

МЕХАНИЗМЫ ЛЕЧЕБНОГО ДЕЙСТВИЯ МЕТОДА НИЗКОИНТЕНСИВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ В ПРАКТИКЕ СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ

Н.В. АКУЛИЧ¹, С.Е. СКОБЯЛКО², Н.О. МАКСЮТА¹, Н.Г. КРУЧИНСКИЙ³

¹Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова,
г. Могилев, Республика Беларусь

²УЗ «Могилевский областной диспансер спортивной медицины»,
г. Могилев, Республика Беларусь

³Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь

Введение. Общеизвестно, что обеспечение высокого уровня работоспособности спортсменов уровня национальных сборных невозможно без использования лекарственных средств, продуктов специализированного спортивного питания и других средств медицинского сопровождения. При этом непрерывный и бурный рост спортивных достижений требует от тренеров и ученых постоянного поиска принципиально новых средств и методов повышения физической работоспособности, отражающей функциональные возможности человека и являющейся основным показателем спортивного мастерства [7].

Однако и применение уже давно известных и апробированных на практике комплексных методик сопровождения подготовки высококвалифицированных спортсменов должно основываться на глубоком понимании механизмов их действия, что позволит обеспечивать более качественное научно-методическое и медико-биологическое сопровождение тренировочного процесса. Одним из таких направлений является использование физико-химической медицины [2, 4, 12], в частности методов лазерной терапии, возможности которой в последние 30 лет значительно расширились [1, 2, 5]. Чаще других в клинической практике используются две методики низкоинтенсивной лазерной терапии (НИЛТ) – внутри- и/или надвенное воздействие. К настоящему времени клиническая медицина получила хорошо документированные результаты достаточно высокой терапевтической эффективности метода НИЛТ [1, 4, 6].

Ситуация же в спортивной медицине несколько иная. С одной стороны, у врачей-физиотерапевтов и реабилитологов, работающих в лечебных учреждениях и диспансерах спортивной медицины, существуют относительно четко прописанные стандарты проведения (техника, аппаратура, кратность выполнения процедур, курсовая длительность) лазерной терапии, основанные на существующих методических разработках [8], а с другой – отсутствуют четкие критерии оценки ее эффективности, особенно в зависимости от периода подготовки спортсмена и его функционального состояния. Это не позволяет давать тренерам и врачам команд конкретные практические рекомендации. В некоторых случаях даже высказываются сомнения в целесообразности низкоинтенсивной лазерной терапии, поскольку, по мнению врачей и тренеров, какой-либо физиологический эффект воздействия отсутствует. Например, в упомянутых выше методических разработках [8] даны рекомендации по использованию при планировании подготовки спортсменов их личных особенностей, связанных с индивидуальной кислородтранспортной функцией крови. В качестве самого чувствительного показателя действия метода внутрисосудистого лазерного облучения крови (ВЛОК) рекомендуется использовать параметр среднего объема гранулоцитов, коррелирующий с работоспособностью организма.

На наш взгляд, во-первых, это не совсем корректно, как с методической точки зрения, так и с позицией Всемирного антидопингового агентства в отношении методов, модифицирующих кровь, т.е. класс М-2 «Физические и химические манипуляции» Списка запрещенных веществ и методов [9].

Во-вторых, следует отметить, что полуавтоматические анализаторы серии 3-diff, например, Micros-60 OT (Франция), не способны проводить полную дифференцировку лейкоцитов, поскольку они используют кондуктометрический принцип анализа с лизисом клеток [3]. Именно анализаторами такого класса оснащено большинство центральных районных больниц. Как известно, свойства мембран эритроцитов и лейкоцитов существенно различаются. Эритроциты лизируются под действием многих поверхностно-активных веществ, при этом лейкоциты, претерпевая некоторые изменения, сохраняют ядро и часть цитоплазмы с остатками мембраны. В итоге, после лизиса

эритроцитов все частицы размером более 35 фл прибор относит к лейкоцитам, притом, что нативные лейкоциты имеют размер от 50 до 1500 фл. В большинстве гематологических анализаторов лизирующий раствор вызывает частичный лизис лейкоцитарных мембран. При этом лимфоциты составляют от 30 до 80 фл, эозинофилы–базофилы–моноциты находятся в пределах от 60 до 140 фл, а нейтрофилы приобретают наибольший объем – от 120 до 250 фл. При наличии резистентных к лизису эритроцитов последние определяются прибором как лейкоциты и вызывают повышение количества белых кровяных телец [3]. Ранее нами было показано [1], что метод НИЛТ способен оказывать влияние на липидный состав мембран эритроцитов, что неизбежно должно приводить к ошибкам при оценке принадлежности клеточной популяции как к лейкоцитам, так и к эритроцитам на преаналитическом этапе лабораторного анализа. Как было сказано выше, в интервал от 120 фл попадают и моноциты, что также делает некорректным заключение авторов [8] методических рекомендаций о среднем объеме гранулоцитов. Кроме того, на наш взгляд, определение размеров лейкоцитов на гемо–анализаторах серии 3–diff вообще не имеет физического смысла, поскольку импульсы высокой амплитуды, которые генерируются прибором после лизирования клеток, зависят не только от величины и формы ядра, объема цитоплазмы, наличия включений, но и от особенностей самого лизирующего реагента, а также возможности попадания в счетную камеру «двойных» клеток за счет высокой скорости потока при подсчете [1, 3].

Следовательно, вышеизложенное позволяет заключить, что средний объем гранулоцитов, коррелирующий с работоспособностью организма спортсмена, не может использоваться в качестве показателя оценки эффективности действия методики НИЛТ.

Далее в этих же рекомендациях приводятся сведения, что 30–минутное облучение крови *in vitro* приводит к снижению количества ретикулоцитов на 25% [8]. Из этого факта авторами делается вывод, что лазерное излучение имеет отрицательное действие на отдельные клетки при изолированном их облучении. Остается не известным, какой из результатов авторы расценили бы как положительное влияние. Возможно рост числа ретикулоцитов при облучении крови *in vitro*? На наш взгляд, такая посылка не корректна, поскольку известно, что в периферической крови (тем более *in vitro*) ретикулоциты находятся около 30 часов, продолжая процесс созревания и трансформации, и лазерное облучение только его ускоряет [4].

Таким образом, несмотря на большую работу специалистов спортивной медицины, проведенные исследования по оценке влияния метода НИЛТ на цитологические параметры крови спортсменов не только не прибавляют ясности в этом вопросе, а наоборот имеет место некоторая мистификация и тиражирование стереотипов. Научная и научно–популярная периодика буквально наводнена публикациями, в которых отмечены только положительные аспекты использования низкоинтенсивного лазерного излучения, причем в основном на описательном уровне. Практически в каждой статье повторяются шаблонные фразы о «стимуляции обменных процессов в тканях и органах», «улучшении микроциркуляции крови», «повышении активности ферментных систем», «повышении активности иммунокомпетентных клеток крови», «ускорении пролиферации клеток», «нормализации липидного обмена», «антиоксидантное, противотромбическое, анелгизирующее, иммунокорректирующее и т. п. действие лазерного излучения» [5, 6, 12]. Причем часто без приведения каких–либо экспериментальных данных по группам больных, не говоря уже о группе контроля и эффекту плацебо. Так, например, в работе [5] прослеживаются изменения в морфологии клеток при действии лазерного излучения, но возможность протекания аналогичных процессов *in vivo* в разных участках сосудистого русла, имеющих, например, разную температуру и значения pH, а также клиническая значимость этих параметров для оценки процесса лечения остается пока не исследованной.

Учитывая вышеизложенное, целью настоящей работы явилось сравнительное исследование по оценке влияния внутрисосудистого лазерного облучения крови на структурно–функциональное состояние эритроцитов, изменение в составе их мембранных липидов у юношей гребцов–академистов и у больных ИБС как наиболее исследованной модели эффективного использования курса НИЛТ.

Методика и объекты исследования. Исследования проводили на базе учреждений здравоохранения «Могилевский областной диспансер спортивной медицины» (отделение реабилитации) и «Могилевская областная больница» (отделение детоксикации), в лаборатории экологической физиологии регионального центра коллективного пользования УО «Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова».

Под наблюдением находились 35 больных мужского пола (44,30±8,80 года) с ИБС, стенокардией напряжения II–III функционального класса, находившихся на лечении в Могилевской област-

ной больнице (1-я группа) и 15 юношей (2-я группа), занимающихся греблей академической (возраст 14–15 лет), при использовании курса восстановительного (8–10 сеансов ежедневно) лечения (надвенное воздействие НИЛТ гелий–неоновым (He–Ne) лазером).

Контроль по воздействию лазерной терапии – здоровые добровольцы мужского пола (15 человек, возраст $34,10 \pm 6,20$ года). Методика выполнения НИЛТ и методы цитологического анализа эритроцитов для оценки ее эффективности опубликованы нами ранее [1]. Анализ структурно–функционального состояния ретикулоцитов проводили с использованием суправитального красителя акридина оранжевого, подсчет событий осуществляли в двух диапазонах флуоресценции (FL1 530 нм, FL3 > 600 нм) [12]. Исследование биохимического статуса обследованных проводилось по общепринятым в лечебных учреждениях методикам с использованием полуавтоматических биохимических анализаторов [10].

Статистический анализ полученных результатов проводился с помощью методов описательной статистики и непараметрических методов анализа. Изменения считались значимыми при $p < 0,05$. Все статистические методики реализованы с помощью пакета прикладных программ «Statistica 7.0» (StatSoft, США).

Результаты и их обсуждение. В результате проведенного курса восстановительного лечения было установлено, что в 1-й группе после каждого из сеансов НИЛТ отмечалась нормализация кислотно–щелочного состояния, причем рост рН ($p < 0,02$) положительно коррелировал со снижением pCO_2 ($r = 0,85$; $p < 0,04$) и увеличением концентрации бикарбонатов ($r = 0,87$; $p < 0,04$). Аналогичные изменения наблюдались и при использовании плацебо (размещение световода в вене пациента без включения лазера). Суммарный эффект от лечения методом НИЛТ – отсутствие каких–либо изменений рН на протяжении всего периода лечения, за исключением эпизода усиления ацидоза в конце проводимого курса. Сравнение исходного уровня рН с таковым на следующий день до проведения очередного сеанса, а также перед проведением последней процедуры показало отсутствие его достоверных изменений по тестам Колмогорова–Смирнова и Mann–Whitney. Более же мощный тест Вальда–Вольфовица выявил достоверное ($p < 0,025$) снижение величины рН. Следовательно, существующая на сегодняшний день теория о «нормализации» гомеостаза при ближайшем рассмотрении оказывается несостоятельной.

Концентрация уровня лактата в плазме крови в 1-й группе наблюдения до лазеротерапии составляла $1,99 \pm 0,77$ ммоль/л. После проведения сеанса НИЛТ концентрация этого параметра снижалась, а на следующий день и перед проведением последней процедуры регистрировалось ее некоторое ($2,33 \pm 0,91$ ммоль/л) повышение. Если ранее мы расценивали эти изменения как усиление процесса гликолиза [1], то в настоящее время наиболее вероятен, на наш взгляд, иной механизм. Известно, что в ишемизированных тканях снижен венозный отток, поэтому концентрация лактата в венозной крови может не отражать регионарные нарушения метаболизма и рост уровня молочной кислоты после проведения сеанса НИЛТ, что может являться благоприятным фактом, отражающим долговременные процессы, способствующие улучшению состояния микроциркуляции и приводящие к устранению ишемии. Так, до начала лечения состояние больных ИБС характеризовалось повышенным уровнем гемоглобина (рис. 1), а в группе 2 его значение было в пределах нормальных величин.

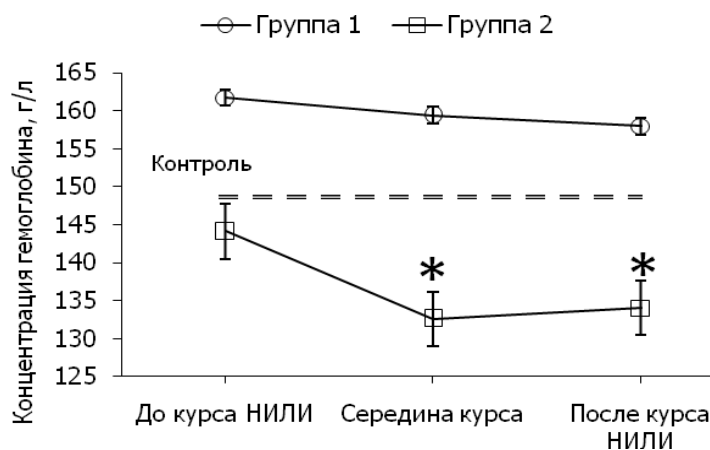


Рисунок 1 – Концентрация гемоглобина в динамике НИЛИ
 (* – изменения достоверны по сравнению с началом терапии)

После проведения каждого сеанса НИЛИ во второй группе уровень гемоглобина в крови снижался ($p < 0,04$), а в 1-й группе была выявлена только тенденция к снижению его концентрации.

Уровень Гематокрита (Ht) у больных с ИБС до лечения составлял 50,63%, а по окончании курса – 46,8%. Непосредственно после окончания воздействия He–Ne лазером отмечалось снижение величины Ht до 46,43% ($p < 0,05$), которое сопровождалось незначительным (12%), но достоверным ($p < 0,04$) увеличением и других структурно–функциональных параметров эритроцитов: средняя концентрация гемоглобина (МСНС) в эритроците (рис. 2), диаметра эритроцита с 7,32 до 7,84 мкм ($p < 0,002$) и площади его поверхности с $137,22 \pm 11,21$ до $152,21 \pm 14,44$ мкм² ($p < 0,001$). При этом отмечено устранение анизоцитоза, а после каждой из процедур популяция эритроцитов становилась более однородной ($p < 0,003$).

В группе спортсменов до курса восстановительного лечения методом НИЛТ значение Ht составляло $39,05 \pm 1,22\%$ и в процессе терапии динамика его изменений была аналогичной изменениям в 1-й группе ($38,91 \pm 0,92$ и $35,71 \pm 1,11\%$ до 3-го сеанса и после окончания курса соответственно). Величина же МСНС во 2-й группе в середине курса снижалась, а к окончанию лечения достигала практически возможной максимальной величины – $375,42 \pm 13,02$ г/дл ($p < 0,05$). При этом изменения морфологических параметров эритроцитов сопровождалось и ростом относительного содержания докозагексаеновой полиненасыщенной жирной кислоты с $4,69 \pm 0,83\%$ до $4,93 \pm 0,89\%$. Изменений содержания в крови некоторых биохимических (общие липиды, β -липопротеины, α -холестерин, общий холестерин и триглицериды) при проведении курса НИЛТ в обеих обследованных группах выявлено не было.

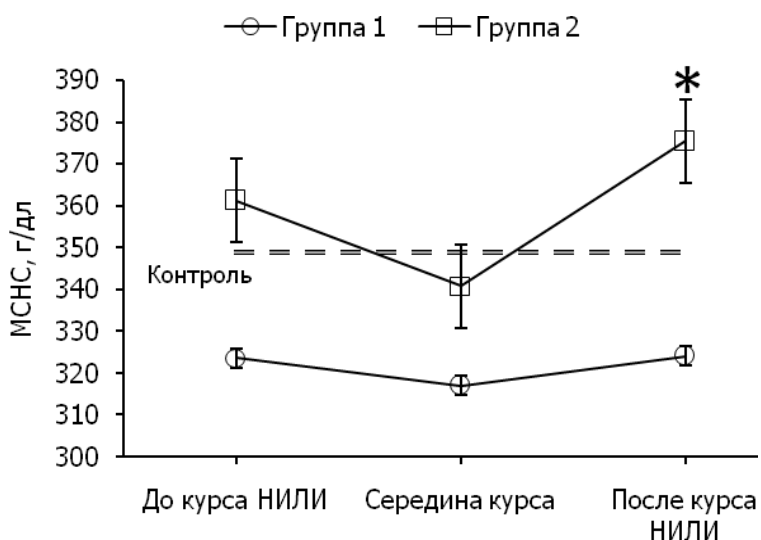


Рисунок 2 – Средняя концентрация гемоглобина в эритроците в динамике курса НИЛТ

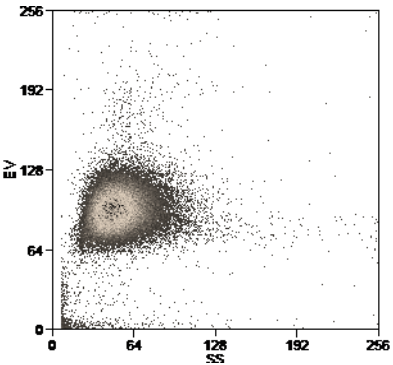
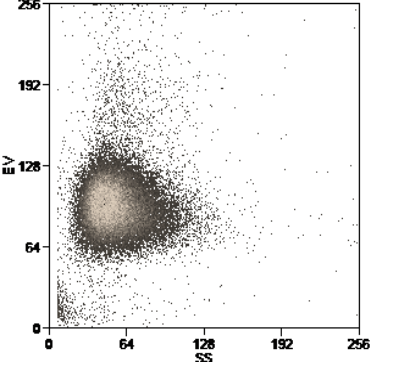
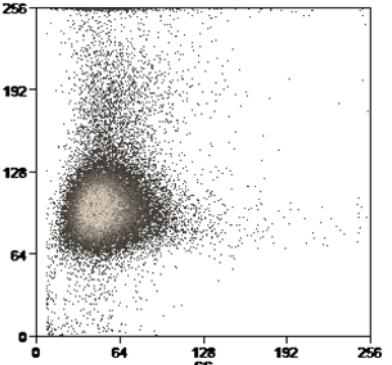
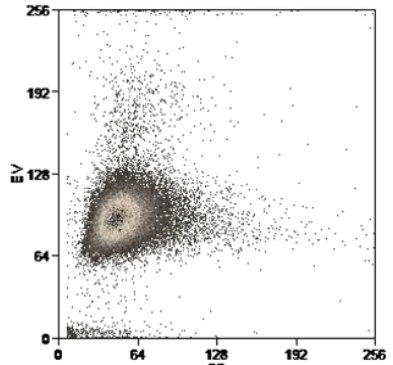
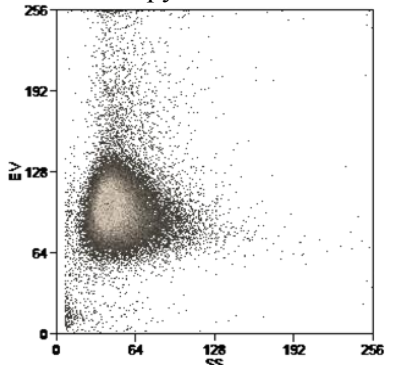
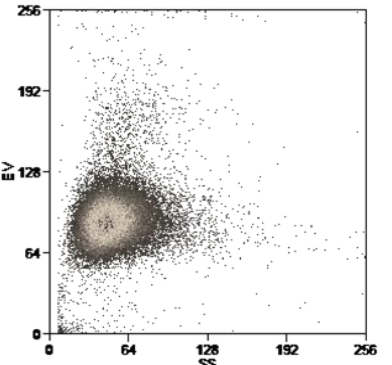
Поскольку данные световой микроскопии характеризуются малой выборкой, а в гемоанализаторах серии 3–diff величину среднего объема эритроцита (MCV) вычисляют делением суммы клеточных объемов клеток в диапазоне от 36–360 фл на число подсчитанных событий, то для уточнения полученных данных был проведен анализ популяции эритроцитов с использованием проточного цитофлуориметра.

Выполненные в настоящей работе измерения показали, что под влиянием НИЛТ в обеих группах наблюдения снижался объем эритроцита, увеличивалось число клеток с большей величиной бокового светорассеивания, т.е. мембрана эритроцита становилась менее жесткой.

В качестве одной из причин изменений клеточного объема эритроцитов в облученной крови можно рассматривать и влияние процессов оксигенации и деоксигенации внутриклеточного гемоглобина. Это подтверждается и приведенными в некоторых публикациях данными по росту MCV при облучении для эритроцитов деоксигенированной крови, что объясняется развитием обратимых структурных изменений во внутри эритроцитарной среде мембраны эритроцитов вследствие развивающихся процессов перекисного окисления липидов при терапевтических дозах облучения [5, 6, 12].

Курсовое применение НИЛТ выявило рост бокового светорассеивания (SS) лазерного луча эритроцитами (таблица 1).

Таблица 1 – Параметры бокового светорассеивания эритроцитов в динамике курса НИЛИ

До курса НИЛИ				Середина курса				После курса НИЛИ			
Группа 1											
											
\bar{X}	Мода	CV	HPCV	\bar{X}	Мода	CV	HPCV	\bar{X}	Мода	CV	HPCV
178.2±3.6	161.0±2.9	24.7±1.3	19.6±0.2	182.5±2.2	167.2±2.5	33.2±0.9	22.0±0.5	205.2±3.1	190.0±2.1	33.8±0.2	24.8±0.3
Группа 2											
											
\bar{X}	Мода	CV	HPCV	\bar{X}	Мода	CV	HPCV	\bar{X}	Мода	CV	HPCV
180.0±3.0	163.0±2.5	27.6±1.1	23.3±0.3	188.5±2.4	165.0±2.1	34.9±1.2	29.10±1.3	205.2±2.2	186.0±1.9	34.3±0.9	26.9±1.1

К окончанию курса терапии методом НИЛТ отмечалось достоверное увеличение этого параметра в обеих группах наблюдения. Следует заметить, что к окончанию терапии вырос и коэффициент вариации (CV) и ширина полувысоты гистограммы распределения величины параметра бокового светорассеивания (HPCV) эритроцитов в 1–й группе. Во 2–й группе значение HPCV было наиболее высоким в середине курса восстановительного лечения, а к окончанию – снизилось. Анализируя приведенную ниже скатерограмму, следует отметить увеличение коэффициента вариации электронного объема в середине курса в обеих группах с сохранением этой величины к окончанию курса в 1–й группе. У спортсменов, занимающихся греблей, к окончанию лечения методом НИЛТ электронный объем эритроцитов вернулся к своему исходному уровню.

Таким образом, характерными признаками курсового применения НИЛТ является увеличение величины бокового светорассеивания в обеих группах наблюдения. Согласно данным, полученным другими исследователями [3, 11], сигнал бокового светорассеяния проточных цитофлуориметрах формируется как результат многочисленных актов рассеяния света на амплитудных неоднородностях его переотражения (например, гемоглобин), и эта величина хорошо коррелирует с результатами цитометрических измерений концентрации гемоглобина в эритроците.

Поскольку воздействие гелий–неоновым лазером оказало влияние на эритроциты периферической крови, целесообразно провести оценку изменения именно красного ростка кроветворения. В качестве анализируемых использовались следующие параметры: процентное (Ret%) содержание ретикулоцитов, индекс созревания (IRF) ретикулоцитов (%), процентное содержание ретикулоцитов трех форм зрелости – незрелые (HFR), средней степени зрелости (MFR) и зрелые (LRF) [3].

До курса восстановительного лечения методом НИЛТ количество ретикулоцитов у спортсменов было достоверно выше, чем во второй (1,24±0,05%) группе наблюдения (таблица 2), и находилось в пределах 0,80±0,04%. Высокий процент ретикулоцитов со средней и высокой интенсивностью флуоресценции в первой группе был достоверно выше, что указывает на постоянную стимуляцию эритропоэза при верифицированной ишемии миокарда. В середине курса НИЛТ в обеих группах выявлено снижение как процента ретикулоцитов, так и уровня клеток со средней и высокой интенсивностью флуоресценции. Это можно расценить как срочную реакцию в ответ на лазеротерапию, проявляющуюся противоишемическим эффектом. После окончания курса НИЛТ отмечен противоположный эффект: рост процента ретикулоцитов, увеличение их среднего объема со снижением доли ретикулоцитов с высокой интенсивностью флуоресценции во второй группе и ретикулоцитов со средней и высокой интенсивностью флуоресценции в первой.

Таблица 2 – Анализ структурно–функциональных параметров ретикулоцитов в динамике курса НИЛТ

Параметры	Ret, %	MCV, фл	LFR, %	MFR, %	HFR, %
Этапы НИЛИ					
Группа 1					
До курса НИЛИ	0.86±0.04	80.8±4.31	84.02±5.03	6.3±0.87	9.43±1.11
Середина курса	0.83±0.03	71.6±2.66**	90.12±3.54**	4.8±1.64**	4.14±0.44**
После курса НИЛИ	1.02±0.04	80.6±5.87	97.13±2.43**	2.15±0.37**	0.72±0.32**
Группа 2					
До курса НИЛИ	1.24±0.05*	70.52±3.54*	95.14±4.11*	3.24±0.15*	1.73±0.13*
Середина курса	0.99±0.06*,**	71.03±4.67	95.42±3.22*	2.54±0.11*,**	2.05±0.13*
После курса НИЛИ	1.54±0.07*,**	80.53±3.11*,**	97.03±3.02	2.42±0.33	0.81±0.65**

Примечание – * – изменения достоверны по сравнению с началом терапии в пределах группы,

** – изменения достоверны между группами.

Таким образом, низкоинтенсивное лазерное излучение у больных ишемической болезнью сердца и у спортсменов, занимающихся греблей, вызывает во многом однотипные реакции, однако динамика этих изменений имеет отличия, что, на наш взгляд, связано с разным исходным состоянием наблюдаемых индивидов в этих группах.

Проведенный сравнительный анализ результатов воздействия НИЛТ на организм юношей, занимающихся греблей, и больных ИБС, выявил феномен его комплексного и универсального действия, механизмы которого, по нашему мнению, можно объяснить не только эффектом стимуляции обменных процессов, когда в любом живом организме будут более эффективно происходить любые процессы «заживления» и нормализации его измененных параметров, но и специфическими реакциями.

В первом случае (спортсмены) мы имеем дело с самоконтролем своего состояния (гомеостазис) и компенсацией состояний в случае патологии. Во втором (больные ИБС) – имеет место запуск дозозависимых специфических механизмов, инициируемых лучом лазера.

Заключение. Таким образом, проведенное исследование показало, что рассматривать следует не только квантовый, молекулярный и клеточный уровни механизмов действия метода НИЛТ и клинические аспекты наблюдения вторичных эффектов в организме, но и привлекать к рассмотрению более общие соображения, учитывающие как значения дозировок, так и индивидуальные особенности кислородтранспортной функции крови. В обоих случаях успешного результата можно достичь только при включении в лечебный процесс специалистов, осуществляющих дозиметрический контроль, а не проводить монодозовую терапию, охватывающую до 90% практики НИЛТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акулич, Н.В. Внутрисосудистое лазерное облучение крови вызывает изменение структурных параметров эритроцитов больных с ишемической болезнью сердца / Н.В. Акулич [и др.] // Журнал Гродненского медицинского университета. – 2009. – № 2. – С. 98 – 101.
2. Зубовский, Д.К. Пути и методы использования лечебных физических факторов в восстановлении и повышении работоспособности спортсменов / Д.К. Зубовский, Н.Г. Кручинский, В.С. Улащик // Спортивная медицина: наука и практика. – 2012. – № 1. – С. 20 – 27.
3. Луговская, С.А. Гематологические анализаторы. Интерпретация анализа крови : Методические рекомендации / С.А. Луговская, М.Е. Почтарь, В.В. Долгов. – М. – Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2007. – 112 с.
4. Марочков, А.В. Внутрисосудистое лазерное облучение крови, механизмы взаимодействия и клиническое применение / А.В. Марочков. – Минск : Б.И, 1996. – 86 с.
5. Москвин, С.В. Лазерная терапия, как современный этап развития гелиотерапии (исторический аспект) / С.В. Москвин // Лазерная медицина. – 1997. – Том 1. – Вып.1. – С. 44 – 49.
6. Москвин, С.В. Основы лазерной терапии / С.В. Москвин, В.А. Буйлин. – Тверь: ООО «Издательство «Триада». – Тверь, 2006. – 256 с.
7. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов. – К.: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.
8. Подольцев, А.С. Коррекция работоспособности спортсменов по реологическим и биохимическим показателям крови. Методические рекомендации для врачей спортивной медицины / А.С. Подольцев [и др.] – Минск, 2006. – 48 с.
9. Список запрещенных субстанций и методов 2015 : Международный стандарт ВАДА. – Минск : Альтиора – живые краски, 2014. – 16 с.
10. Тиц, Н.У. Энциклопедия клинических лабораторных тестов / Н.У. Тиц. – М.: Лабинформ, 1997. – 960 с.
11. Flow Cytometry of Human Reticulocytes Based on RNA Fluorescence / H.J. Tanke, I.A. B. Nieuwenhuis, G. J.M. Koper [et al.] – Cytometry. 1980. – Vol. 1. – № 5. – P. 313 – 320.
12. Karu, T.I. Photobiological fundamentals of low-level laser therapy / T.I. Karu. – IEEE J. Quant. Elect., 1987. – V. QE-23. – P. 1703 – 1717.

THE THERAPEUTIC ACTION OF LOW-INTENSITY LASER THERAPY IN PRACTICE OF SPORTS MEDICINE

N.V. AKULICH, S.E. SKOBYALKO, N.O. MAKSYUTOV, N.G. KRUCHINSKY

Summary

The mechanisms of the effects of low-intensity radiation He-Ne laser therapy on the state erythron in rowers academics in comparison with the model of coronary heart disease. The changes in structural parameters of reticulocytes and red blood cells in combination with hemoglobin modification and updating of the cell population are detected. The possibilities of correction of oxygen transport characteristics of erythron by the laser-optical methods. The obtained data can serve as a basis for the development of the missing to date ways to evaluate the therapeutic efficacy effects photohemotherapy in rehabilitation and sports medicine.

© Акулич Н.В., Скобялко С.Е., Максютя Н.О., Кручинский Н.Г.

Поступила в редакцию 11 сентября 2014г.