

**В. К. Гринь, О. В. Синяченко\*, Ю. О. Синяченко, Ю. В. Мелеховец\*\***

*Государственное учреждение “Институт неотложной и восстановительной хирургии им. В. К. Гусака НАМН Украины”, 03680 Киев*  
*\*Донецкий национальный медицинский университет им. Максима Горького МЗ Украины, 84404, г. Красный Лиман*  
*\*\*Сумская клиника лазерной медицины, 40030, г. Сумы*

## **АДСОРБЦИОННО-РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ ПРИ ВАРИКОЗНОЙ БОЛЕЗНИ В ПРОЦЕССЕ ХИРУРГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ**

При варикозной болезни ног наблюдается повышение уровней липопротеинов низкой плотности, объемной вязкости, триглицеридов, фибриногена, тромбосана-А2, холестерина, поверхностной релаксации, аполипотеидов-В и поверхностного натяжения сыворотки крови на фоне уменьшения поверхностной вязкости, поверхностной упругости и модуля вязкоэластичности, что, соответственно, отмечается у 100 %, 96 %, 74 %, 73 %, 71 %, 65 %, 50 %, 44 %, 37 %, 52 %, 46 % и 49 % больных. Показатели адсорбционно-реологических свойств венозной крови коррелируют между собой, связаны с полом и возрастом пациентов, определяются усредненным диаметром сегментов ствола вены, длиной стрипинга и характером сопутствующей патологии, а такие параметры, как релаксация, межфазная активность и вязкоэластичность могут иметь прогностическое значение. При эндовенозной лазерной коагуляции интегральная динамика физико-химических показателей не зависит от параллельно выполненной кроссэктомии, а к первому месяцу после таких операций происходит нормализация параметров адсорбционно-реологических свойств крови. Маломощная лазерная абляция с излучением 10 Вт и менее через месяц после операции способствует уменьшению релаксационных свойств сыворотки венозной крови, а интегральные физико-химические параметры зависят от влияния энергии лазера на длину и площадь просвета стрипинга, причем прогностическое значение имеют исходные значения объемной вязкости и поверхностной упругости.

**Ключевые слова:** кровь, адсорбция, реология, варикоз, лечение.

Хроническая варикозная болезнь ног (ВБН) в настоящее время остается одной из наиболее актуальных медицинских проблем ангиохирургии, флебологии, дерматологии и других дисциплин [22, 29, 30], а заболевание наносит большой социально-экономический ущерб государствам [9], резко ухудшая качество жизни пациентов [17, 19]. Варикозно расширенные вены наблюдаются у 25 % женщин и 10 % мужчин [12].

По данным *S. Spiliopoulos* и сотр. [27], в контексте хирургического лечения ВБН в 28 % случаев

выполняется стандартная флэбэктомия (СФЭ), причем ее первичный успех составляет 77 %, в 4 % требуется повторная операция и в 5 % производится удаление перфоратора, а к осложнениям СФЭ относятся развитие келлоидных рубцов (5 % наблюдений), парестезий (3 %), инфицирования послеоперационной раны и гиперпигментации кожи (2 %). *М. М. Atasoy* [2] считает, что СФЭ при условии высокого профессионализма хирурга не потеряла своего значения и в настоящее время, а

Донецкий институт неотложной и восстановительной медицины им. В. К. Гусака НАМН Украины

В. К. Гринь — директор института, акад. НАМН Украины

Ю. О. Синяченко — аспирант

О. В. Синяченко — зав. кафедрой внутренней медицины № 1 Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького, чл.-корр. НАМН Украины (synyachenko@ukr.net)

Ю. В. Мелеховец — директор Сумской клиники лазерной медицины, врач-ангиохирург

© В. К. Гринь, О. В. Синяченко, Ю. О. Синяченко, Ю. В. Мелеховец, 2015.

оценка всех “за” и “против” при сравнительных сопоставлениях таких результатов лечения с эндовенозной лазерной коагуляцией (ЭВЛК) требует дальнейшего уточнения. ЭВЛК (внутрисосудистая лазерная абляция) сейчас является наиболее частым методом лечения ВБН, причем за 5 последних лет частота таких оперативных вмешательств возросла в 6 раз, а эффективность достигла 96 % [6], что позволило снизить затраты на лечение в 4 раза [28].

Патогенез ВБН изучен крайне недостаточно [24]. Варикоз сопровождается выраженными нарушениями реологических свойств крови [26], что в первую очередь обусловлено усиленной ее вязкостью [14], связанной с гиперфибриноген- и гипертромбоксанемией, определяющими тяжесть течения заболевания и прогноз в отношении развития флеботромбозов [10, 11]. Еще одним механизмом развития ВБН является разрушение интегринсвязанных сосудистых матричных белков, которые подвергаются протеолитической обработке, изменяя тем самым физико-химические адсорбционно-реологические свойства венозной крови (АРСК) [31].

Целью и задачами данной работы стала оценка АРСК при ВБН и динамика показателей в процессе разных методов хирургического лечения заболевания.

**Обследуемые и методы.** Под наблюдением находились 102 больных ВБН в возрасте от 31 до 64 лет: в возрасте 31-40 лет — 7 человек (7 % обследованных пациентов, 41-50 лет — 47 (46 %), 51-64 года — 48 (47 %). Среди этих больных было 13 % мужчин в возрасте ( $52,2 \pm 2,6$ ) лет и 87 % женщин в возрасте ( $51,5 \pm 0,8$ ) лет. Обследованные относились к клиническому классу C2-C5 по критериям классификации CEAP (*Clinical, Etiologicaal, Anatomical, Pathophysiological*). В 79 % случаев выполнена ЭВЛК, а в 21 % — СФЭ по Бэбкокку. ЭВЛК проведена с параллельной кроссэктомией (КЭ) в паховой области 33 % больных, которые включены в 1-ю (основную) группу обследованных, а остальные 67 % составили 2-ю (контрольную) группу. Показанием к КЭ служили приустьевое расширение и неровный ход ствола вены. В 1-й группе оперативное вмешательство проведено на большой подкожной вене в 82 % наблюдений (в остальных случаях на малой), а во 2-й — в 70 %. ЭВЛК всем больным осуществлялась с выполнением паравазальной “подушки” раствором Кляйна при помощи помпы для туминесцентной анестезии под ультразвуковым контролем. В основной группе с ЭВЛК средний диаметр вены в верхней трети был достоверно большим на 39 %, в средней трети — на 28 %, в нижней — на 29 %.

Длина стрипинга была равной ( $28,5 \pm 0,8$ ) см, причем в 1-й группе она оказалась на 18 % большей, соответственно составляя ( $31,7 \pm 1,5$ ) см и ( $26,9 \pm 0,9$ ) см. Приустьевое расширение сосуда и неровный ход ствола вены констатированы в основной группе соответственно в 81 % и 19 % случаев. В свою очередь, только в контрольной группе у 15 % пациентов на предыдущих этапах произведена СФЭ. Необходимо отметить, что обе группы больных с ЭВЛК не отличались между собой по частоте тромбозов в анамнезе, которые отмечены у 15 % пациентов основной группы и 17 % контрольной. Во всех случаях ЭВЛК мощность энергии лазера составила ( $29,7 \pm 1,3$ ) Дж/см<sup>2</sup> стрипинга, причем, соответственно в 1-й и 2-й группах — ( $23,0 \pm 1,4$ ) Дж/см<sup>2</sup> и ( $33,1 \pm 1,7$ ) Дж/см<sup>2</sup>. Торцевой тип световода использовали в 89 % наблюдений ЭВЛК, радиальный — в 11 % (во всех случаях во 2-й группе).

По мощности лазерного излучения больные с ЭВЛК были распределены еще на две дополнительные группы: в группу А вошли 56 % больных с мощностью  $\leq 10$  Вт, а в группу В — 44 % пациентов с мощностью 15 Вт. У всех больных группы В использовали торцевой тип световода, тогда как в 1/5 наблюдений группы А применяли радиальный тип. У 31 % пациентов группы А и 36 % группы В выполнена КЭ. Энергия лазерного излучения на длину стрипинга оказалась в группе В большей в 1,4 раза, а на диаметр вены в 1,3 раза. Эффективность лечения оценивали через 1, 3 и 4 недели. Под “значительным улучшением” понимали исчезновение клинических признаков варикоза, а “улучшение” подразумевало обязательное исчезновение отечности, уменьшение степени болевого синдрома и трофических изменений кожи.

Сопутствующие заболевания диагностированы у 48 % больных с ВБН. Среди этой патологии в 15 % случаев установлена эссенциальная артериальная гипертензия, в 9 % — ишемическая болезнь сердца, в 6 % — сахарный диабет 2 типа, в 5 % — хронический холецистит, в 4 % — соответственно хронические гастродуоденит, панкреатит, бронхит и пиелонефрит, в 2 % — хронический вирусный гепатит С и эутиреоидный зоб, в 1 % — хроническое обструктивное заболевание легких и гипотиреоз.

Пациентам выполняли ультразвуковое исследование сосудов (апараты “*Aplia-XG-Toshiba*”, Япония и “*SonoScape-S6*”, Китай), а у части из них проводили ангиографию (апарат “*Angiostar-Plus-Siemens*”, Германия). ЭВЛК осуществляли с помощью аппарата “Фотоника-Лика-Хирург” (Украина). Ротационным вискозиметром “*Low-Shear-30*” (Швейцария) исследовали объемную вязкость (ОВ) сыворотки венозной крови. Ее межфазную тензиоре-

ометрию проводили с использованием компьютерных приборов “ADSA-Toronto” (Германия-Канада) и “PAT2-Sinterface” (Германия). Изучали поверхностные вязкость (ПВ), упругость (ПУ), натяжение (ПН), релаксацию (ПР) и модуль вязкоэластичности (ВЭ). Кроме того, использовали биохимический анализатор “Olympus-AU640” (Япония) для изучения в сыворотке уровней сурфактантных белков и липидов, определяющих АРСК: фибриногена (ФГ), холестерина (ХС), триглицеридов (ТГ), липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) и аполипопротеинов-В (Апо-В). Иммуноферментным методом в плазме крови определяли содержание тромбоксана-А<sub>2</sub> — ТА<sub>2</sub> (ридер “PR2100-Sanofi Diagnostic Pasteur”, Франция).

В качестве контроля обследованы 22 практически здоровых человека (5 мужчин и 17 женщин) от 34 до 63 лет: в возрасте от 34 до 40 лет было 2 человека (9 %), 41-50 лет — 9 (41 %) и 51-63 года — 11 (50 %). Необходимо отметить, что возрастные различия с обследованными больными оказались недостоверны, что было одним из факторов, который дал возможность сравнивать полученные результаты исследований у больных и здоровых. Другим фактором, позволившим объединить всех больных и здоровых людей, независимо от их возраста, в соответствующие общие группы (опытную и контрольную) был следующий. Наши предыдущие исследования [1, 8] показали, что по данным анализа Уилкоксона — Рао у здоровых людей существует влияние возраста на интегральное состояние АРСК, но это не касается представленных в данной работе показателей. Более того, как свидетельствует выполненное дополнительно регрессионный, корреляционный, одно- и многофакторный дисперсионный анализы в контрольной группе 22 здоровых людей, отсутствуют какие бы то ни было связи параметров АРСК с возрастом обследованных лиц (наибольшее дисперсионное влияние возраста касается показателя ПН, а прямые корреляционные взаимоотношения с ОВ были недостоверны).

Статистическая обработка полученных результатов исследований проведена с помощью компьютерного вариационного, непараметрического, корреляционного, регрессионного, одно- (ANOVA) и многофакторного (ANOVA/MANOVA) дисперсионного анализов (программы “Microsoft Excel” и “Statistica-Stat-Soft”, США). Оценивали средние значения ( $M$ ), стандартные отклонения ( $SD$ ) и ошибки ( $m$ ), коэффициенты корреляции ( $r$ ), критерии множественной регрессии ( $R$ ), дисперсии ( $D$ ), Стьюдента ( $t$ ), Уилкоксона — Рао ( $WR$ ), Макнемара — Фишера ( $\chi^2$ ) и достоверность статистических показателей ( $P$ ).

**Результаты и их обсуждение.** Параметры АРСК у здоровых людей и больных ВБН представлены в табл. 1. У обследованных пациентов регистрируется повышение ОВ на 77 %, ПН на 5 %, ПР на 28 %, ФГ на 88 %, ХС на 21 %, ТГ на 92 %, Апо-В на 33 %, ТА<sub>2</sub> в 3,4 раза и ЛПНП в 9,3 раза на фоне уменьшения ПВ на 11 %, ПУ на 10 % и ВЭ на 24 %. Изменения ( $<M \pm SD>$  здоровых людей) показателей ЛПНП констатируются в 100 % наблюдений ВБН, ОВ в 97 %, ТГ в 75 %, ФГ в 73 %, ТА<sub>2</sub> в 65 %, ХС в 64 %, ПВ в 52 %, ПУ в 49 %, ВЭ в 45 %, ПР в 44 %, ПН в 43 % и Апо-В в 42 %.

При ВБН существует достоверная положительная корреляция ПВ с уровнями ПУ и ВЭ, а последнего — со значениями ПУ и ПН. ПР обратно соотносится с ПВ, ПУ и ВЭ. Такие параметры физико-химических АРСК, как ПВ и ВЭ не коррелируют с биохимическими показателями, тогда как ОВ прямо соотносится с уровнем ТА<sub>2</sub> и обратно с концентрацией ТГ, ПУ позитивно связана со значениями холестеринемии, ПН отрицательно коррелирует с содержанием в сыворотке крови ХС, ТГ и ЛПНП, а ПР — прямо ТГ.

Таблица 1

Показатели АРСК у здоровых людей и больных ВБН,  $M \pm m$ 

Показатель	Здоровые ( $n = 22$ )	Больные ВБН ( $n = 102$ )
ПВ, мН/м	15,5 ± 0,33	13,6 ± 0,33**
ОВ, мПа·с	1,3 ± 0,04	2,3 ± 0,07***
ПУ, мН/м	41,7 ± 1,11	37,5 ± 0,93*
ПН, мН/м	42,0 ± 0,42	44,1 ± 0,44*
ПР, с	111,9 ± 4,89	142,7 ± 5,85*
ВЭ, мН/м	26,5 ± 1,62	20,0 ± 0,85***
ФГ, г/л	2,4 ± 0,24	4,5 ± 0,17***
ТА <sub>2</sub> , мкг/л	5,5 ± 1,87	18,4 ± 0,55***
ХС, ммоль/л	4,7 ± 0,11	5,7 ± 0,15***
ТГ, ммоль/л	1,2 ± 0,05	2,3 ± 0,09***
ЛПНП, ммоль/л	0,4 ± 0,03	3,7 ± 0,13***
Апо-В, г/л	0,9 ± 0,07	1,2 ± 0,05*

Примечания: \* —  $P < 0,05$ , \*\* —  $P < 0,01$ , \*\*\* —  $P < 0,001$  по сравнению со здоровыми.

ПВ — поверхностная вязкость, ОВ — объемная вязкость, ПУ — поверхностная упругость, ПН — поверхностное натяжение, ПР — поверхностная релаксация, ВЭ — модуль вязкоэластичности, ФГ — фибриноген, ТА<sub>2</sub> — тромбоксан-А<sub>2</sub>, ХС — холестерин, ТГ — триглицериды, ЛПНП — липопротеины низкой плотности, Апо-В — аполипопротеины-В.

По результатам выполненного многофакторного дисперсионного анализа Уилкоксона — Рао, отсутствует влияние пола больных ВБН на общие АРСК, а также на интегральные физико-химические и биохимические составляющие. По данным однофакторного дисперсионного анализа, от пола больных зависят значения в крови ЛПНП ( $D = 2,28$ ,  $P = 0,048$ ) и Апо-В ( $D = 5,24$ ,  $P = 0,007$ ). Средние показатели АРСК у больных мужчин и женщин практически не отличаются между собой.

Выполненный ANOVA демонстрирует дисперсионное влияние возраста пациентов на параметры тромбосанемии ( $D = 1,68$ ,  $P = 0,047$ ), но корреляционные связи концентрации ТА2 с возрастом обследованных недостоверны ( $r = 0,158$ ,  $P = 0,112$ ). С возрастом пациентов увеличиваются значения ПВ и ПУ сыворотки, что демонстрирует корреляционный анализ (соответственно,  $r = 0,201$ ,  $P = 0,043$  и  $r = 0,249$ ,  $P = 0,012$ ), однако дисперсионная зависимость от возраста этих показателей АРСК отсутствует ( $D = 1,56$ ,  $P = 0,118$  и  $D = 0,53$ ,  $P = 0,663$ ). Уровни ПВ у больных в группах 31-40 лет, 41-50 лет и 51-64 года, соответственно, составили  $(13,0 \pm 1,21)$  мН/м,  $(13,1 \pm 0,52)$  мН/м и  $(14,1 \pm 0,42)$  мН/м, ПУ —  $(36,3 \pm 3,81)$  мН/м,  $(35,9 \pm 1,22)$  мН/м и  $(39,2 \pm 1,42)$  мН/м (различия между возрастными группами статистически недостоверны).

Уровни ПВ, ПУ, ТА2, ТГ и Апо-В не связаны с диаметром сегментов венозного ствола и длиной предполагаемого стрипинга. Вместе с тем, от этих факторов зависят значения ВЭ ( $D = 2,16$ ,  $P = 0,006$  и  $D = 1,74$ ,  $P = 0,048$ ) и ФГ ( $D = 10,35$ ,  $P < 0,001$  и  $D = 2,95$ ,  $P = 0,017$ ), что показывает выполненный ANOVA. Кроме того, диаметр сосуда в верхней трети влияет на параметры ОБ ( $D = 2,67$ ,  $P = 0,046$ ), в средней трети — на уровень ПР ( $D = 2,07$ ,  $P = 0,018$ ) и на концентрацию ХС ( $D = 2,39$ ,  $P = 0,035$ ), длина стрипинга — на ПВ ( $D = 2,07$ ,  $P = 0,031$ ), ПН ( $D = 3,02$ ,  $P = 0,001$ ) и ЛПНП ( $D = 2,93$ ,  $P = 0,018$ ). Размеры стрипинга прямо коррелируют с параметром межфазной активности сыворотки крови ( $r = 0,234$ ,  $P = 0,045$ ). Кроме того, существуют достоверная отрицательная корреляция показателя ВЭ ( $r = -0,229$ ,  $P = 0,028$ ) и прямая ( $r = 0,649$ ,  $P < 0,001$ ) содержания ФГ с исходным диаметром просвета сосуда. Значения ОБ и ПР разнонаправленно коррелируют с просветом вены в верхней трети (соответственно,  $r = -0,279$ ,  $P = 0,007$  и  $r = 0,319$ ,  $P = 0,002$ ), величины ПН и ПР позитивно соотносятся с диаметром сосуда в нижней трети (соответственно,  $r = 0,237$ ,  $P = 0,022$  и  $r = 0,213$ ,  $P = 0,041$ ).

С учетом данных дисперсионного и корреляционного анализов сделаны заключения, имеющие определенную практическую значимость: 1) возможную тяжесть расширения пораженного сосуда отражают показатели ПР  $>200$  с ( $>M + SD$  больных), ФГ  $>6$  г/л ( $>M + SD$  больных) и ВЭ  $<10$  мН/м ( $<M - SD$  больных); 2) предполагаемую длину стрипинга в процессе ЭВЛК до 30 см отражают параметры ПН  $< 40$  мН/м, а больше 40 см — значения ПН  $> 50$  мН/м.

Характер сопутствующей патологии оказывает достоверное дисперсионное влияние на уровень

только ПВ, хотя средние значения этого физико-химического теста у больных с наличием или отсутствием сопутствующих заболеваний отличаются незначительно, соответственно,  $(13,1 \pm 0,47)$  мН/м и  $(14,1 \pm 0,44)$  мН/м. В этой связи следует представить некоторые комментарии. При наличии фаз “сыворотка крови — воздух” силы полярного взаимодействия молекул выталкивают гидрофобную часть из жидкой фазы в результате чего молекулы поверхностно-активных веществ занимают энергетически наиболее выгодное положение на границе раздела [5]. Вследствие выталкивания гидрофобной и притягивания гидрофильной частей молекул сурфактанта образуются поверхностные адсорбционные слои, снижается ПН крови [3, 4, 7]. Это считается одним из основных механизмов действия сурфактантов, обеспечивающих жизнеспособность биологических систем.

Чрезвычайно важным свойством сурфактантов является их способность к мицеллярной солубилизации (растворению) обычно нерастворимых в данной среде веществ. Компоненты мицелл могут вступать во взаимодействие через ковалентные и нековалентные связи с белками, образуя сложные комплексы. ВЭ венозной крови зависит от соотношений анионных и катионных сурфактантов, определяющих характер и степень мицеллообразования [18, 25].

Различные добавки к растворам протеинов *in vitro* неорганических электролитов, небелковых азотистых продуктов, ионных и неионных сурфактантов существенно изменяют ПН жидкости. Сложные процессы определяют межфазную активность (ПН) смесей протеинов, какой является венозная кровь. Не всегда при внесении в белковый раствор еще одного белка ПН снижается. Возможно резкое изменение поверхностной активности при добавлении в среду положительно заряженного протеино-липидного сурфактанта, что наблюдается в сыворотке крови больных с патологией сосудов [23]. Дополнительные компоненты венозной крови при ВБН могут влиять на сурфактантные свойства этой биологической жидкости и на структуру белка, связывая или ионизируя аминокислотные группы, взаимодействуя с полипептидной цепью, нарушая конформацию молекулы в объеме и поверхностном слое. Эти факторы конечно же отразятся на ПВ, ПУ, ПН, ПР и ВЭ.

Проведенная КЭ мало влияет на интегральную динамику параметров физико-химических АРСК больных с ВБН, что показывает ANOVA/MANOVA. Среди всех обследованных пациентов спустя один месяц после ЭВЛК наблюдается нормализация значений ПВ, ПУ и ВЭ, достоверное уменьшение на 9 % ОБ и на 8 % ПР (табл. 2). Лишь уровень ПН

остаётся без динамики. Необходимо отметить, что СФЭ вызывает нормализацию ПВ и ВЭ, а также снижение на 12 % ОВ. В группах больных с КЭ и без КЭ через 4 недели после ЭВЛК регистрируется достоверное повышение ПВ соответственно на 21 % и 12 %, ПУ на 21 % и 9 %, ВЭ на 21 % и 11 % при уменьшении ОВ на 5 % и 13 %, ПР на 6 % и 9 %.

Таблица 2

Показатели физико-химических АРСК при ВБН до и через 4 недели после ЭВЛК без и с КЭ ( $M \pm m$ )

Показатель	ЭВЛК ( $n = 54$ )		ЭВЛК + КЭ ( $n = 27$ )	
	До операции	4 недели после операции	До операции	4 недели после операции
ПВ, мН/м	13,5 ± 0,45	15,1 ± 0,46*	13,2 ± 0,67	16,0 ± 0,64*
ОВ, мПа·с	2,3 ± 0,10	2,0 ± 0,07*	2,1 ± 0,09	2,0 ± 0,07*
ПУ, мН/м	37,8 ± 1,23	41,1 ± 1,27*	36,0 ± 1,73	43,4 ± 3,23*
ПН, мН/м	44,6 ± 0,68	44,4 ± 0,64	43,7 ± 0,74	43,5 ± 0,69
ПР, с	135,8 ± 5,89	123,9 ± 3,21*	155,7 ± 15,20	146,4 ± 15,02
ВЭ, мН/м	21,3 ± 1,16	23,6 ± 0,95*	19,4 ± 1,70	23,4 ± 1,41*

Примечание: \* —  $P < 0,05$  по сравнению с до операции.

Таким образом, оперативное лечение ВБН сопровождается восстановлением физико-химических свойств венозной крови. Исключение составляют только параметры ПН. Нарушения качественного и количественного состава неорганических электролитов, высоко- и низкомолекулярных белков, небелковых азотистых продуктов и углеводов, содержащихся в сыворотке крови при ВБН, будут существенно изменять ПН. Однако у таких больных под влиянием ЭВЛК и СФЭ указанные компоненты влияют на сурфактантные свойства крови, но не на структуру белка [16]. В свою очередь, лазерное облучение при ЭВЛК гипотетически способно существенно влиять на дилатационные реологические характеристики сывороточных сурфактантов [20]. Динамика параметров ПВ и ПУ крови на фоне ЭВЛК может определяться возникновением взаимоотношений концентрации и заряда сурфактантов, и электролитов [21], изменением уровня в крови взвешенных плотных стойких частиц [13]. При атеросклеротических заболеваниях артериальных сосудов показано, что если успешного лечения не происходит, то измененные значения ПВ и ПУ положительной динамики не претерпевают [15].

Как демонстрирует многофакторный дисперсионный анализ, влияние мощности лазерного излучения при выполнении ЭВЛК у пациентов с ВБН мало воздействует на интегральную динамику физико-химических показателей АРСК. Это также касается параллельно выполненной КЭ и характера сопутствующей соматической патологии.

Спустя 4 недели после операции (табл. 3) у больных групп А и В наблюдается восстановление показателей ПВ сыворотки крови, ПУ и ВЭ. При этом в группе А происходит статистически достоверное уменьшение ОВ на 14 %, а в группе В — на 9 %. Кроме того, лишь после маломощной ЭВЛК констатировано достоверное (на 6%) уменьшение ПР.

Таблица 3

Показатели физико-химических АРСК при ВБН до и через 4 недели после эндovenозной коагуляции лазерным излучением разной мощности,  $M \pm m$ 

Показатель	Группа А лазерное излучение ≤10 Вт ( $n = 45$ )		Группа В лазерное излучение 15 Вт ( $n = 36$ )	
	До операций	4 недели после операций	До операций	4 недели после операций
ПВ, мН/м	13,4 ± 0,52	15,8 ± 0,51*	13,4 ± 0,54	14,9 ± 0,55*
ОВ, мПа·с	2,2 ± 0,09	1,9 ± 0,05*	2,3 ± 0,12	2,1 ± 0,09*
ПУ, мН/м	36,9 ± 1,35	43,3 ± 2,11*	37,5 ± 1,51	40,1 ± 1,54*
ПН, мН/м	44,1 ± 0,65	43,6 ± 0,58	44,4 ± 0,84	44,7 ± 0,82
ПР, с	130,8 ± 4,06	123,3 ± 3,11*	157,0 ± 13,28	141,6 ± 11,65
ВЭ, мН/м	22,2 ± 1,15	24,6 ± 0,90*	18,8 ± 1,55	22,2 ± 1,35*

Примечание: \* —  $P < 0,05$  по сравнению с до операции.

По данным выполненного анализа множественной регрессии, в группе больных А существует прямая зависимость АРСК от мощности энергии на длину и площадь просвета стрипинга, но не от эффективности лечения спустя 4 недели наблюдения после операции ЭВЛК. В группе В после мощного лазерного излучения подобные связи отсутствуют. Проведенный корреляционный анализ у больных группы А показал обратную связь эффективности лечения ВБН через месяц после ЭВЛК с исходными параметрами ОВ сыворотки крови, а в группе В — прямые соотношения с показателями ПУ. ANOVA в группе с маломощным лазерным излучением также показал влияние на результаты операции первоначального уровня ОВ, а в группе В — ПУ. С учетом выполненной статистической обработки данных исследования прогнозировать хорошие результаты маломощной (≤10 Вт) ЭВЛК можно при исходных значениях ОВ <1500 мкПа·с ( $M - SD$  больных), а относительно мощной (15 Вт) ЭВЛК — при ПУ >50 мН/м ( $> M + SD$  больных).

### Выводы

1. При ВБН наблюдается повышение уровней ЛПНП, ОВ, ТГ, ФГ, ТА2, ХС, ПР, Апо-В и ПН на фоне уменьшения ПВ, ПУ и ВЭ, что соответственно отмечается у 100 %, 96 %, 74 %, 73 %, 71 %, 65 %, 50 %, 44 %, 37 %, 52 %, 46 % и 49 % от числа больных.

2. Показатели АРСК коррелируют между собой, связаны с полом (ЛПНП, Апо-В) и возрастом (ПВ, ПУ, ТА2) пациентов, определяются усредненным диаметром сегментов ствола вены (ПР ВЭ, ФГ), длиной стрипинга (ПН) и характером сопутствующей патологии (ПВ), а такие параметры АРСК, как ПР, ПН, ВЭ и ФГ могут иметь прогностическое значение.
3. При ЭВЛК интегральная динамика физико-химических показателей АРСК не зависит от параллельно выполненной КЭ, а к первому месяцу после таких операций происходит нормализация параметров ПВ, ПУ и ВЭ, улучшение значений ОВ и ПР.
4. Маломощная ЭВЛК с излучением 10 Вт и менее через месяц после операции способствует уменьшению релаксационных свойств сыворотки венозной крови, а интегральные параметры физико-химических АРСК зависят от влияния энергии лазера на длину и площадь просвета стрипинга, причем прогностическое значение имеют исходные значения ОВ и ПУ.

### Список использованной литературы

1. Сняченко О. В., Лукашенко Л. В., Сняченко Ю. О. и др. Адсорбционно-реологические свойства сыворотки крови здоровых людей // Кровообіг і гемостаз. — 2012. — **35-36**, № 1-2. — С. 103-107.
2. Atasoy M. M. Fill and aspirate foam sclerotherapy (FAFS): a new approach for sclerotherapy of large superficial varicosities concomitant to endovenous laser ablation of truncal vein // Clin. Radiol. — 2015. — **70**, № 1. — P. 48-53.
3. Brzozowska A. M., Spruijt E., de Keizer A., Cohen Stuart M. A. On the stability of the polymer brushes formed by adsorption of ionomer complexes on hydrophilic and hydrophobic surfaces // J. Colloid Interface Sci. — 2011. — **353**, № 2. — P. 380-391.
4. Dash U., Misra P. K. Organization of amphiphiles: XII. Evidence in favor of formation of hydrophobic complexes in aqueous solution // J. Colloid Interface Sci. — 2011. — **357**, № 2. — P. 407-418.
5. Douillard R., Daoud M. State equation of  $\beta$ -casein at the air/water interface // J. Coll. Interf. Sci. — 2011. — **163**. — P. 277-288.
6. Fernando R. S., Muthu C. Adoption of endovenous laser treatment as the primary treatment modality for varicose veins: the Auckland city hospital experience // NZ Med. J. — 2014. — **127**, № 1399. — P. 43-50.
7. Kao P., Parhi P., Krishnan A., Noh H. Volumetric interpretation of protein adsorption: Interfacial packing of protein adsorbed to hydrophobic surfaces from surface-saturating solution concentrations // Biomaterials. — 2011. — **32**, № 4. — P. 969-978.
8. Kazakov V. N., Sinyachenko O. V., Knyazevich V. M. et al. Interfacial rheology of biological liquids: application in medical diagnostics and treatment monitoring // Interfacial rheology / Eds.: R. Miller, L. Liggieri. — Leiden: Brill Publ., 2009. — P. 519-566.
9. Kelleher D., Lane T. R., Franklin I. J., Davies A. H. Socio-economic impact of endovenous thermal ablation techniques // Lasers Med. Sci. — 2014. — **29**, № 2. — P. 493-499.
10. Khodabandehlou T., Boisseau M. R., Le Devehat C. Blood rheology as a marker of venous hypertension in patients with venous disease // Clin. Hemorheol. Microcirc. — 2011. — **30**, № 3-4. — P. 307-312.
11. Klonizakis M., Tew G., Michaels J., Saxton J. Impaired microvascular endothelial function is restored by acute lower-limb exercise in post-surgical varicose vein patients // Microvasc. Res. — 2010. — **77**, № 2. — P. 158-162.
12. Kohno K., Niihara H., Hamano T. et al. Standing posture at work and overweight exacerbate varicose veins // J. Dermatol. — 2014. — **41**, № 11. — P. 964-968.
13. Koos E., Willenbacher N. Capillary forces in suspension rheology // Science. — 2011. — **331**, № 6019. — P. 897-900.
14. Koppensteiner R. Hemorheology and angiology // Fortschr. Med. — 2012. — **110**, № 7. — P. 108-110.
15. Kotsmar C., Pradines V., Alahverdijeva V. S., Aksenenko E. V. Thermodynamics, adsorption kinetics and rheology of mixed protein-surfactant interfacial layers // Adv. Colloid Interface Sci. — 2009. — **150**, № 1. — P. 41-54.
16. Kovalchuk V. I., Aksenenko E. V., Miller R., Fainerman V. B. Surface dilational rheology of mixed adsorption layers of proteins and surfactant at liquid interfaces // Interfacial Rheology / Eds. R. Miller, L. Liggieri. — Leiden: Brill Publ., 2009. — P. 332-371.
17. Kuet M. L., Lane T. R., Anwar M. A., Davies A. H. Comparison of disease-specific quality of life tools in patients with chronic venous disease // Phlebology. — 2014. — **29**, № 10. — P. 648-653.
18. Liu C., Hao J., Wu Z. Phase behavior and rheological properties of salt-free catanionic surfactant mixtures in the presence of bile acids // J. Phys. Chem. B. — 2010. — **114**, № 30. — P. 9795-9804.
19. Lozano Sanchez F. S., Sanchez Nevarez I., Gonzalez-Porras J. R. et al. Quality of life in patients with chronic venous disease: influence of the socio-demographical and clinical factors // Int. Angiol. — 2013. — **32**, № 4. — P. 433-441.
20. Lucassen-Reynders E. H., Benjamins J., Fainerman V. B. Dilational rheology of protein films adsorbed at fluid interfaces // Curr. Op. Coll. Interf. Sci. — 2010. — **15**. — P. 264-270.
21. Noskov B. A., Loglio G., Miller R. Dilational surface visco-elasticity of polyelectrolyte/surfactant solutions: Formation of heterogeneous adsorption layers // Adv. Colloid. Interface Sci. — 2011. — **163**, № 3. — P. 50-55.

22. *Piazza G.* Varicose veins // *Circulation*. — 2014. — **130**, № 7. — P. 582-587.
23. *Pradines V., Fainerman V. B., Aksenenko E. V., Krogel J.* Adsorption of protein-surfactant complexes at the water/oil interface // *Langmuir*. — 2011. — **27**, № 3. — P. 965-971.
24. *Segiet O. A., Brzozowa M., Piecuch A.* et al. Biomolecular mechanisms in varicose veins development // *Ann. Vasc. Surg.* — 2014. — **30**, № 10. — P. 122-127.
25. *Shrestha R. G., Shrestha L. K., Matsunaga T., Shibayama M.* Lipophilic tail architecture and molecular structure of neutralizing agent for the controlled rheology of viscoelastic fluid in amino acid-based anionic surfactant system // *Langmuir*. — 2011. — **26**, № 2. — P. 21-25.
26. *Sloczynska K., Kozka M., Marona H.* Rheological properties of young and aged erythrocytes in chronic venous disease patients with varicose veins // *Clin. Hemorheol. Microcirc.* — 2013. — **17**, № 4. — P. 145-152.
27. *Spiliopoulos S., Theodosiadou V., Sotiriadi A., Karnabatidis D.* Endovenous ablation of incompetent truncal veins and their perforators with a new radiofrequency system. Mid-term outcomes // *Vascular*. — 2014. — **12**, № 12. — P. 134-141.
28. *Tassie E., Scotland G., Brittenden J.* et al. Cost effectiveness of ultrasound-guided foam sclerotherapy, endovenous laser ablation or surgery as treatment for primary varicose veins from the randomized CLASS trial // *Br. J. Surg.* — 2014. — **101**, № 12. — P. 1532-1540.
29. *Walma E.* Varicose: should invasive treatment be standard // *Ned. Tijdschr. Geneesk.* — 2014. — **158**. — A. 8299.
30. *Weiss M. A., Hsu J. T., Neuhaus I., Sadick N. S.* Consensus for sclerotherapy // *Dermatol. Surg.* — 2014. — **40**, № 12. — P. 1309-1318.
31. *Xu J. Shi G. P.* Vascular wall extracellular matrix proteins and vascular diseases // *Biochim. Biophys. Acta*. — 2014. — **1842**, № 11. — P. 2106-2119.

Получено 5.09.2015

## АДСОРБЦІЙНО-РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КРОВІ ПРИ ВАРИКОЗНІЙ ХВОРОБІ У ПРОЦЕСІ ХІРУРГІЧНИХ МЕТОДІВ ЛІКУВАННЯ

В. К. Гринь, О. В. Синяченко\*, Ю. О. Синяченко, Ю. В. Мелеховець\*\*

Державна установа “Інститут невідкладної й відновної хірургії ім. В. К. Гусака НАМН України”, 03680 Київ  
\*Донецький національний медичний університет ім. Максима Горького МОЗ України, 84404, м. Червоний Лиман  
\*\*Сумська клініка лазерної медицини, 40030, м. Суми

При варикозній хворобі ніг спостерігається підвищення рівнів ліпопротеїнів низкої густини, об'ємної в'язкості, тригліцеридів, фібриногену, тромбоксану-A2, холестерину, поверхневої релаксації, аполіпопротеїнів-B і поверхневого натягу сироватки крові на фоні зменшення поверхневої в'язкості, поверхневої пружності й модуля в'язкоеластичності, що, відповідно, відзначається у 100 %, 96 %, 74 %, 73 %, 71 %, 65 %, 50 %, 44 %, 37 %, 52 %, 46 % і 49 % хворих. Показники адсорбційно-реологічних властивостей венозної крові корелюють між собою, пов'язані зі статтю та віком пацієнтів, визначаються усередненим діаметром сегментів стовбура вени, довжиною стріпінга та характером супутньої патології, а такі параметри, як релаксація, міжфазна активність і в'язкоеластичність можуть мати прогностичне значення. При ендовенозній лазерній коагуляції інтегральна динаміка фізико-хімічних показників не залежить від паралельно виконаної кросектомії, а до першого місяця після таких операцій відбувається нормалізація параметрів адсорбційно-реологічних властивостей крові. Малопотужна лазерна абляція з випромінюванням 10 Вт і менше через місяць після операції сприяє зменшенню релаксаційних властивостей сироватки венозної крові, а інтегральні фізико-хімічні параметри залежать від впливу енергії лазера на довжину й площу просвіту стріпінга, причому прогностичне значення мають вихідні значення об'ємної в'язкості й поверхневої пружності.

## ADSORPTION-RHEOLOGICAL PROPERTIES OF BLOOD IN PATIENTS WITH VARICOSITY DURING SURGICAL METHODS OF TREATMENT

V. K. Gryn, O. V. Syniachenko\*, Yu. O. Syniachenko, Yu. V. Melechovets\*\*

State institution "V. K. Gusak Institute of Emergency and Reconstructive Surgery NAMS Ukraine", 03680 Kyiv

\*Donetsk Maxim Gorky National Medical University Ministry of Health Ukraine, 84404, Krasny Liman

\*\*Sumy Clinic of Lazer Medicine, 40030, Sumy

It is observed increased levels of low-density lipoprotein, the volume viscosity, triglycerides, fibrinogen, thromboxane-A<sub>2</sub>, cholesterol, surface relaxation on a background of decreasing surface viscosity, surface elasticity and modulus of viscoelasticity in patients with varicose leg veins, which accordingly is marked at 100 %, 96 %, 74 %, 73 %, 71 %, 65 %, 50 %, 44 %, 37 %, 52 %, 46 % and 49 % of patients. Indicators of venous blood's adsorption-rheological properties correlate with each other, associated with gender and age of patients, is determined in the overall diameter of the trunk segments of vein, in the striping's length and in the nature of comorbidity. Relaxation, interphase activity and viscoelasticity parameters may have prognostic significance. Integral dynamics of physical and chemical parameters is independent on execution crossectomy which is performed paralely during endovenous laser coagulation, and to the first month after such operations normalization parameters of adsorption-rheological properties of blood is occurred. A low-power laser ablation with radiation 10 W or less promotes to reduce the relaxation properties of venous blood serum in a month after surgery. Integrated physical-chemical parameters depend on the effect of the laser energy on the length and lumen area striping. Initial values of the volume viscosity and surface elasticity have prognostic significance.