

ЛАЗЕРНАЯ ГЕМОТЕРАПИЯ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА: ВЫБОР МЕТОДИКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕМОРЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ПАЦИЕНТА

А. С. Маслов*,
А. Е. Новиков, доктор медицинских наук

ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, 153012, Россия, г. Иваново, Шереметевский просп., д. 8

Цель исследования – сравнить эффективность двух стандартных надвенных методик лазерной гемотерапии в комплексном лечении пациентов с ишемическим инсультом в острой фазе.

Материал и методы. Исследованы клинические и гемореологические показатели у 100 пациентов 50–75 лет с полужарным ишемическим инсультом и неврологическим дефицитом легкой и средней тяжести. Пациенты основной группы проходили курс низкоинтенсивного лазерного облучения крови, пациенты группы контроля получали имитацию квантовой терапии. Применяли 2 стандартные надвенные методики лазерной гемотерапии (в красном диапазоне длин волн в непрерывном режиме и в инфракрасном диапазоне в импульсном режиме).

Результаты. У пациентов с ишемическим инсультом дополнительное воздействие на кровь низкоинтенсивного лазерного излучения в инфракрасном спектре в импульсном режиме (2-я подгруппа) тормозило процессы патологической трансформации эритроцитов (по сравнению с группой контроля), а в красном диапазоне в непрерывном режиме (1-я подгруппа) не только тормозило, но и статистически значимо снижало выраженность необратимой трансформации красных кровяных клеток ($p < 0,05$) и способствовало повышению их деформируемости (снижению индекса ригидности, $p < 0,02$). Во 2-й подгруппе отмечено снижение агрегационной активности эритроцитов в виде уменьшения среднего размера агрегатов ($p < 0,05$) и показателя агрегации с пропорциональным увеличением доли неагрегированных клеток ($p < 0,01$), в то время как в 1-й подгруппе статистически значимого улучшения агрегации эритроцитов выявлено не было. В группе контроля помимо ухудшения показателей цитоархитектоники эритроцитов в виде снижения индекса их обратимой трансформации изменения исследуемых клеточных параметров гемореологии не были статистически значимыми.

Выводы. Низкоинтенсивное лазерное облучение крови нормализует микрогемореологические параметры, при этом исследуемые методики имеют определенные различия в воздействии на реологические свойства эритроцитов.

Ключевые слова: ишемический инсульт, лазерная гемотерапия, гемореология.

* Ответственный за переписку (corresponding author): maslowas89@mail.ru

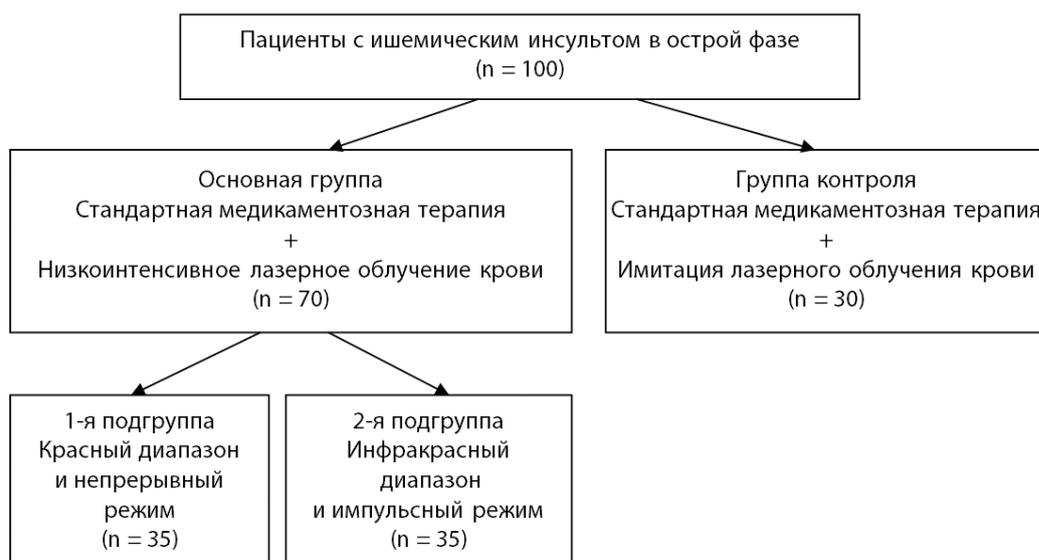
Важную роль в возникновении и течении острых нарушений мозгового кровообращения (ОНМК) по ишемическому типу играют нарушения реологических свойств крови [7, 8]. В этой связи актуальна разработка новых способов лечения ОНМК, влияющих на реологические характеристики. Особый интерес представляет низкоинтенсивная лазерная гемотерапия. Исследователи отмечают ее высокую эффективность и безопасность в комплексном лечении больных с ишемическим инсультом [1, 3, 9, 10]. Однако нет единого мнения относительно преимуществ той или иной методики лазерного облучения крови (ЛОК), а также отсутствуют критерии назначения конкретной методики в зависимости от гемореологического профиля пациента [6].

Цель исследования – сравнить эффективность двух стандартных надвенных методик низкоинтенсивного ЛОК у больных в острой фазе ишемического инсульта.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

На базе неврологического отделения для больных с ОНМК Регионального сосудистого центра ОУЗ «Ивановская областная клиническая больница» проведено проспективное нерандомизированное клиническое плацебоконтролируемое исследование. С сентября 2015 г. по октябрь 2017 г. обследовано 100 пациентов с полужарным ишемическим инсультом в острой фазе (средний возраст $63,5 \pm 7,5$ года ($M \pm \sigma$)) и неврологическим дефицитом легкой и средней степени тяжести (оценка при поступлении 5 баллов по NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale, шкала инсульта Национального института здоровья США) [4, 6]. Пациенты были разделены на 3 сопоставимые по клиническим и микрогемореологическим параметрам группы (рис.).

На момент госпитализации группы были сопоставимы по возрасту, гендерному составу, срокам госпи-



Дизайн исследования

тализации, локализации и тяжести сосудистого поражения головного мозга, наличие сопутствующей соматической патологии и микрогемореологическим параметрам.

У всех пациентов проводили стандартную медикаментозную терапию с применением дезагрегантов (препаратов на основе ацетилсалициловой кислоты в дозе 150 мг/сут), нейропротекторов и гемодилуции.

У пациентов основной группы наряду с медикаментозным лечением начиная со 2-х суток от начала заболевания ежедневно в течение 10 дней выполняли надвенное ЛОК по 2 стандартным методикам: в 1-й подгруппе – в красном диапазоне и непрерывном режиме (в кубитальной области при мощности на выходе 5 мВт и суммарном времени облучения 10 минут); во 2-й подгруппе – в инфракрасном диапазоне и импульсном режиме (в правой и левой кубитальных областях, зоне сосудистого пучка во II межреберье справа и слева от грудины с частотой 80 Гц при мощности на выходе 7 Вт и суммарном времени облучения 4 минуты – по 1 минуте на каждую зону).

На 1-е, 11-е сутки стационарного лечения и на момент выписки (14–16-е сутки) оценивали неврологический статус по NIHSS, степень инвалидизации по шкале Рэнкина и индекс мобильности Ривермид. Также на 1-е и 11-е сутки стационарного лечения исследовали гемореологические показатели на базе лаборатории НИЦ ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России: вязкость цельной крови и плазмы (методом вискозиметрии), агрегацию (фотометрическим и прямым оптическим методом), деформируемость (методом фильтрации) и поверхностную цитоархи-

тектонику эритроцитов (методом фазово-контрастной микроскопии) [2, 10].

Для оценки исходного состояния гемореологических показателей у пациентов с ОНМК в исследовании были включены 20 клинически здоровых лиц без признаков артериальной гипертензии и церебрального атеросклероза, нарушений мозгового и коронарного кровообращения в анамнезе.

Статистическую обработку данных выполняли с применением пакета программ Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США); использовали методы описательной статистики, непараметрический U-критерий Манна – Уитни и тест Уилкоксона, коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У большинства пациентов с ишемическим инсультом в острой фазе выявлен синдром повышенной вязкости крови, обусловленный изменением как микрореологических факторов, ответственных за свойства крови на клеточном уровне (геометрию, деформируемость и агрегационную активность эритроцитов), так и макрореологических факторов, определяющих свойства крови в целом (гематокрита, вязкости плазмы и цельной крови) (табл. 1).

Проанализирована динамика реологических параметров крови на 11-е сутки лечения – по завершении курса лазеротерапии (в основной группе) и его имитации (в группе контроля). У пациентов группы контроля, несмотря на проводимую стандартную терапию, выявлена отрицательная динамика показателей цитоархитектоники эритроцитов в виде

Таблица 1. Динамика основных гемореологических и клинических показателей на фоне лечения у пациентов с ишемическим инсультом в острой фазе, Ме [25%; 75%]

Показатель	Срок	Группа контроля	Основная группа	
			1-я подгруппа	2-я подгруппа
V _{пл}	При поступлении	1,8 [1,8; 1,9]	1,8 [1,7; 1,9]	1,75 [1,7; 1,95]
	На 11-е сутки	1,8 [1,8; 1,9]	1,8 [1,7; 1,9]	1,8 [1,7; 1,9]
B-200	При поступлении	5,5 [4,7; 5,6]	5,2 [5,0; 5,5]	4,8 [4,5; 5,4]
	На 11-е сутки	5,4 [5,0; 5,7]	5,3 [4,9; 6,2]	5,1 [4,7; 5,8]
B-10	При поступлении	11,1 [9,6; 12,2]	10,7 [9,9; 12,3]	9,6 [9,0; 11,4]
	На 11-е сутки	11,0 [9,8; 12,0]	10,8 [9,7; 13,6]	10,2 [9,1; 11,6]
ИР	При поступлении	166,9 [120,2; 220,2]	155,8 [112,1; 221,8]	143,8 [107,6; 205,9]
	На 11-е сутки	136,6 [115,3; 231,6]	118,0 [88,5; 148,8]*	128,3 [103,3; 187,5]
M1 ₅	При поступлении	12,93 [10,87; 14,83]	12,67 [11,9; 15,87]	13,72 [12,03; 15,85]
	На 11-е сутки	15,17 [11,23; 17,18]	12,8 [10,79; 15,17]*	12,89 [10,8; 14,93]
M1 ₁₀	При поступлении	34,95 [29,57; 42,5]	34,93 [32,27; 41,30]	35,87 [31,05; 39,2]
	На 11-е сутки	40,5 [30,05; 42,22]	33,45 [30,86; 39,43]*	36,96 [30,13; 39,35]
CPA	При поступлении	6,45 [6,07; 6,68]	5,82 [5,46; 6,55]	6,13 [5,68; 6,49]*
	На 11-е сутки	6,38 [5,73; 6,76]	5,74 [5,21; 6,98]	5,98 [5,6; 6,3]
ПА	При поступлении	2,09 [1,49; 2,51]	1,84 [1,60; 2,13]	1,98 [1,68; 2,44]
	На 11-е сутки	2,22 [1,45; 2,35]	1,87 [1,5; 2,35]	1,79 [1,51; 2,04]*
ПНА	При поступлении	39,1 [30,6; 59,5]	44,9 [37,0; 55,9]	41,6 [29,8; 53,5]
	На 11-е сутки	37,0 [32,6; 62,1]	49,8 [29,0; 59,6]	46,7 [39,4; 58,7]*
ИТ	При поступлении	0,31 [0,25; 0,49]	0,32 [0,22; 0,47]	0,32 [0,22; 0,37]
	На 11-е сутки	0,35 [0,27; 0,43]	0,32 [0,25; 0,39]	0,30 [0,27; 0,43]
ИОТ	При поступлении	0,24 [0,15; 0,49]	0,22 [0,15; 0,35]	0,22 [0,15; 0,27]
	На 11-е сутки	0,21 [0,11; 0,34]	0,23 [0,19; 0,32]	0,22 [0,16; 0,28]
ИНОТ	При поступлении	0,07 [0,04; 0,13]	0,08 [0,06; 0,12]	0,06 [0,03; 0,10]
	На 11-е сутки	0,09 [0,06; 0,14]	0,06 [0,04; 0,07]*	0,07 [0,03; 0,11]
ИО	При поступлении	3,40 [2,0; 4,43]	2,58 [1,57; 6,0]	3,0 [1,75; 5,5]
	На 11-е сутки	2,1 [1,0; 5,2]*	4,5 [2,23; 8,0]*	4,5 [2,17; 12,0]
НИHSS	При поступлении	5 [4; 6]	6 [4; 6]	5 [3; 6]
	На 11-е сутки	4 [3; 4]*	2 [1; 4]*	2 [1; 3]*
ШР	При поступлении	3 [2; 3]	3 [3; 3]	3 [2; 3]
	На 11-е сутки	2 [2; 2]*	1 [1; 2]*	1 [1; 2]*
ИМР	При поступлении	7 [3; 10]	7 [4; 7]	7 [4; 10]
	На 11-е сутки	10 [10; 12]*	12 [10; 14]*	12 [12; 14]*

Примечание: V_{пл} – вязкость плазмы крови (мПа·с); B-200 и B-10 – вязкость крови на скоростях сдвига 200 и 10 с⁻¹(мПа·с); ИР – индекс ригидности; M1₅, M1₁₀ – показатели агрегации эритроцитов по данным фотометрического метода для 2 интервалов времени (5 и 10 секунд) при сохранении низкой скорости сдвига (3 с⁻¹); CPA, ПА и ПНА – показатели агрегации эритроцитов по данным прямого оптического метода: CPA – средний размер агрегата, ПА – показатель агрегации, ПНА – процент неагрегированных эритроцитов; ИТ, ИОТ, ИНОТ и ИО – индексы, рассчитанные на основании изучения поверхностной цитоархитектоники эритроцитов: ИТ – индекс трансформации, ИОТ – индекс обратимой трансформации, ИНОТ – индекс необратимой трансформации, ИО – индекс обратимости, ШР – оценка по шкале Рэнкина, ИМР – индекс мобильности Ривермид.

* Различия значений показателя до и после лечения статистически значимы (по критерию Уилкоксона; p < 0,05).

статистически значимого снижения индекса обратимой деформации (p < 0,02) с тенденцией к увеличению доли необратимо деформированных форм.

Дополнительное воздействие на кровь в инфракрасном спектре и импульсном режиме во 2-й подгруппе тормозило процессы патологической трансформации (по сравнению с группой контроля), а ЛОК в красном диапазоне и непрерывном режиме в 1-й подгруппе не только тормозило, но и статистически значимо

снижало индекс необратимой трансформации (соотношение необратимо деформированных форм эритроцитов и дискоцитов) (p < 0,05) и повышало индекс обратимости (соотношение обратимо и необратимо деформированных форм эритроцитов) (p < 0,05).

Статистически значимое снижение индекса ригидности, который на момент дебюта ОНМК был повышен у 96% пациентов, наблюдалось только в 1-й подгруппе (p < 0,02).

Таблица 2. Корреляции между показателем агрегации эритроцитов, долей неагрегированных эритроцитов (по данным прямого оптического метода) и тяжестью клинических проявлений ишемического инсульта на 11-е сутки (ранговый коэффициент корреляции Спирмена R)

Показатели	Показатель агрегации	Доля неагрегированных эритроцитов
Оценка по NIHSS	0,35	-0,31
Оценка по шкале Рэнкина	0,37	-0,33
Индекс мобильности Ривермид	-0,37	0,33

Примечание: все корреляции статистически значимы ($p < 0,05$).

Положительная динамика данных микрореологических параметров в основной группе свидетельствует о благоприятном влиянии ЛОК (особенно в красном спектре и непрерывном режиме) на структурно-функциональные свойства мембраны эритроцитов.

В группе контроля статистически значимых изменений агрегационной активности эритроцитов по данным фотометрического и прямого оптического методов не выявлено.

В основной группе по данным фотометрического метода, отражающего агрегацию эритроцитов на этапе сборки линейных агрегатов, прослеживалась тенденция к снижению показателей агрегации, но изменения не были статистически значимыми ($p > 0,05$). По данным прямого оптического метода, отражающего агрегацию на более позднем этапе (на этапе сборки многомерных агрегатов), установлено статистически значимое уменьшение среднего размера агрегатов ($p < 0,05$) и показателя агрегации и пропорциональное увеличение доли неагрегированных эритроцитов у пациентов 2-й подгруппы ($p < 0,01$). В 1-й подгруппе статистически значимого улучшения агрегации эритроцитов на этапе сборки многомерных агрегатов не выявлено.

Таким образом, низкоинтенсивное ЛОК в острой фазе ишемического инсульта способствует нормализации микрореологических свойств крови. При этом исследуемые методики ЛОК различаются характером благоприятного воздействия: ЛОК в красном диапазоне и непрерывном режиме оказывает большее влияние на структурно-функциональные свойства мембраны эритроцитов, вследствие чего

ослабевает патологическая трансформация и улучшается деформируемость эритроцитов; ЛОК в инфракрасном диапазоне и импульсном режиме в большей степени влияет на процесс агрегации эритроцитов.

Статистически значимое уменьшение выраженности неврологического дефицита по NIHSS, степени инвалидизации по шкале Рэнкина наблюдалось во всех группах, но более выраженным было в группах лазеротерапии.

Лучшее клиническое восстановление в основных группах может быть обусловлено улучшением микрореологических параметров крови. Результаты статистического анализа свидетельствуют о наличии многочисленных корреляционных зависимостей тяжести клинических проявлений ишемического инсульта и скорости восстановления от выраженности нарушений реологических свойств крови. Так, выявлены корреляционные связи средней силы ($p < 0,05$) между выраженностью показателя агрегации эритроцитов на этапе сборки многомерных агрегатов и долей неагрегированных эритроцитов и тяжестью неврологического дефицита (по NIHSS), а также степенью инвалидизации по шкале Рэнкина и индексом мобильности Ривермид на 11-е сутки стационарного лечения (табл. 2).

Аналогичная зависимость установлена для индекса ригидности эритроцитов с одной стороны и тяжестью неврологического дефицита и инвалидизации – с другой (ранговый коэффициент корреляции Спирмена $R = 0,51$ в обоих случаях; $p < 0,05$) на 11-е сутки госпитализации (табл. 3).

Таблица 3. Корреляции между индексом ригидности эритроцитов и тяжестью клинических проявлений ишемического инсульта (ранговый коэффициент корреляции Спирмена R)

Показатели	Индекс ригидности эритроцитов	
	исходно	на 11-е сутки
Оценка по NIHSS	0,42	0,51
Оценка по шкале Рэнкина	0,42	0,51
Индекс мобильности Ривермид	-0,25	-0,50

Примечание: все корреляции статистически значимы ($p < 0,05$).

Различный характер воздействия исследуемых методов на реологические параметры крови, видимо, обусловлен влиянием на разные молекулярные биоструктуры и процессы, что может быть связано с различиями длин волн и режима генерации излучения.

Согласно наиболее популярной гипотезе, в основе терапевтического действия ЛОК лежат последствия поглощения когерентного монохроматического излучения биомолекулами клеток и тканей [2, 4, 5], что влечет за собой внутримолекулярное перераспределение энергии: при поглощении веществом кванта света один из электронов, находящихся на нижнем энергетическом уровне, переходит на верхний энергетический уровень и переводит атом или молекулу в возбужденное состояние (фотофизические процессы), за чем следует активизация ее химической активности и первичные фотохимические реакции, далее биохимические процессы с участием фотопродуктов и вторичные фотобиологические реакции, в итоге – общефизиологический ответ организма на действие света.

Представляется, что многообразие и системный характер вторичных биохимических и физиологических эффектов ЛОК объясняется многообразием фотоакцепторов и запускаемых первичных фотобиологических реакций на молекулярном, субклеточном и клеточном уровнях. В отношении акцепторов электромагнитного излучения оптического диапазона мнения ученых разделились: одни доказывают наличие специфических акцепторов строго определенных длин волн светового излучения; другие считают неспецифическими фотоакцепторами 2 большие группы – биополимеры (белки, ферменты, фосфолипиды, биологические мембраны и др.) и биологические жидкости (плазма крови, лимфа и внутриклеточная вода).

Вследствие разной длины волн чувствительность первичных специфических и неспецифических фотоакцепторов может различаться в связи с отличием

спектра поглощения, а соответственно, будут отличаться и лечебные эффекты.

Режим генерации излучения также может быть причиной различия эффектов. Использование ЛОК в импульсном режиме имеет следующие особенности: 1) позволяет использовать большую пиковую мощность при меньшей суммарной дозе, что позволяет усилить силу пикового воздействия и глубину проникновения в ткани; 2) благодаря наличию периода между импульсами облучаемые биоструктуры имеют большее время на ответ и восстановление активности. Так, в обзоре, выполненном J. T. Hashmi и соавт., показано, что при прочих равных условиях импульсный режим лазеротерапии в некоторых ситуациях может быть эффективнее непрерывного [11]. Это справедливо для заживления ран и постинсультного восстановления (лазерное воздействие на проекцию очага ишемии в срок до 12 часов от дебюта ишемического инсульта). С другой стороны, импульсный режим может быть менее выгодным, чем непрерывный, у пациентов, нуждающихся в регенерации нерва.

ВЫВОДЫ

Применение низкоинтенсивного ЛОК в острой фазе ишемического инсульта способствует нормализации микрореологических свойств крови, а именно снижает выраженность патологической трансформации и улучшает деформируемость эритроцитов, уменьшает их агрегационную активность. Нормализация микрореологических свойств крови коррелирует с большей эффективностью клинического восстановления.

Исследуемые методики ЛОК по-разному воздействуют на реологические параметры крови: ЛОК в красном диапазоне и непрерывном режиме оказывает большее влияние на структурно-функциональные свойства мембраны эритроцитов, вследствие чего уменьшается интенсивность патологической трансформации и улучшается деформируемость эритроцитов; ЛОК в инфракрасном диапазоне и импульсном режиме в большей степени влияет на процесс агрегации эритроцитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазерная терапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах: клинические рекомендации. – М., 2015. – 80 с.
2. Манжос, А. П. Оптимизация применения низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения в терапии бронхиальной обструктивной болезни легких [Электронный ресурс] / А. П. Манжос // Вестник РНЦРР Минздрава России. – 2007. – № 7. – Режим доступа: http://vestnik.ncrr.ru/vestnik/v7/papers/mang_v7.htm
3. Медицинская реабилитация постинсультных больных / И. З. Самосюк [и др.]. – Киев : Здоров'я, 2010. – 424 с.
4. Механизмы действия и биологические эффекты низкоинтенсивного лазерного излучения / Н. И. Нечипуренко [и др.] // Медицинские новости. – 2008. – № 12. – С. 17–21.
5. Молекулярные и клеточные механизмы действия низкоинтенсивного лазерного излучения / Ю. А. Владимиров, Г. И. Клебанов, Г. Г. Борисенко, А. Н. Осипов // Биофизика. – 2004. – Т. 49, № 2. – С. 339–350.
6. Низкоинтенсивное лазерное облучение крови в комплексной терапии пациентов с ишемическим инсультом: обзор литературы / А. С. Маслов [и др.] // Тромбоз, гемостаз и реология. – 2018. – № 1 (73). – С. 5–15.

7. Реологические свойства крови в острейший период ишемического инсульта и их взаимосвязь со степенью тяжести неврологических нарушений / М. Н. Ажермачева [и др.] // Бюллетень сибирской медицины. – 2013. – Т. 12, № 5. – С. 5–12.
8. Савельева, И. Е. Динамика показателей гемореологии, гемостаза и эндотелиальных функций у больных с патогенетически гетерогенным инсультом / И. Е. Савельева, В. Г. Ионова // Вестн. Ивановской медицинской академии. – 2012. – № 3. – С. 61–62.
9. Фурсова, Л. А. Магнитолазерная терапия у больных ишемическим инсультом / Л. А. Фурсова, Н. И. Коленчиц // Неврология и нейрохирургия в Беларуси. – 2009. – № 3. – С. 84–87.
10. A single photon emission computed tomography study of the therapy of the intravascular low intensity laser irradiation on blood for brain infarction / X. Xiao [et al.] // Laser Ther. – 2000. – Vol. 13, No. 1. – P. 110–113.
11. Effect of pulsing in low-level light therapy / J. T. Hashmi [et al.] // Lasers Surg. Med. – 2010. – Vol. 42, No. 6. – P. 450–466.

LASER HEMOTHERAPY IN COMPLEX TREATMENT OF ISCHEMIC STROKE: TECHNIQUE SELECTION IN DEPENDENCE ON PATIENT HEMORHEOLOGIC PROFILE

A. S. Maslov, A. E. Novikov

Objective is to compare the effectiveness of two standard over-vein techniques of laser hemotherapy in complex treatment for patients with ischemic stroke in acute phase of the disease on the base of clinical and hemorheologic parameters.

Material and methods. The dynamics of clinical and hemorheologic parameters in 100 patients with diagnosed hemisphere ischemic stroke, aged 50–75 years with neurologic deficiency of light and moderate severity on the background of low intensity laser blood irradiation was investigated, so as in the control group which was given the imitation of quantum therapy. Two standard over-vein techniques of laser hemotherapy (in red diapason of wave length in permanent regime and in infra-red diapason in impulse regime) were used.

Results. In patients with ischemic stroke the supplementary impact on blood of low intensity laser irradiation in infra-red spectrum and impulse regime (group 2) inhibited the processes of pathologic transformation of erythrocytes (in comparison with control group) and in red diapason and permanent regime (group 1) not only inhibited but significantly decreased the manifestation of irreversible transformation of red blood cells ($p < 0.05$) and was conducive to their deformability increase (rigidity index decrease, $p < 0.02$). Both the decrease of erythrocyte aggregation activity in the form of the diminishment of aggregate average size ($p < 0.05$) and aggregation index with proportional rise of non-aggregated cells percentage ($p < 0.01$) were marked but the trustworthy improvement of erythrocytes architectonics in the first group was not revealed. In the control group besides the deterioration of erythrocytes architectonics parameters in the form of the diminishment of their reversible transformation the alterations of the examined cellular hemorheology indices were not statistically significant.

Conclusions. Low intensity laser blood irradiation exerted normalized influence on microhemorheologic parameters and the examined techniques of laser hemotherapy had some differences in favorable impact on erythrocyte rheologic properties.

Key words: ischemic stroke, laser hemotherapy, hemorheologic parameters.