 2011. – С. 27–30.
3. Решетников А.В., Кемов Ю.В., Залевский И.Д. и др. Основные результаты доклинического изучения нового фотосенсибилизатора Радахлорина // Российский биотерапевтический журнал. – 2002. – Т. 1. – № 2. – С. 141.
4. Самаль А.Б., Зорина Т.Е., Черенкевич С.Н. Сенсибилизированное хлорином е6 фотоингибирование агрегации тромбоцитов. Участие активных форм кислорода // Гематология и трансфузиология. – 1991. – № 4. – Т. 36. – С. 19–21.
5. Шатурный В.И., Шахиджанов С.С., Свешиников А.Н. и др. Активаторы, рецепторы и пути внутриклеточной сигнализации в тромбоцитах крови // Биомедицинская химия. – 2014. – Т. 60. – Вып. 2. – С. 182–199.
6. Экспериментальные аспекты фотодинамической терапии / Под ред. А.Ф. Цыба, М.А. Каплан. – Калуга: Изд-во научной литературы Бочкаревой Н.Ф., 2010. – 112 с.
7. Brill A.G., Kirichuk V.F., Brill G.E. Influence of He-Ne laser irradiation on platelet aggregation // Abstracts of the first Congress of the World Association of the Laser Therapy, WALT 1996. Publishers LTD Laser Therapy. – 1996. – Vol. 8. – P. 5–114.
8. Chuannong Zhou Mechanisms of tumor necrosis induced by photodynamic therapy // Journal of Photochemistry and Photobiology. – 1989. – № 3. – P. 299–318.
9. Fungalo P. et al. Platelet adhesion to Photodynamic Therapy // Photochemistry and Photobiol. – 1997. – № 4. – P. 412–417.
10. Hanasaki K., Nakano T., Arita H. Two phasic generation of thromboxane A₂ by the action of collagen on rat platelets // Thrombosis Reserarch. – 1987. – № 46. – P. 425–436.
11. Hendersen B.W., Wieman T.J., Haydon P.S. The effects of thrombocytopenia on vessel stasis and macromolecular leakage therapy using photofrin // Photochem Photobiol. – 1997. – № 66. – P. 513–517.
12. Ji Young Park, Hyun Dong Ji, Bo Ra Jeon et al. Chlorin e6 prevents ADP-induced platelet aggregation by decreasing PI3K-Akt phosphorylation and promoting cAMP production // Evidence-Based complementary and Alternativ Medicine. – 2013. – Article ID 569160. – 11 p. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/569160>.
13. Lee N.B., Blaufox M.D. Blood volume in the rat // J. Nucl. Med. – 1985. – Vol. 26. – P. 72–76.
14. Nakano T., Terawaki A., Arita H. Measurement of thromboxane A₂-induced elevation of ionized calcium in collagen-stimulated platelets with the photoprotein, aequorin // J. Biochem. – 1986. – № 99. – P. 1285–1288.
15. Olban M., Wachowicz B., Koter M., Bryszewska M. The biostimulatory effect of red laser irradiation on pig blood platelet function // J. Cell Biol. Intern. – 1998. – Vol. 22. – № 3. – P. 245–248.
16. Reed M.W.R., Wieman T.J., Schuschke D.A. et al. A Comparison of the effects of photodynamic therapy on normal and blood vessels in rat microcirculation // Radiation Research. – 1989. – Vol. 119. – № 3. – P. 542–552.
17. Riondino S., Lotti L.V., Cutini L., Pulcinelli F.M. Collagen-induced platelet shape change is not affected by positive feedback pathway inhibitors and cAMP-elevating agents // Journal of Biological Chemistry. – 2005. – Vol. 280. – № 8. – P. 6504–6510.
18. Senge M.O., Radomski M.W. Platelets, photosensitizers, and PDT // Photodiagnosis and Photodynamic Therapy. – 2013. – № 10. – P. 1–16.
19. Strauss W.S.L., Sailer R., Schneckenburger H. et al. Photodynamic efficacy of naturally occurring porphyrins in endothelial cells *in vitro* and microvasculature *in vivo* // Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology. – 1997. – № 39. – P. 176–184.

Поступила в редакцию 01.11.2017 г.

Для контактов: Гришачева Татьяна Георгиевна
E-mail: laser82@mail.ru

УДК 616-092.9:612.01

Дерюгина А.В.¹, Сидей К.Р.¹, Ивашенко М.Н.², Игнатьев П.С.³, Корягин А.С.¹

Лейкоцитарная формула крови при действии низкоинтенсивного лазерного излучения на фоне моделированного стресса

Deryugina A.V., Sidey C.R., Ivashchenko M.N., Ignatyev P.S., Koryagin A.S.

The leukocyte blood formula under low-level laser irradiation and simulated stress

¹ ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород

² ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия» Минсельхоза РФ, г. Нижний Новгород

³ АО «Производственное объединение «Уральский оптико-механический завод им. Э.С. Яламова», г. Екатеринбург

В качестве основных индикаторных показателей типа адаптационных реакций используют лейкоцитарную формулу и лейкоцитарные коэффициенты. Одним из стресс-корректоров может быть воздействие низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ). Показано, что лейкоцитарная формула после облучения НИЛИ практически не отличалась на протяжении всего исследования от интактных значений для нейтрофилов, лимфоцитов и моноцитов. В группе животных, подверженных стрессу, наблюдался выраженный нейтрофилез, моноцитоз и лимфопения. Через сутки после стресса наблюдалась тенденция к восстановлению значений до уровня интактных в тех группах, где на предварительно альтерированный организм осуществлялось воздействие НИЛИ. Наиболее значимое действие НИЛИ на стрессированный организм наблюдалось на начальном этапе исследования. Для оценки стресс-реактивности рассчитывался индекс напряженности

адаптации (ИНА) по Л.Х. Гаркави. В группе с облучением НИЛИ после предварительной альтерации ИНА снизился на 50%, но спустя неделю вернулся к показателям интактных значений. Действие НИЛИ способствовало снижению индекса иммунореактивности (ИИР) на 19% спустя час после воздействия НИЛИ, однако спустя сутки показатель ИИР приблизился к контрольным значениям. Проведенное исследование показало, что НИЛИ эффективно ограничивало развитие постстрессорных нарушений и способствовало активизации ряда адаптационно-защитных и компенсаторных процессов. *Ключевые слова:* стресс, лейкоцитарная формула, низкоинтенсивное лазерное излучение.

Leukocyte formula and leukocyte coefficients are used as basic indices for determining adaptive reactions. Low-level laser irradiation (LLLI) may serve as a stress corrector. It was found out that the leukocyte formula after LLLI did not differ throughout the study from intact values of neutrophils, lymphocytes and monocytes. In the group of animals which were exposed to stress, there were marked neutrophilia, monocytosis and lymphopenia. In a day after stress, there was a tendency to restoring values to the level of intact ones in those groups where LLLI was applied at the previously altered organism. The most significant LLLI effect at the stressed body was observed at the initial stage of the study. To assess stress-reactivity, the researchers calculated the index of adaptation tension (IAT) by Garkavi. In LLLI group, IAT decreased by 50% after preliminary alteration, but a week later it returned to intact values. LLLI effect caused the decline in the immunoreactivity index by 19% in an hour after LLLI exposure; but a day later this immunoreactivity index was close to control values. The present trial has shown that LLLI was effective for controlling post-stress disorders and for the activation of some adaptive, protective and compensatory processes. *Key words:* stress, leukocyte formula, low-level laser irradiation.

Введение

Среди актуальных проблем современной физиологии и медицины возрастающее внимание уделяется проблеме стресса. В зависимости от силы и длительности стрессового фактора организм либо приспосабливается к новым условиям, либо погибает. На начальных этапах стресса происходит активация приспособительных процессов, а при дальнейшем прогрессировании альтерационного процесса возможно истощение адаптационных резервов. При этом чрезмерная по интенсивности и длительности стресс-реакция из звена адаптации превращается в звено патогенеза. В то же время адекватная реакция организма способствует стабилизации состояния и предупреждает нарастание недостаточности функций. В связи с этим крайне важной представляется оптимизация адаптационного процесса при действии стресс-факторов [4, 5].

Перспективным подходом к решению данной проблемы может являться применение физических воздействий в качестве стресс-корректоров. Клинические и экспериментальные исследования, проведенные в последние годы, свидетельствуют о выраженном лечебном и профилактическом эффекте низкоинтенсивного лазерного излучения [2].

Система крови, являясь одной из основных гомеостатических систем организма, играет важную роль в формировании адекватных компенсаторно приспособительных реакций организма при стрессе. В качестве критериев адаптационных реакций организма используют лейкоцитарную формулу и лейкоцитарные коэффициенты. Однако до настоящего времени практически отсутствует экспериментальное обоснование воздействия НИЛИ на лейкограмму.

В связи с этим **целью работы** явилось изучение влияния НИЛИ на лейкоцитарную формулу и его взаимосвязь с адаптационными реакциями организма животных в норме и при стрессе.

Материалы и методы исследования

Эксперимент проводили на 24 нелинейных белых крысах обоего пола, массой 200–250 граммов, возрастом 3–4 месяца, содержащихся в группах по 6 особей в стандартных условиях вивария. Опыты проводили в весенние месяцы: март – апрель.

Крысы были разделены на 4 группы по 6 животных в группе. Первая группа – интактные животные; вторая группа – крысы, подверженные воздействию НИЛИ в течение 10 минут; третья группа – крысы, которым внутривенно был введен адреналин (0,1 мг/кг); четвертая группа – крысы, которые после предварительного введения адреналина (0,1 мг/кг) подверглись воздействию НИЛИ в течение 10 минут.

Стресс моделировали путем введения 0,1 мг/кг адреналина. В сериях с введением адреналина облучение начинали через 30 минут после введения. Облучение производили на затылочную область, которая, согласно данным литературы, является стандартной зоной для воздействия, в течение 10 минут [12]. При облучении крысу помещали в специальную камеру, представляющую собой контейнер из органического стекла для ограничения подвижности животного. В качестве источника лазерного излучения применяли аппарат лазерный терапевтический «Успех», работающий в импульсном режиме с длиной волны 0,8–0,9 мкм, частотой следования импульсов 80 Гц.

Забор крови производили из подъязычной вены крыс через час, через сутки и через неделю после воздействия НИЛИ. Эксперимент выполнен в соответствии с этическими принципами, установленными Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей (принятой в Страсбурге 18.03.1986 г. и подтвержденной в Страсбурге 15.06.2006 г.), а также в соответствии с требованиями приказов №1179 МЗ СССР от 11.10.1983 г. и № 267 МЗ РФ от 19.06.2003 г.

Мазки крови фиксировали и окрашивали азур-2-эозином по Романовскому. В мазках крови подсчитывали процентное содержание разных форм лейкоцитов. Для оценки реактивности организма рассчитывали индекс напряженности адаптации по Л.Х. Гаркави (1990), индекс иммунореактивности – по Д.О. Иванову (2012), а также ядерный индекс сдвига по Г.Д. Даштаянцу (1978). Статистическую обработку проводили с помощью пакета программ BIOSTAT и Microsoft Excel. Для оценки достоверности различий между группами использовали t-критерий Стьюдента ($p < 0,05$).

Таблица 1

Изменение лейкоцитарной формулы у различных групп животных

Группа животных	Время после воздействия	Лейкоцитарная формула, %				
		Палочко-ядерные нейтрофилы	Сегментоядерные нейтрофилы	Эозинофилы	Лимфоциты	Моноциты
Интактные	1 час	4,7 ± 0,33	10,7 ± 0,67	0,5 ± 0,24	74,8 ± 0,91	9,3 ± 0,80
	сутки	4,8 ± 0,47	8,7 ± 0,66	0,3 ± 0,21	76,2 ± 0,87	10,0 ± 0,73
	неделя	5,5 ± 0,43	10,7 ± 0,66	0,3 ± 0,21	73,5 ± 0,76	10,0 ± 0,81
Адреналин + НИЛИ	1 час	11,8 ± 0,54*#§	16,7 ± 0,67*#§	0,2 ± 0,16	59,8 ± 1,19*#§	11,5 ± 0,92*#
	сутки	8,2 ± 0,60*§	16,5 ± 0,76*§	0,3 ± 0,21	66,5 ± 0,99*§	8,5 ± 0,42*#§
	неделя	4,5 ± 0,56	9,8 ± 0,70	0,3 ± 0,21	76,7 ± 0,67	8,7 ± 0,66*§
НИЛИ	1 час	5,5 ± 0,43#	9,8 ± 0,60#	0,3 ± 0,21	73,2 ± 0,47#	11,2 ± 0,91*#
	сутки	5,5 ± 0,42#	10,3 ± 0,66	0,3 ± 0,21	72,8 ± 1,24	11,0 ± 0,96#
	неделя	6,2 ± 0,60	11,7 ± 0,91	0,5 ± 0,22	71,3 ± 1,28	10,3 ± 0,80#
Адреналин	1 час	17,8 ± 0,79*§	33,0 ± 0,85*§	0,2 ± 0,16	39,2 ± 1,62*§	9,8 ± 0,60§
	сутки	9,0 ± 0,57*§	13,5 ± 0,42*§	0,2 ± 0,16	67,5 ± 0,95*§	9,8 ± 0,54§
	неделя	6,5 ± 0,42	9,7 ± 0,66	0,2 ± 0,16	75,0 ± 1,46	8,7 ± 0,88*§
Норма		1–5	18–36	1–4	62–75	1–6

Примечание. * – $p < 0,05$ отличие по отношению к интактным; # – $p < 0,05$ отличие по отношению к группе с введением адреналина; § – $p < 0,05$ отличие по отношению к группе с облучением НИЛИ.

Результаты исследования

При исследовании клеточных показателей «белой крови» было выявлено, что лейкоцитарная формула после облучения НИЛИ на протяжении всего исследования практически не отличалась от интактных значений для нейтрофилов, лимфоцитов и моноцитов (табл. 1). В группе животных, подверженных стрессу, наблюдался выраженный нейтрофилез, моноцитоз и лимфопения. Нейтрофильный лейкоцитоз возникает в результате выброса неспособных к делению гранулоцитов из различных депо, главным образом из костного мозга. Эта «срочная помощь» увеличивает защитные свойства крови. Лимфопения может быть обусловлена распадом или миграцией лимфоидных клеток [11].

Воздействие НИЛИ после адреналовой токсемии нивелировало действие адреналина, что выражалось в росте количества лимфоцитов и в уменьшении числа нейтрофилов и моноцитов по сравнению с данными показателями при альтерировании животных. Наиболее значимое действие НИЛИ на стрессированный организм наблюдалось на начальном этапе исследования.

Известно, что лейкоцитарная формула является интегральным показателем баланса всех гомеостатических систем организма. Причиной лейкоцитарных перестроек часто является общая мобилизация защитных механизмов организма, поэтому она с успехом используется для оценки неспецифической реакции адаптации. Адаптационный показатель определяли методом, разработанным Л.Х. Гаркави с соавт. [2], путем расчета индекса напряженности адаптации (ИНА), отражающего отношение числа лимфоцитов к числу сегментоядерных нейтрофилов в лейкоцитарной формуле [11].

В результате анализа лейкоцитарной формулы установлено, что на протяжении всего исследования индекс напряженности адаптации статистически значимо не различался в группе с облучением НИЛИ (табл. 2).

Через час после альтерации отмечалось напряжение механизмов, формирующих адаптационный ответ. Это проявилось снижением ИНА в группе животных с вве-

дением адреналина на 82% по сравнению с интактными значениями. Снижение индекса по Гаркави является негативным моментом и характеризует незавершенность иммунных реакций. Этот тип реакции адаптации определяется как «стрессовый». В группе с облучением НИЛИ после предварительной альтерации ИНА снизился на 50%, но спустя неделю вернулся к показателям интактных значений.

Данные изменения свидетельствуют о максимальной выраженности стрессовой реакции на первый час эксперимента, а высокие значения ИНА на неделю эксперимента соответствуют высокой активности неспецифической адаптационной реакции организма.

Кроме того, нами определялся индекс иммунореактивности (ИИР), предложенный Д.О. Ивановым с соавт. [6], который показывает отношение относительного содержания лимфоцитов и эозинофилов в крови к числу

Таблица 2

Лейкоцитарные индексы у различных групп животных

Группа животных	Время после воздействия	Лейкоцитарные индексы		
		ИНА	ИИР	ЯИ
Интактные	1 час	7,15 ± 0,49	8,39 ± 0,76	1,33 ± 0,09
	сутки	9,03 ± 0,72	7,85 ± 0,59	1,77 ± 0,18
	неделя	7,02 ± 0,46	7,66 ± 0,69	1,48 ± 0,12
НИЛИ	1 час	7,55 ± 0,45#	6,83 ± 0,62*#	1,74 ± 0,17*#
	сутки	7,16 ± 0,50*#	6,95 ± 0,72	1,65 ± 0,21#
	неделя	6,38 ± 0,68#	7,15 ± 0,59#	1,46 ± 0,14#
Адреналин	1 час	1,23 ± 0,07*§	4,11 ± 0,37*§	0,83 ± 0,04*§
	сутки	5,00 ± 0,22*§	6,99 ± 0,41	1,39 ± 0,05*§
	неделя	7,93 ± 0,62§	9,20 ± 1,08*§	1,60 ± 0,17*
Адреналин + НИЛИ	1 час	3,61 ± 0,18*#§	5,43 ± 0,56*#§	1,40 ± 0,08*#§
	сутки	4,08 ± 0,23*#§	7,97 ± 0,48*§	1,02 ± 0,06*#§
	неделя	7,98 ± 0,63§	9,17 ± 0,77*§	1,36 ± 0,09#

Примечание. * – $p < 0,05$ отличие по отношению к интактным; # – $p < 0,05$ отличие по отношению к группе с введением адреналина; § – $p < 0,05$ отличие по отношению к группе с облучением НИЛИ.

моноцитов, что отражает баланс лимфокинов и монокинов. Этот индекс может быть использован для контроля за состоянием иммунной системы в условиях стресса [11].

Расчет ИИР в группе животных, подверженных адреналовой токсемии был снижен на 52% относительно интактной группы (табл. 2). Действие НИЛИ способствовало снижению индекса иммунореактивности на 19% спустя час после воздействия НИЛИ, однако спустя сутки показатель ИИР приблизился к контрольным значениям. В группе животных, подверженных совместному действию адреналина и НИЛИ, индекс иммунореактивности достоверно снизился на 36%, но уже на первые сутки эксперимента значение ИИР восстанавливается до уровня интактных показателей.

Расчет ядерного индекса (ЯИ) показал его статистически значимое падение на 38% относительно интактных значений в группе животных, подверженных альтерации, уже на первый час эксперимента (табл. 2). Индекс характеризует скорость регенерации нейтрофилов и моноцитов, а также продолжительность их циркуляции в кровяном русле. В группе животных, подверженных действию НИЛИ после введения адреналина, на первый час эксперимента статистически значимых изменений ЯИ не наблюдалось, однако спустя сутки ЯИ достоверно снизился на 43% относительно интактных значений и уже через неделю после воздействия вернулся к исходным значениям. В группе крыс с облучением НИЛИ ядерный индекс достоверно увеличился на 30% относительно контрольных значений через час после облучения.

Учитывая, что воздействие НИЛИ осуществлялось на затылочную область головы крыс, можно предположить, что выявленные изменения лейкоцитарной формулы при действии НИЛИ могут реализоваться через его адаптирующее влияние на нейроэндокринные структуры мозга и непосредственно через протекающую через облучаемую область головы кровь [10]. Ранее нами показано, что использование НИЛИ на альтерированный организм животных вызывало активацию 2-й фазы стресс-реакции, с которой связано увеличение уровня в крови гормонов коры надпочечников, повышающих резистентность организма [8]. Кроме того, на фоне развития 2-й фазы стресс-реакции увеличивается электроотрицательность мембран эритроцитов [9]. При действии НИЛИ улучшается микроциркуляция и снабжение тканей кислородом [7]. В конечном итоге, на уровне организма НИЛИ оказывает интегрированное влияние на функционирование всех систем, нормализуя их работу и обеспечивая суммарный комплексный ответ организма [13].

Выводы

НИЛИ действует корригирующим образом на показатели белой крови при моделировании стрессовой реакции у крыс, что выражается в нормализации от-

носительного содержания нейтрофилов, лимфоцитов и моноцитов.

Влияние НИЛИ при стрессе наиболее выражено на начальном этапе после альтерации организма (1 час), что проявляется в уменьшении индекса напряженности адаптации, индекса иммунореактивности, ядерного индекса, значительно сниженных при действии адреналина.

Литература

1. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С., Шихлярова А.И. Антистрессорные реакции и активационная терапия. – Екатеринбург: Филантроп, 2003. – 336 с.
2. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. – Ростов н/Д: Изд-во Ростовского университета, 1990. – 224 с.
3. Даштаянц Г.Д. Клиническая гематология. – Киев, 1978. – 230 с.
4. Дерюгина А.В. Исследование типовых изменений электрокинетических свойств эритроцитов в норме и при альтерации функций организма: дисс. ... д-ра биол. наук. – Нижний Новгород, 2012. – 248 с.
5. Захарова О.А. Исследование электрофоретической подвижности эритроцитов при действии стресс-факторов и коррекции состояния организма биологически активными веществами: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Нижний Новгород, 2012. – 24 с.
6. Иванов Д.О., Петренко Ю.В., Курзина Е.А. Показатели клинического анализа крови у новорожденных, заболевших неонатальным сепсисом // Бюллетень федерального центра сердца, крови и эндокринологии им. В.А. Алмазова. – 2012. – № 3. – С. 48–50.
7. Кожура В.Л., Кирсанова А.К., Новодержкина И.С. Патофизиологические механизмы лазерной коррекции при критических состояниях // Общая реаниматология. – 2006. – Т. 11. – № 5–6. – С. 171–177.
8. Крылов В.Н., Дерюгина А.В. Адаптационные реакции системы крови крыс при действии низкоинтенсивных электромагнитных излучений // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2010. – Т. 96. – № 6. – С. 582–589.
9. Крылов В.Н., Дерюгина А.В., Константинова А.И. Электрофоретическая подвижность и активность Na,K-АТФазы эритроцитов у крыс при стрессе // Росс. физиол. журнал им. И.М. Сеченова. – 2014. – Т. 100. – № 11. – С. 1297–1302.
10. Крылов В.Н., Лобкаева Е.П., Дерюгина А.В., Ошевский Л.В. Изменение электрофоретической подвижности эритроцитов при действии низкоинтенсивного импульсного магнитного поля // Биофизика. – 2010. – Т. 55. – Вып. 4. – С. 652–657.
11. Пахрова О.А., Криштон В.В., Курчанинова М.Г., Румянцев Т.А. Лейкоцитарные показатели крови при адаптации к острой экспериментальной гипоксии головного мозга в зависимости от уровня стрессоустойчивости // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=25925> (дата обращения: 31.10.2017).
12. Теппоне М.В., Авакян Р.С. Стандартное описание методик КВЧ терапии // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2003. – № 2. – С. 50–59.
13. Pereira A.N., Eduardo P.C., Matson L.M., Marques M.M. Effect of low-power laser irradiation on cell growth and procollagen synthesis of cultured fibroblasts // Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery. – 2003. – № 6. – P. 351–355.

Поступила в редакцию 01.11.2017 г.

Для контактов: Дерюгина А.В.

E-mail: mi11207@rambler.ru