

**Главный редактор**

**Лысов Н. А.** – доктор медицинских наук, профессор, ректор НОУ ВПО Самарского медицинского института «РЕАВИЗ»

**Зам. главного редактора,  
ответственный за выпуск**

**Супильников А.А.** – кандидат медицинских наук, доцент, проректор по науке НОУ ВПО Самарского медицинского института «РЕАВИЗ»

**Редакционный совет**

**Бушов Ю.В.** доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой физиологии человека и животных Томского государственного университета

**Варгузина В.И.** доктор медицинских наук, профессор кафедры хирургических болезней НОУ ВПО «Самарский медицинский институт «РЕАВИЗ»

**Гайворонский И.В.** доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой нормальной анатомии ФГБОУ ВПО Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова МО РФ

**Гарипов Т.В.** доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии и фармакологии ГОУ ВПО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана»

**Гелашвили П.А.** доктор медицинских наук, профессор кафедры морфологии и патологии НОУ ВПО «Самарский медицинский институт «РЕАВИЗ»

**Гондарева Л.Н.** доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой физиологии труда и спорта ГОУ ВПО «Ульяновский государственный университет»

**Горячев В.В.** доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой акушерства и гинекологии НОУ ВПО «Самарский медицинский институт «РЕАВИЗ»

**Громов М.С.** доктор медицинских наук, профессор, генерал-майор медицинской службы, ректор Саратовского филиала НОУ ВПО «Самарский медицинский институт «РЕАВИЗ»

**Зайцев В.В.** доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, декан факультета биотехнологии и ветеринарной медицины ГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

**Зарубина Е.Г.** доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой медико-биологических дисциплин НОУ ВПО «Самарский медицинский институт «РЕАВИЗ»

## Содержание

### Физиология

*Гондарева Л.Н.*

Нейродинамический подход к механизмам регуляции сердечного ритма при долговременной адаптации к различным видам профессиональной деятельности ..... 6

*Хайруллин Д.Д.*

Остаточное количество нитритов в органах и тканях белых крыс ..... 12

*Зайцев В.В., Тарабрин В.В., Войщева Е.А.*

Многофакторный анализ оценки влияния биологически активной добавки на основе спирулины на гематологические показатели крыс ..... 17

*Овсянников А.П., Гарипов Т.В., Сунагагуллин Ф.А.*

Стресс-чувствительность и влияние ДЧРЗВ на системы размножения свиноматок и их продуктивность ..... 22

### Клиническая медицина

*Зарубина Е.Г., Карпечкина Ю.Л., Прохоренко И.О.*

Влияние метаболического синдрома на скорость формирования ИБС у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких ..... 27

*Антипов Е.В., Москвин С.В., Зарубина Е.Г.*

Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения и лазерофореза гелей с гиалуроновой кислотой на микроциркуляцию кожи лица женщин старших возрастных групп ..... 34

**Марков И.И.** доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры клинической медицины последипломного образования НОУ ВПО «Самарский медицинский институт «РЕАВИЗ»

**Мизина П.Г.** доктор фармацевтических наук, профессор, начальник научно-организационного отдела при ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений (ГНУ ВИЛАР Россельхозакадемии)

**Пименов Ю.С.** доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой внутренних болезней НОУ ВПО «Самарский медицинский институт «РЕАВИЗ»

**Поляруш Н.Ф.** доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой клинической медицины последипломного образования НОУ ВПО «Самарский медицинский институт «РЕАВИЗ»

**Попов В.С.** доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры реабилитологии и сестринского дела НОУ ВПО «Самарский медицинский институт «РЕАВИЗ»

**Свистушкин В.М.** доктор медицинских наук, профессор, главный оториноларинголог Московской области

**Суворов Н. Б.** доктор биологических наук, профессор, руководитель лаборатории нейроэкологии НИИ экспериментальной медицины РАМН, профессор кафедры биотехнических систем СПб электротехнического университета «ЛЭТИ», действительный член РАМТН, член Президиума СЗО РАМТН

**Суздальцева Т.В.** доктор медицинских наук, профессор, главный врач Лечебно-диагностического центра иммунологии и аллергологии,

**Тарасова Н.В.** доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой клинической медицины НОУ ВПО «Самарский медицинский институт «РЕАВИЗ»

**Хайрулин Р.М.** доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии ГОУ ВПО «Ульяновский государственный университет»

**Шаплыгин Л.В.** доктор медицинских наук, профессор, главный врач Самарского областного клинического онкологического диспансера

**Шулутко Б.И.** доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, президент Санкт-Петербургского медико-социального института, заведующий кафедрой внутренних болезней

*Адрес редакции:*

443001, г. Самара, ул. Чапаевская, 227  
Тел./ факс (846) 333-54-51. [http:// www. reaviz.ru](http://www.reaviz.ru)  
E-mail: [vestnik\\_reaviz@rambler.ru](mailto:vestnik_reaviz@rambler.ru)

*Свидетельство о регистрации*

ПИ № ФС77-45784 от 13 июля 2011 г.

Подписано в печать 29.02.2011. Формат 60×90 1/8.

Гарнитура «Таймс», «Ариал».

Бумага офсетная. Печать оперативная.

Усл. печ. л. 7,3. Тираж 1000 экз. Заказ № 0627.

Отпечатано в типографии: ООО «АЗИМУТ»,

г. Самара, ул. Карьерная д.24

© СМИ «РЕАВИЗ», 2011

*Горис А.П., Зарубина Е.Г., Москвин С.В.*

Изучение деформируемости мембран эритроцитов методом «лазерный пинцет» у пациентов различных возрастных групп с гипоксиями и лихорадкой .....42

## **Акушерство и гинекология**

*Лазарева Н.В., Минаев Ю.Л.*

Интегрированный расчет предикторов осложнений беременности и мониторинг акушерской ситуации .....48

**Авторы статей** .....55

УДК 616.24-008.4+616.12-008

© 2011 Е.В. Антипов, С.В. Москвин, Е.Г. Зарубина

## **ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ЛАЗЕРОФЕРЕЗА ГЕЛЕЙ С ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТОЙ НА МИКРОЦИРКУЛЯЦИЮ КОЖИ ЛИЦА ЖЕНЩИН СТАРШИХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП**

В медицине и косметологии известна методика лазерофореза биологически активных веществ. Сочетанное применение низкоинтенсивного лазерного излучения и гиалуроновой кислоты позволяет предположить синергизм и высокую эффективность их совместного действия на кожу. Для оценки качества такого воздействия может использоваться диагностика общего функционального состояния микроциркуляторного русла, выявление адаптационных резервов системы микроциркуляции методом лазерной доплеровской флоуметрии. Метод лазерофореза гиалуроновой кислоты может эффективно применяться в косметологической практике для восстановления нормальной регуляции физиологических процессов в коже лица у пациентов разных возрастных групп. В первую очередь это касается микроциркуляции и трофики различных тканей.

*Ключевые слова:* низкоинтенсивное лазерное излучение, лазерофорез, гиалуроновая кислота, показатель микроциркуляции, сатурация кислорода, лазерная доплеровская флоуметрия.

**Введение.** В настоящее время разрабатываются все более эффективные и безопасные технологии, с помощью которых можно устранить морщины, повысить упругость кожи, улучшить ее цвет и др. [1, 2]. К наиболее перспективным и современным методикам относится воздействие низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ), а также лазерофорез гиалуроновой кислоты (ГК) [3-7].

Новые экспериментально-клинические данные свидетельствуют о высокой терапевтической эффективности, неинвазивности, безболезненности, отсутствии осложнений и побочных эффектов, длительном и устойчивом эффекте от применения НИЛИ [3].

Сочетанное применение НИЛИ и ГК позволяет предположить синергизм и высокую эффективность их совместного действия на кожу.

Для оценки качества такого воздействия может использоваться диагностика микроциркуляции методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ). Данный метод исследования, дополненный различными функциональными пробами, позволяет получить характеристики, отражающие факт системного и органного нарушения микроциркуляции кожи в процессе старения [8].

Основной проблемой применения лазерной терапии, и лазерофореза в частности, является отсутствие объективных и статистически достоверных улучшений в состоянии испытуемого. К другим проблемам относятся неоднозначная воспроизводимость результатов, что связано с различной чувствительностью к воздействию у разных людей, а также определенная вероятность передозировки, когда лечебный эффект сменяется неблагоприятным действием. К одной из основных причин, затрудняющих более широкое использование лазерной терапии относится отсутствие объективных методов контроля за результатами воздействия, которые бы позволили обосновать оптимальные режимы методики в каждом конкретном случае [9].

Изменения в микроциркуляции и оксигенации крови достоверно и легко измеряются и являются подтвержденной реакцией организма на НИЛИ и другие факторы. Наблюдается феномен комплексного и универсального действия лазерофореза, который не может быть объясним на квантово-молекулярном уровне без учета принципов работы всех внутренних регуляторных механизмов живого организма. Через механизм наиболее понятного и реально регистрируемого на практике улучшения капиллярного кровообращения, активируется комплекс саногенных процессов [9].

**Цель исследования.** Оценка влияния низкоинтенсивного лазерного излучения и лазерофореза различных гелей на основе гиалуроновой кислоты на параметры микроциркуляции крови кожи лица женщин старших возрастных групп.

**Материал и методы исследования.** Нами было обследовано 60 женщин в возрасте от 20 до 55 лет. В контрольную группу были отнесены 20 практически здоровых молодых женщин в возрасте от 20 до 30 лет. Исследования проводились на основе добровольного информированного согласия больных в соответствии со всеми этическими требованиями, которые предъявляются к исследованиям с участием человека. Параметры микроциркуляции крови у молодых женщин были приняты нами за контрольные цифры, условно «норма». В первую опытную группу вошли 10 женщин в возрасте от 45 до 55 лет без выраженных патологий, которым проводилось воздействие НИЛИ. Во вторую опытную группу вошли 10 женщин в возрасте от 45 до 55 лет без выраженных патологий, которым проводился лазерофорез гелем № 1 на основе ГК по известной технологии ЛАЗМИК® (производитель – Россия) [5]. В третью опытную группу вошли 10 женщин в возрасте от 45 до 55 лет без выраженных патологий, которым проводился лазерофорез ГК, входящей в состав геля № 2 Hialurox (производитель – Испания). В четвертую опытную группу вошли 10 женщин в возрасте от 45 до 55 лет без выраженных патологий, которым проводился лазерофорез ГК, входящей в состав геля № 3 BYONIK-Hyaluronic Gel XOO (производитель – Германия).

Область кожи вокруг глаз и на лбу пациентов первой опытной группы смачивалась обычной дистиллированной водой. У пациентов второй опытной группы эта область кожи предварительно обезжиривалась, после чего наносился гель на основе ГК ЛАЗМИК<sup>□</sup>. Гель-основа с ГК «ЛАЗМИК<sup>®</sup>» является высокоэффективным средством ухода за кожей, обладающим гипоаллергенным действием. Его успешно применяют после косметических процедур с особо активным, травмирующим кожу воздействием: после химического пилинга, чистки, различных видов дермабразии и шлифовки, пластических операций. Гель может быть использован в качестве основы-субстанции для приготовления различных косметических средств по собственным рецептурам в условиях салона красоты. Он специально адаптирован для большинства физических факторов, в частности, лазерофореза. Не содержит отдушки, усиливает эффект любого косметического средства, можно использовать в качестве массажного средства.

Основным компонентом геля является гиалуроновая кислота (1,5 % гиалуронат натрия), который оказывает благотворное влияние на общее состояние кожных покровов, стимулирует все обменные процессы, регулируя содержание воды в клетке и межклеточном пространстве, а также повышает эластичность и упругость соединительно-тканых структур, устраняет отек и эритему, способствует более глубокому проникновению других активных компонентов [5].

Характеристика гелей, используемых в исследовании, представлена в таблице 1.

## Гели для исследования

| № п/п                | № 1      | № 2      | № 3                       |
|----------------------|----------|----------|---------------------------|
| Наименование         | ЛАЗМИК   | Hialurox | BYONIK-Hyaluronic Gel XOO |
| Длина волны, нм      | 780-785  | 780-785  | 780-785                   |
| Содержание ГК, %     | 1,5      | 1,5      | 1,5                       |
| Размеры молекулы, нм | 250-1000 | 250      | 250                       |

Наружное безинъекционное введение ГК в кожу осуществлялось воздействием НИЛИ с помощью аппарата лазерной и лазерно-вакуумной терапии «ЛАЗМИК®».

Базовый комплект для косметологии включал: аппарат лазерной и лазерно-вакуумной терапии «ЛАЗМИК» (базовый блок) (блок питания и управления); одну излучающую головку с косметологической насадкой для методики лазерной гиалуронопластики (излучающая головка КЛЮ-780-90, длина волны 780-785 нм, непрерывный режим, средняя мощность 40-50 мВт). Дополнительный комплект для технологии лазерофореза «ЛАЗМИК®» включал также специальный аппаратный гель с ГК против морщин «ЛАЗМИК®», специальные очки «ЛАЗМИК®» для защиты глаз от лазерного излучения.

К основным особенностям аппарата относились: наличие дополнительного вакуумного канала, который позволял значительно расширить эффективность и возможности лазерной терапии за счет применения методики лазерно-вакуумного массажа, что имеет значительное преимущество в косметологической практике; аппарат совместим с другими аппаратами лазерными терапевтическими серии «Матрикс», вместе с ним могут использоваться все излучающие головки от этих аппаратов. Облучению подвергалась область вокруг глаз и на лбу. Общее время всей процедуры не превышало 10 минут. Каждый пациент проходил курс из 10 процедур лазерофореза. Процедуру лазерофореза проводили по следующей методике [5]: сначала очищали кожу лица средством для снятия макияжа, затем наносили ГК, надевали защитные очки «ЛАЗМИК®» для защиты глаз от лазерного излучения. Далее ставили на кожу излучающую головку таким образом (предварительно накрутив специальную косметологическую насадку), чтобы излучающая головка была поставлена насадкой на кожу перпендикулярно поверхности. Включив аппарат, массирующими движениями перемещали головку по всей сканируемой области вокруг глаз и на лбу несколько раз. На одной зоне производили прохождение головки прибора 0,5-1 мин так, чтобы общее время всей процедуры не превышало 10 минут.

Для оценки эффективности биологического воздействия НИЛИ и лазерофореза на микроциркуляцию крови кожи лица у пациентов проводились измерения на комплексе многофункциональном диагностическом «ЛАКК-М» (производитель – Россия, ООО Научно-производственное предприятие «ЛАЗМА») [8].

Измерения осуществлялись у пациентов в одно и то же время в первой половине дня при комнатной температуре  $23 \pm 3^\circ\text{C}$  в положения сидя после 30-минутного отдыха до НИЛИ (или лазерофореза в других группах), а также после первой, пятой и десятой процедур воздействия.

Методом ЛДФ определялся показатель микроциркуляции (ПМ) в соответствии со следующим выражением:

$$\text{ПМ} = K \times N_{\text{эп}} \times V_{\text{ср}}$$

где  $K$  — коэффициент пропорциональности,  $N_{\text{эп}}$  — число эритроцитов в объеме зондирования ткани,  $V_{\text{ср}}$  — средняя скорость движения эритроцитов.

То есть ПМ представляет собой динамическую характеристику микроциркуляции крови — изменение потока крови (перфузии ткани кровью) в единицу времени в зондируемом объеме. Он пропорционален количеству эритроцитов и средней скорости движения эритроцитов в зондируемом объеме.

Определение сатурации смешанной крови в микроциркуляторном русле методом оптической тканевой оксиметрии (ОТО) определялось в соответствии со следующей формулой:

$$SO_2 = D_{O_2\text{Hb}} / (D_{O_2\text{Hb}} + D_{\text{HHb}})$$

где:  $D_{O_2\text{Hb}}$  и  $D_{\text{HHb}}$  — доли света, поглощаемые оксигенированной и дезоксигенированной фракцией гемоглобина соответственно [7].

**Результаты исследования и их обсуждение.** В результате проведенных исследований было установлено, что в среднем у женщин старших возрастных групп ПМ снижен на 18%, 31%, 17% и 15% у пациентов первой, второй, третьей и четвертой групп соответственно по сравнению с ПМ женщин контрольной группы (табл. 2).

Таблица 2

Показатель микроциркуляции, пф. ед.

|                      | Контроль<br>(молодые женщины),<br>n=20 | Воздействие<br>НИЛИ, n=10 | Лазерофорез<br>(гель № 1), n=10 | Лазерофорез<br>(гель № 2),<br>n=10 | Лазерофорез<br>(гель № 3),<br>n=10 |
|----------------------|--|---------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| До воздействия       | 8,72±0,90                              | 7,09±0,52                 | 6,02±0,77                       | 7,20±0,98                          | 7,42±0,17                          |
| После 1-й процедуры  |  | 7,07±0,28                 | 5,63±0,35                       | 8,20±0,08                          | 7,87±0,74                          |
| После 5-й процедуры  |  | 7,83±0,91                 | 6,23±1,06                       | 9,26±0,52                          | 8,92±1,01                          |
| После 10-й процедуры |  | 8,09±0,22                 | 9,86±0,65                       | 9,79±0,95                          | 8,92±0,81                          |

\*  $p \leq 0,05$  по отношению к контролю

\*\*  $p \leq 0,05$  по отношению к измерениям до НИЛИ

\*\*\*  $p \leq 0,05$  по отношению к измерениям до лазерофореза

Снижение ПМ у женщин старших возрастных групп по сравнению с молодыми связано с процессами старения и увядания кожи, в основе патогенеза которых лежат однотипные патофизиологические механизмы, обусловленные расстройствами микроциркуляции кожи. Они проявляются в виде вазоконстрикции артериол и капилляров, которая приводит к ишемии и венозно-лимфатическому застою в структурах тканей. Известно, что, как и все ткани человеческого организма, капиллярная сеть со временем стареет, и это является одной из причин возрастных изменений кожи. Кроме того, изменения в кровеносной системе кожи происходят и вследствие системных хронических заболеваний, и это также приводит к нарушениям трофики кожи. Нарушение микроциркуляции при старении является обязатель-

ным компонентом развития большинства воспалительных, дистрофических и инволюционных процессов, вызывая нарушения функций и структуры клеток. Изменяется локальный кровоток в органах и тканях, ухудшается их трансапикалярный обмен и кислородное снабжение. Известно, что деформирующие процессы в капиллярах совпадают с процессами старения кожи человека и начинаются в 40-45 лет. Капилляропатия увядающей кожи обусловлена изменениями в капиллярах, особенно – в климактерическом периоде, которые включают в себя атрофию эндотелия, снижение его проницаемости, ухудшение иннервации. Одним из ранних признаков нарушений микроциркуляции кожи являются локальный спазм приносящих артериоларных сосудов, застойные явления в посткапиллярно-венулярных сосудах и снижение интенсивности кровотока в нутритивном звене капиллярного русла [10-16].

После воздействия НИЛИ у женщин старших возрастных групп показатель микроциркуляции повысился в среднем на 12% по сравнению с показателем до воздействия, что подтверждает эффективность влияния НИЛИ на процесс местного кровообращения и скорости кровотока в коже. Однако ПМ не превысил контрольных значений (табл. 2). Полученные данные свидетельствуют и убедительно доказывают стимуляцию микроциркуляции ткани в результате воздействия НИЛИ. Активизация микроциркуляции крови, повышение уровня трофического обеспечения тканей и стимуляция репаративных процессов — всего лишь часть того комплекса адаптационных и компенсационных реакций, которыми представлены многообразные вторичные эффекты от воздействия НИЛИ, которые возникают в результате реализации первичных эффектов в тканях, органах и целостном живом организме [17]. Известно, что под воздействием НИЛИ повышается внутриклеточная концентрация ионов  $Ca^{2+}$  в цитозоле, которые распространяются в виде волн повышенной концентрации и вызывают физиологические кальцийзависимые реакции [8]. Увеличение содержания внутриклеточного  $Ca^{2+}$  в цитозоле стимулирует синтез NO эндотелием, вследствие чего происходит эндотелий-зависимая вазодилатация сосудов и увеличение перфузии.

После лазерофореза ГК, входящей в состав геля №1, у женщин старших возрастных групп ПМ повысился в среднем на 39% по сравнению со значением до воздействия, что также подтверждает эффективность его влияния на микроциркуляцию. ПМ превысил контрольные значения в среднем на 12% (табл. 2). То есть, под влиянием лазерофореза микроциркуляция у женщин старших возрастных групп начинает соответствовать показателям молодых женщин.

После лазерофореза ГК, входящей в состав гелей №2 и №3, у женщин старших возрастных групп ПМ повысился в среднем на 26,5% и на 17% соответственно по сравнению со значением этого показателя до лазерофореза. Показатель микроциркуляции превысил контрольные значения в среднем на 11% в случае применения геля №2 (табл. 2). Результаты исследования показывают, что у всех гелей имеет место положительная динамика, но если для гелей №2 и №3 наблюдается постепенный рост ПМ, который приближается к норме уже на 5-й процедуре, то для геля №1 этот процесс имеет место только к 10-й процедуре и даже в большей степени. Возможно, это связано с исходно наименее благоприятными исходными условиями для этой группы.

Было установлено, что сатурация артериальной крови у молодых женщин и женщин старших возрастных групп была одинаковой и составляла в среднем 98%. В то же время сатурация смешанной крови у женщин опытных групп была ниже на 23%, 13%, 18% и 15% соответственно в каждой опытной группе по сравнению с контролем (табл. 3).

## Сатурация кислорода смешанной крови, %

|                         | Контроль<br>(молодые<br>женщины), n=20 | Воздействие<br>НИЛИ, n=10 | Лазерофорез<br>(гель № 1), n=10 | Лазерофорез<br>(гель № 2),<br>n=10 | Лазерофорез<br>(гель № 3),<br>n=10 |
|-------------------------|--|---------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| До воздейст-<br>вия     | 80,47±1,66                             | 61,68±2,71                | 69,53±1,47                      | 66,22±1,61                         | 68,44±1,08                         |
| После 1-й<br>процедуры  |  | 67,69±1,97                | 73,43±1,05                      | 69,01±1,39                         | 67,90±1,01                         |
| После 5-й<br>процедуры  |  | 74,52±1,26                | 75,55±1,63                      | 75,10±1,69                         | 72,88±1,62                         |
| После 10-й<br>процедуры |  | 73,83±1,18                | 75,47±1,67                      | 76,21±1,30                         | 73,99±1,98                         |

\*  $p \leq 0,05$  по отношению к контролю

\*\*  $p \leq 0,05$  по отношению к измерениям до НИЛИ

\*\*\*  $p \leq 0,05$  по отношению к измерениям до лазерофореза

Сниженные показатели сатурации крови у женщин старших возрастных групп могут быть объяснены двумя причинами: либо ткань забирает больше кислорода, либо кислорода мало притекает в ткани. То есть из-за нарушения притока крови (в результате его усиления при артериальной гиперемии или ослабления притока при артериальной ишемии), либо из-за нарушения оттока, сопровождающегося венозным застоем [16]. Известно, что в коже, как и в скелетных мышцах, преобладает сетевой тип строения микроциркуляторного русла, но с обилием анастомозов. Они регулируют кровоток и сосудистое давление, перераспределяя кровенаполнение ткани, участвуют в мобилизации депонированной крови и процессах терморегуляции [8]. Так как с возрастом происходит снижение всех обменных процессов в коже, то выявленное снижение сатурации смешанной крови, вероятно, объясняется тем, что кислорода мало притекает в ткани из-за того, что артериальная кровь, богатая кислородом, сбрасывается из артериол в венулы через многочисленные шунты, минуя капилляры. В результате в коже будет наблюдаться недостаток кислорода, и в ней будет протекать анаэробный гликолиз. В конечном счете, ткань будет претерпевать метаболический ацидоз и будет подвержена гипоксии, что и происходит в коже пожилых людей.

После воздействия НИЛИ у женщин старших возрастных групп выявлено в среднем увеличение сатурации смешанной крови (на 16%) по сравнению со значениями до воздействия. После 10 процедур лазерофореза ГК геля №1 у женщин старших возрастных групп также выявлено увеличение сатурации смешанной крови (в среднем на 10%) по сравнению со значениями до воздействия.

После лазерофореза ГК гелей №2 и №3 у женщин старших возрастных групп выявлено увеличение показателя сатурации на 13% и 8% соответственно по сравнению со значениями до воздействия.

Это может быть объяснено увеличением объема циркулирующей крови, который является одной из составляющих комплексного показателя микроциркуляции крови. Таким образом, в месте воздействия НИЛИ в коже лица происходит насыщение кислородом крови, что положительно влияет на трофику и окислительный метаболизм в ткани. Воздействие НИЛИ



на поверхностные биоткани человека (кожа, подкожная жировая клетчатка, мышцы, жировые скопления) приводит к увеличению напряжения кислорода в тканях и его утилизации клетками, усилению местного кровообращения [17].

Если сравнить воздействие одного только НИЛИ с влиянием лазерофореза по этим показателям, то можно видеть значительно больший эффект от воздействия лазерофореза, в чем прослеживается выраженный синергизм действия лазерофореза. Известно, что под влиянием лазерофореза даже высокомолекулярная ГК, которая используется в технологии ЛАЗМИК® (250-1000 кДа), способна проникать в кожу не только через устье желез и волосяных фолликулов, но и путем трансцитоза (пиноцитоза), а под воздействием НИЛИ эти процессы активизируются. Так как доказана роль внеклеточного матрикса в ангиогенезе тканей [19], а ГК является одним из важных составляющих межклеточного матрикса кожи, то бесспорна ее роль в ангиогенезе микроциркуляторного русла кожи. Лазерофорез максимально физиологично восстанавливает и стимулирует ткани, подвергшиеся повреждающему воздействию вредных факторов и старению [5]. Все это способствует улучшению трофики тканей, насыщению кожи кислородом, улучшению микроциркуляции кожи после применения лазерофореза, что и было выявлено в проведенных исследованиях.

### **Выводы**

1. Проведена сравнительная оценка состояния микроциркуляции кожи лица у молодых женщин и женщин старших возрастных групп с помощью методов лазерной доплеровской флоуметрии и оптической тканевой оксиметрии.

2. Показана эффективность биологического воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения на микроциркуляцию кожи лица у женщин старших возрастных групп.

3. Показана эффективность биологического воздействия лазерофореза на микроциркуляцию кожи лица у женщин старших возрастных групп. Полученные данные доказывают более высокую эффективность сочетанного воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения и гиалуроновой кислоты на кожу по сравнению с одним только воздействием НИЛИ.

4. Проведена сравнительная оценка эффективности биологического воздействия лазерофореза различных гелей на микроциркуляцию кожи лица у женщин старших возрастных групп. Полученные данные свидетельствуют о более высокой эффективности применения гелей №1 по сравнению с использованием гелей №2 и №3. То есть, лазерофорез препаратами гиалуроновой кислоты с более высокой молекулярной массой (от 250 до 1000 кДа) более эффективен, чем лазерофорез с гиалуроновой кислотой меньшей молекулярной массы (250 кДа).

5. Показано, что нормализация показателей микроциркуляции после лазерофореза гиалуроновой кислоты по технологии ЛАЗМИК® происходит после 5-10 процедуры. Показана нормализация физиологических (трофических, пластических и метаболических) процессов в коже, а не только, безусловно имеющийся, биофизический процесс связывания гиалуроновой кислотой воды. Это безусловное преимущество данной технологии введения гиалуроновой кислоты по сравнению с инъекционным методом.

### **Практические рекомендации**

1. Методика лазерофореза ГК технологии ЛАЗМИК® может эффективно применяться в косметологической практике врачами-косметологами и дерматологами в различных лечебно-

профилактических учреждениях для восстановления нормальной регуляции физиологических процессов в коже лица у пациентов разных возрастных групп. Для достижения более устойчивого эффекта, сохраняющегося длительное время (до 6 месяцев) показано проводить не менее 10 процедур лазерофореза, а также проводить регулярный (ежемесячный) уход. Процедуры (на курс 7-10) рекомендуется проводить 2-3 раза в неделю [5, 18].

2. Целесообразно использовать метод ЛДФ для динамического контроля воздействия НИЛИ и лазерофореза на кожу при проведении косметологических процедур.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марголина А.А., Эрнандес Е.И. Новая косметология. Т. 1. М.: ООО «Фирма КЛАВЕЛЬ», 2005. 424 с.
2. Руководство по дерматокосметологии / Под ред. Е.Р. Аравийской и Е.В. Соколовского. СПб.: ООО «Издательство Фолиант», 2008. 632 с.
3. Москвин С.В. Системный анализ эффективности управления биологическими системами низкоинтенсивным лазерным излучением: автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Тула, 2008. 36 с.
4. Москвин С.В., Ачилов А.А. Основы лазерной терапии. М. – Тверь: «Издательство Триада», 2008. 256 с.
5. Москвин С.В., Гейниц А.В., Хазов М.Б., Федорищев И.А. Лазерофорез гиалуроновой кислоты и лазерные косметологические программы (технология ЛАЗМИК®). М. – Тверь: «Издательство Триада», 2010. 96 с.
6. Рязанова Е.А. Физические способы восстановительной медицины в дерматокосметологии: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Тула, 2007. 23 с.
7. Рязанова Е.А., Хадарцев А.А. Лазерофорез гиалуроновой кислоты в профилактике и восстановительной терапии нарушений функций кожи // Фундаментальные исследования. 2006. № 9. С. 110-111.
8. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови Руководство для врачей / Под ред. Крупаткина А.И., Сидорова В.В. М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005. 256 с.
9. Парахонский А.П. Проблемы и перспективы низкоинтенсивной лазерной терапии // Успехи современного естествознания. 2008. № 1. С. 58.
10. Ахтямов С.Н., Бутов Ю.С. Практическая дерматокосметология: учебное пособие. М.: Медицина, 2003. 400 с.
11. Частная физиотерапия: учебное пособие / Под ред. Г.Н. Пономаренко. М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005. 744 с.
12. Кузнецова Л.Б. Капиллярнопатии: причины, проявления, методы коррекции // Spa&Salon. 2007. №2. С.8-9.
13. Потекаев Н.Н., Ткаченко С.Б., Шугинина Е.А., Имаева Н.А. Особенности нарушения микроциркуляции при различных типах старения кожи // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2008. № 3. С. 107-110.
14. Калюжная Л.Д., Шармазан С.И., Моисеева Е.В., Бондаренко И.Н. Место гиалуроновой кислоты в проблеме старения кожи // Эстетична медицина. 2009. № 4 (10). С. 44-46.
15. Аль Сабунчи Т.В. Возраст и антивозрастная мезотерапия // Тезисы докладов X Международного конгресса по эстетической медицине имени Е. Лапутина. М., 2011.
16. Козлов В.И. Система микроциркуляции крови: клиничко-морфологические аспекты изучения // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2006. Т. 5. С. 84-101.
17. Москвин С.В., Буйлин В.А. Основы лазерной терапии. М. – Тверь: «Издательство Триада», 2006. 256 с.
18. Москвин С.В. Лазерофорез биологически активных веществ в косметологии: обоснование и практические разработки // Косметика и медицина. 2010. № 4. С. 52-59.
19. Банин В.В. Роль внеклеточного матрикса в регуляции ангиогенеза // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2006. Т. 5. С. 13-19.

УДК 616.24-008.4+616.12-008

© 2011 А.П. Горис, Е.Г. Зарубина, С.В. Москвин

## ИЗУЧЕНИЕ ДЕФОРМИРУЕМОСТИ МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ МЕТОДОМ «ЛАЗЕРНЫЙ ПИНЦЕТ» У ПАЦИЕНТОВ РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП С ГИПОКСИЯМИ И ЛИХОРАДКОЙ

Возрастные изменения деформируемости мембран эритроцитов на фоне сердечной и дыхательной недостаточности, лихорадки усугубляют расстройства кровоснабжения тканей и органов на микроциркуляторном уровне, что является важным фактором ухудшения прогноза заболевания, особенно у лиц, старше 50 лет.

*Ключевые слова:* деформируемость эритроцитов, эритроцитарная мембрана, гипоксия, лихорадка, микроциркуляция

**Введение.** При многих патологических состояниях эритроциты первыми реагируют нарушением деформируемости своей мембраны [1,2,5]. При увеличении температуры в эритроцитарных мембранах происходит нарушение их физико-химических свойств, количественное и качественное изменение мембранных липидов и белков [10], что в итоге сказывается на снижении пластичности эритроцитов и увеличении их агрегации, что, в свою очередь является ведущим звеном в расстройстве микроциркуляции.

С увеличением возраста пациентов деформируемость эритроцитарной мембраны снижается, что также приводит к изменению эффективности функционирования микроциркуляторного русла [7]. Вместе с тем, с возрастом отмечается рост соматической патологии, предъявляющей повышенные требования к системе микроциркуляции. К числу таких заболеваний относятся, прежде всего, хронические заболевания легочной и сердечно-сосудистой систем, протекающих с дыхательной и сердечной недостаточностью, основным проявлением которых является гипоксия - типовой патологический процесс, связанный с нарушением доставки кислорода тканям [1-4,8,11].

**Цель исследования:** Изучить изменения деформабильности эритроцитарных мембран у пациентов различных возрастных групп с гипоксиями различного генеза и лихорадкой.

**Материал и методы исследования.** Были обследованы практически здоровые люди (n=111), больные с хроническими обструктивными болезнями легких (ХОБЛ) и хронической сердечной недостаточностью (ХСН) (n=55) и больные с пневмониями (n=161) в возрасте от 20 до 59 лет.

Для изучения влияния гипоксии на деформируемость мембран эритроцитов пациенты с ХОБЛ и ХСН были разделены на основе возрастного критерия на 2 группы: I группа - пациенты в возрасте от 40 до 49 лет (n=30) и II группа – пациенты от 50 до 59 лет (n=25). При этом в первую и вторую группу были включены пациенты с одинаковой по тяжести патологией. В контрольную группу были включены практически здоровые люди, которые также были разделены на основе возрастного критерия на 2 группы: III группа - пациенты в возрасте от 40 до 49 лет (n=28) и IV группа – пациенты от 50 до 59 лет (n=23).

Для изучения деформируемости мембран эритроцитов у пациентов с лихорадкой было обследовано 8 групп пациентов, страдающих пневмониями средней степени тяжести (группы А, лихорадка до 38<sup>0</sup>С) и тяжелого течения (группы Б, лихорадка 40<sup>0</sup>С): IA (n=18) и IB груп-

пы ( $n=21$ ) в возрасте от 20 до 29 лет; IIА ( $n=19$ ) и IIБ группы ( $n=22$ ) в возрасте 30-39 лет; IIIА ( $n=18$ ) и IIIБ ( $n=19$ ) в возрасте 40-49 лет; IVА ( $n=21$ ) и IVБ группы ( $n=23$ ) в возрасте 50-59 лет. В контрольную группу были отнесены практически здоровые люди, которые были разделены на основе возрастного критерия на четыре группы: от 20-29 лет (I группа); от 30-39 лет (II группа); от 40-49 лет (III группа); от 50-59 лет (IV группа).

Цельную кровь получали путем пункции локтевой вены. В качестве антикоагулянта использовали ЭДТА. Эритроциты отделяли от плазмы центрифугированием (10 мин при 1500 об/мин). Рабочую суспензию эритроцитов получали с помощью трехкратной отмывки раствором низкой ионной силы Liss (производитель ООО «Гематолог») с режимом центрифугирования при 2700 об/мин в течение 8 минут.

Определение деформируемости эритроцитарной мембраны проводилось посредством методики лазерного пинцета путем измерения относительного удлинения эритроцитов под воздействием лазерного пучка с длиной волны излучения 1,08 мкм и максимальной выходной мощностью около 200 мВт. Выбранная длина волны позволяла попасть в полосу прозрачности эритроцитов и минимизировать негативное воздействие излучения на объект. Скорость перемещения пятна оптической ловушки составляла около 15-20 мкм/сек. Пучок от лазера проходил через коллиматор и направлялся в 100х объектив микроскопа МИН-8. Результаты экспериментов записывались на ПЗС камеру, подключенную к компьютеру. Размер эритроцита определялся по его теневому контуру. Первоначальные размеры эритроцитов составляли от 6,2 мкм до 8,1 мкм. Деформируемость мембран эритроцитов определялась при помощи программы контурного анализа клеток [6].

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета программ Statistica for Windows 6.0. Достоверность различий средних величин оценивали при уровне значимости  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования и их обсуждение.** При изучении деформируемости мембран эритроцитов методом лазерный пинцет были получены данные, которые позволяют говорить о том, что возраст пациентов играет большую роль в степени адаптации организма больных к условиям гипоксии. При статистически одинаковой степени гипоксии у пациентов I-ой группы в структуре эритроцитов отмечалось увеличение количества «жестких» клеток не более чем на 6,7% ( $p < 0,05$ ). При этом пики распределения эритроцитов по степени растяжимости их мембран сохранялись без изменения (45% и 95%) (рис.1).

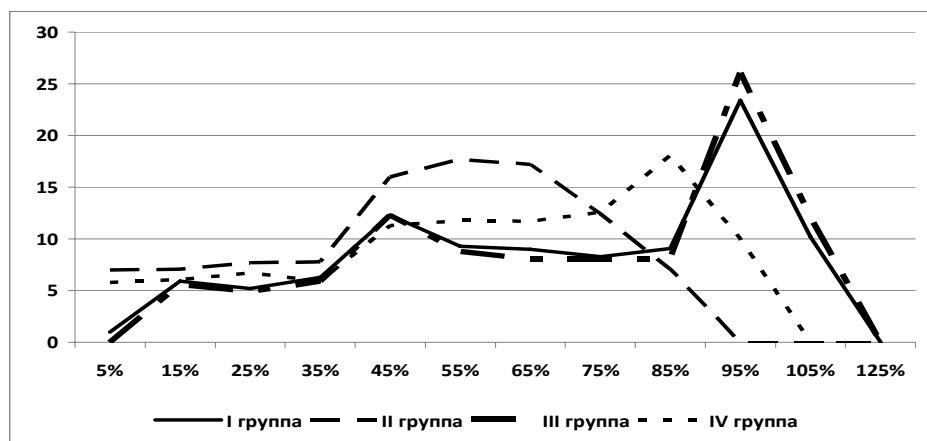


Рис. 1. Структура эритроцитов групп исследования в зависимости от степени растяжимости эритроцитарных мембран

У пациентов II-ой группы (50-59 лет), тот же уровень гипоксии вызвал более значительные нарушения в структуре субпопуляций эритроцитов - на 33% ( $p < 0,001$ ) (рис. 2). Так, если у здоровых пациентов из группы контроля большая часть эритроцитов могла деформироваться на 85% от исходного диаметра, то на фоне гипоксии наибольшее количество эритроцитов не давало прирост в диаметре более 55-65% от исходного ( $p < 0,001$ ).

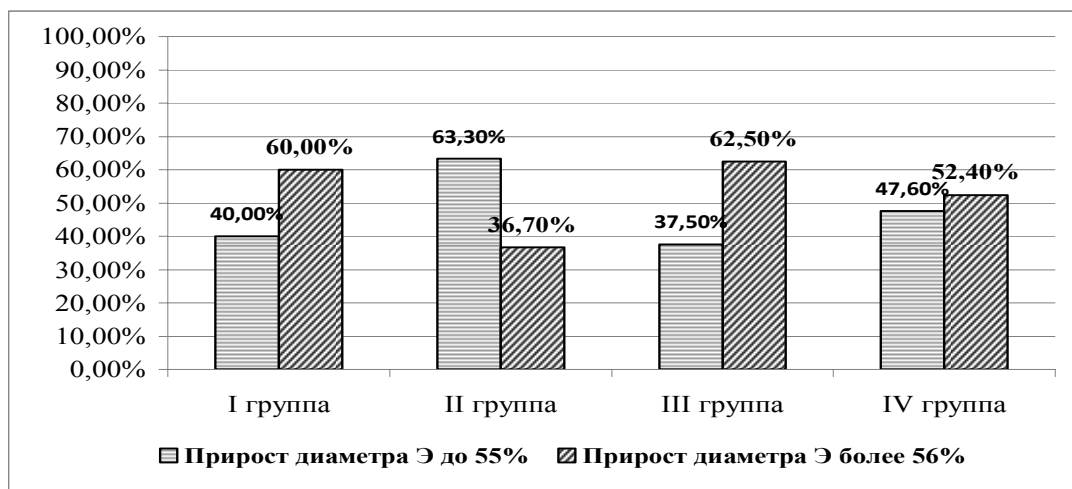


Рис.2. Соотношение различных по эластичности клеток крови у пациентов групп наблюдения

Таким образом, можно утверждать, что одинаковая по степени тяжести гипоксия у пациентов старших возрастных групп приводит к более выраженным нарушениям способности эритроцитов к деформации, что обусловлено возрастными изменениями в структуре их мембран: увеличение вязкости липидного бислоя за счет возрастания концентрации холестерина, увеличение содержания высокомолекулярных белков спектринов [12]. Выявленные изменения в реакции на гипоксию эритроцитов позволяют предположить, что данные механизмы являются значимыми при определении прогноза легочно-сердечной патологии у пациентов различных возрастных групп и могут быть одной из причин, обуславливающих более низкие сроки выживаемости пациентов с кардиопульмональной патологией в старших возрастных группах

При изучении деформируемости красных клеток крови у больных с лихорадкой было установлено, что у пациентов IA,Б групп повышение температуры тела практически не влияет на состояние мембран эритроцитов при 38<sup>0</sup>С, и очень незначительно (статистически не достоверно) повышается жесткость мембран красных клеток крови при лихорадке в 40<sup>0</sup>С (рис. 3). У пациентов 30-39 лет влияние лихорадки на деформируемость эритроцитов было более значительным (рис.4), чем у лиц более молодого возраста. Под влияние лихорадки деформируемость мембран эритроцитов ухудшалась в среднем на 11,8% ( $p < 0,05$ ) и 31,9% ( $p < 0,001$ ) соответственно по сравнению с показателями контрольной группы. У пациентов третьей группы влияние лихорадки на морфофункциональное состояние эритроцитов заключалось в значительном изменении их деформабильности уже при повышении температуры до 38<sup>0</sup>С (рис.5). При этом количество эритроцитов, способных деформироваться более чем на 55% от своего исходного диаметра уменьшалось на 16,8% и 23,5% соответственно по сравнению с показателями контрольной группы. Аналогичная динамика прослеживалась и у пациентов старшей возрастной группы, где отмечалась наибольшая выраженность морфофункциональных расстройств эритроцитов на фоне лихорадки (рис.6).

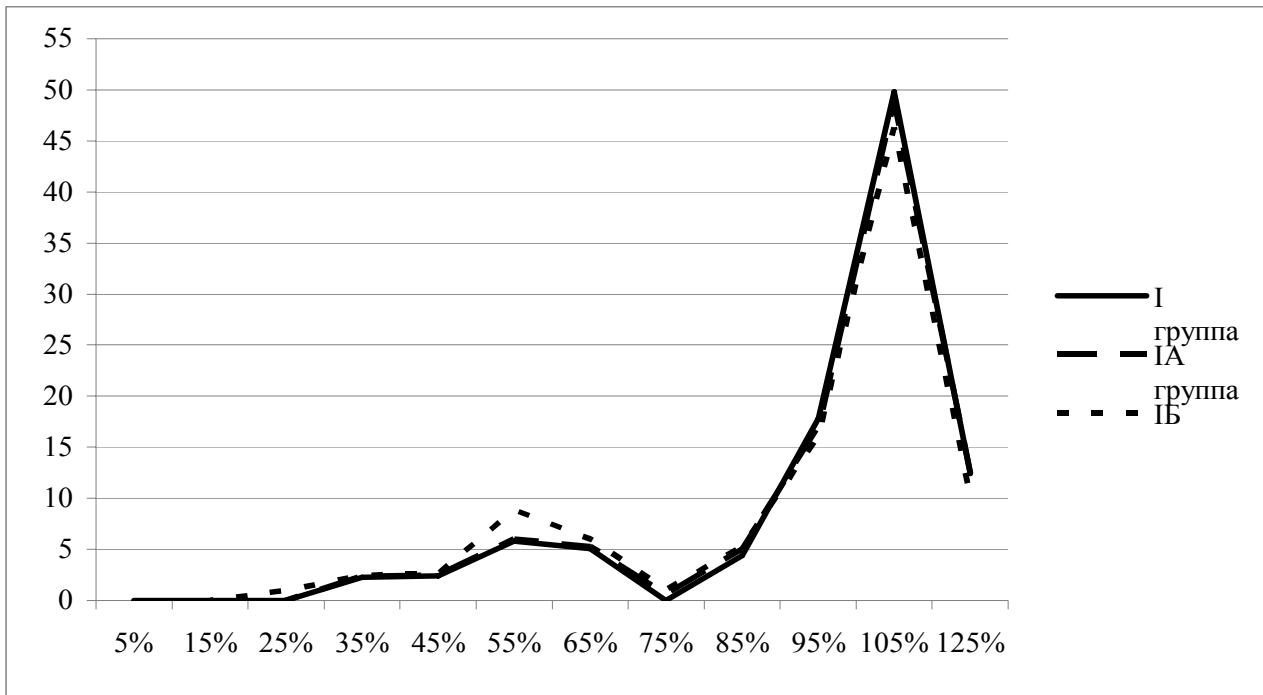


Рис.3. Графики распределения эритроцитов с различной эластичностью в зависимости от температуры у пациентов 20-29 лет

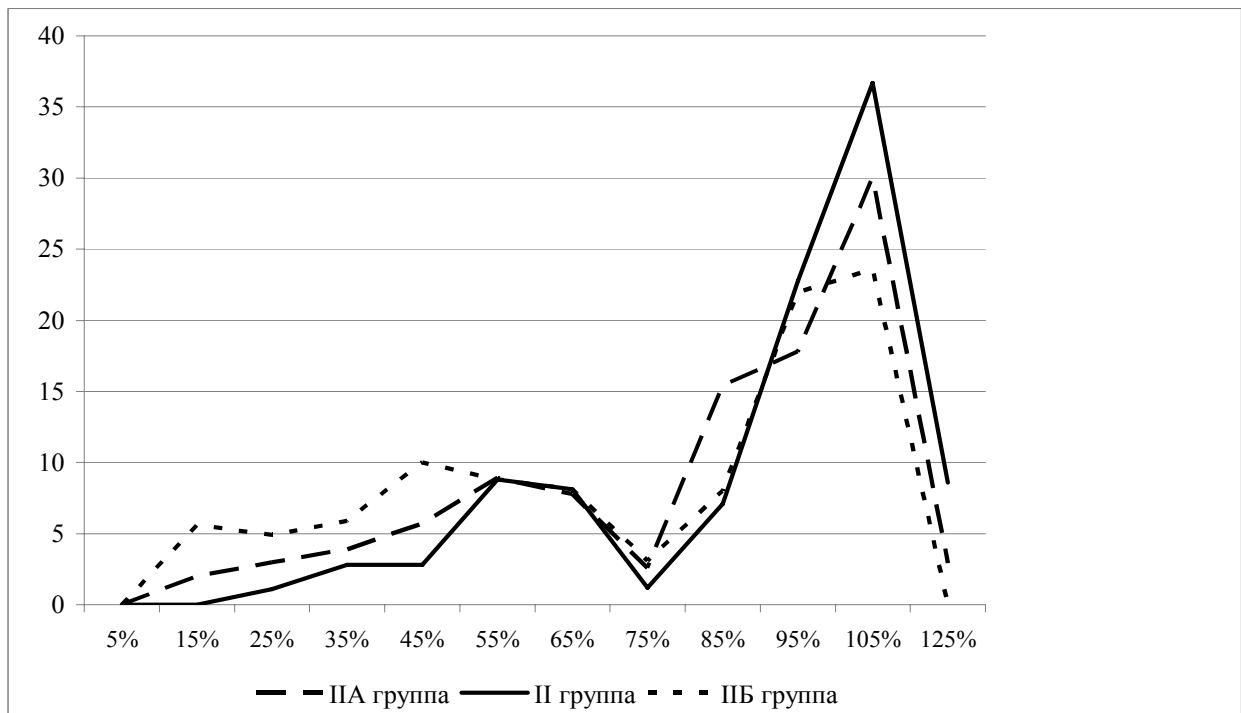


Рис. 4. Графики распределения эритроцитов с различной эластичностью в зависимости от температуры у пациентов 30-39 лет

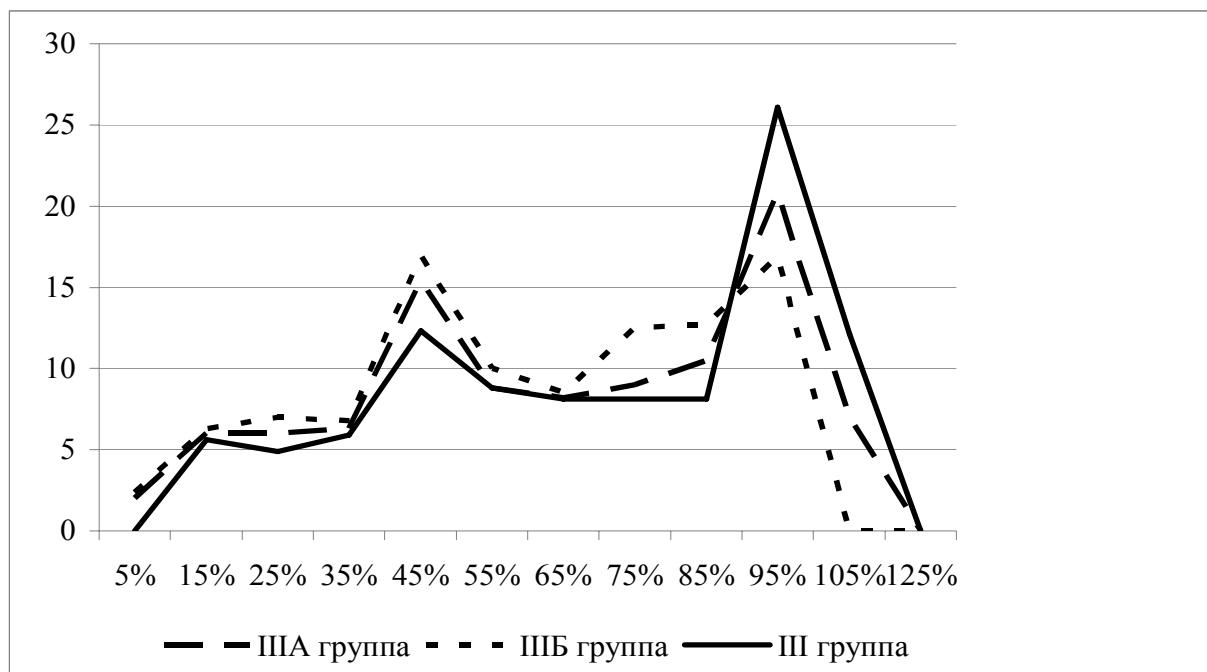


Рис. 5. Графики распределения эритроцитов с различной эластичностью в зависимости от температуры у пациентов 40-49 лет

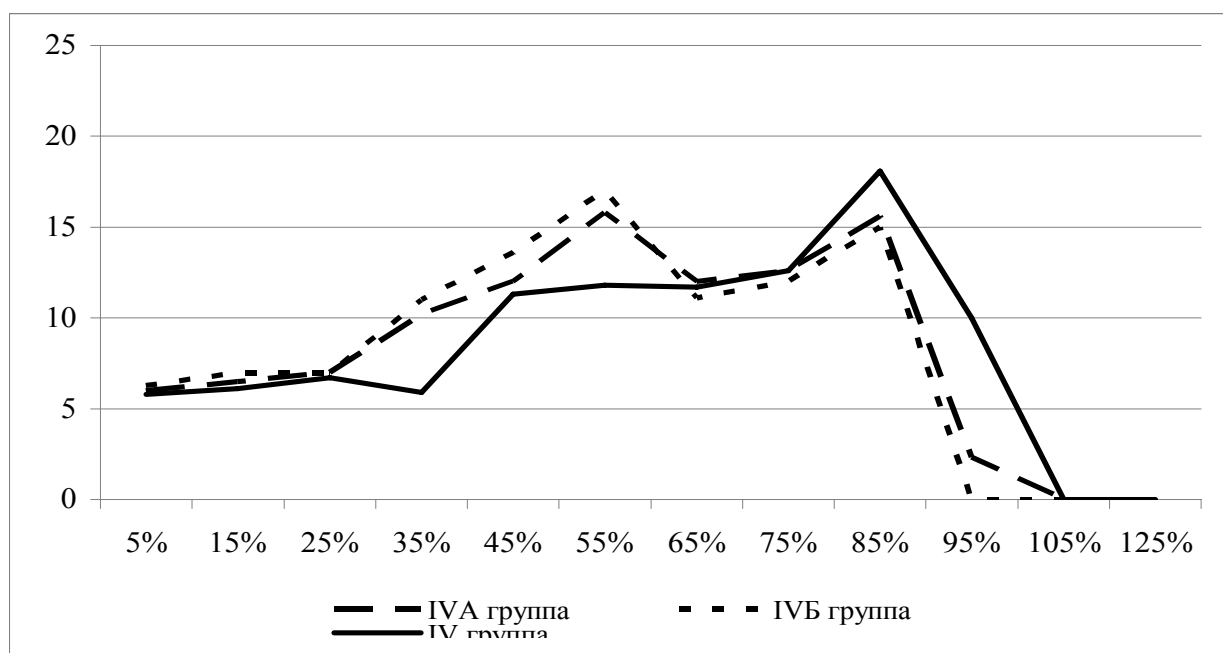


Рис. 6. Графики распределения эритроцитов с различной эластичностью в зависимости от температуры у пациентов 50-59 лет.

По сравнению с группой контроля деформируемость эритроцитов уменьшилась на 23,3% ( $p < 0,001$ ) и 37,5% ( $p < 0,001$ ) соответственно.

Таким образом, при лихорадках наблюдается уменьшение деформируемости эритроцитарных мембран [9], связанное с нарушением их физико-химических свойств, количественным и качественным изменением мембранных липидов и белков [10], что в итоге сказывается

ся на снижении пластичности эритроцитов и увеличении их агрегации, что в свою очередь является ведущим звеном в расстройстве микроциркуляции.

**Выводы.** Возрастные физиологические изменения морфофункционального состояния мембран эритроцитов и изменения деформабильности мембран на фоне соматической патологии (сердечная, дыхательная недостаточность, лихорадка) приводят к синдрому взаимного утяжеления, усугубляют расстройства кровоснабжения тканей и органов на микроциркуляторном уровне, что является важным фактором ухудшения прогноза заболевания, особенно у лиц, старше 50 лет.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байбеков И.М., Мавлян-Ходжиев Р.Ш., Эрстекис А.Г., Москвин С.В. Эритроциты в норме, патологии и при лазерных воздействиях. М. Тверь: «Издательство Триада», 2008. 256 с.
2. Ветчинникова О.Н., Плаксина Г.В., Горенков Р.В. Реологические и морфологические показатели крови в оценке тяжести течения и эффективности лечения бронхолегочных и сердечно-сосудистых заболеваний // Гематология и трансфузиология. 2002. № 5. С. 29-33
3. Ганелина И.Е., Денисенко А.Д., Катюхин Л.Н. Липиды плазмы крови и реологические свойства эритроцитов у больных со стабильной стенокардией // Кардиология. 2000. Т. 40. № 8. С. 62-63.
4. Зарубина Е.Г. Структурно-функциональные эритроцитарные нарушения у больных инфарктом миокарда и их коррекция: автореф. дисс. ... докт. мед. наук. Москва, 2002.
4. Зинчук В.В. Деформируемость эритроцитов: физиологические аспекты // Успехи физиол. наук. 2001. Т.32-№ 3. С.64-76.
5. Коробцов А.В., Котова С.П., Лосевский Н.Н., Майорова А.М., Кленов Р.О., Кленова Н.А. Применение лазерного пинцета для изучения механических свойств эритроцитов //Известия Самарского науч. центра РАН. 2009. Т.11. №3. С.76-81.
6. Муравьев А.В., Тихомирова И.А., Булаева С.В. и др. Изменение микрореологических свойств эритроцитов с возрастом: роль Са<sup>2+</sup>//Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2007. Т. 6. № 24. С. 60-63.
7. Новгородцева Т.П., Абакумов А.И., Сорокина Л.В. Методы многомерной статистики и диагностическое значение жирных кислот эритроцитов при сердечно-сосудистых заболеваниях // Клинич. лаб. диагностика. 2001. № 3. С. 8-12.
8. Садретдинов Р.А., Галимзянов Х.М. Гемодинамические типы микроциркуляции у больных инфекционными лихорадками //Фундаментальные исследования. 2010. №7. С. 63-66.
9. Соколова И.А. Изменение реологических свойств крови при острых экспериментальных нарушениях мозгового кровообращения и их коррекции /И.А. Соколова, А.А. Шахназаров и др.// Гемореология в микро- и макроциркуляции: Мат.международн.конф. Ярославль, 2005. 38 с.
10. Caimi G., Hoffmann E., Montana M. Haemorheological pattern in young adults with acute myocardial infarction // Clin. Hemorheol. Micricirc. 2003. Vol. 29, N 1. P. 11-18.
11. Wiernsperger, N. Microcirculation and the metabolic syndrome / N. Wiernsperger [et al] // Microcirculation. — 2007. Vol. 14. № 4-5. P. 403-438.