

Синяченко Ю.О., Самойленко Г.Е.

Донецкий национальный медицинский университет, г. Лиман, Украина

Адсорбционно-реологические свойства крови при варикозной болезни в процессе хирургических методов лечения

Резюме. Актуальность. Патогенез варикозной болезни изучен недостаточно. Разрушение сосудистых матриксных белков, которые подвергаются протеолитической обработке, изменяют физико-химические свойства венозной крови. **Цель исследования:** изучить адсорбционно-реологическое состояние сыворотки при варикозной болезни ног и оценить динамику показателей в процессе разных методов хирургического лечения заболевания. **Материалы и методы.** Под наблюдением находились 102 больных (13 % мужчин и 87 % женщин, средний возраст 52 года), которые относились к клиническому классу С2–С5. В 79 % случаев выполнена эндоваскулярная лазерная коагуляция, а в 21 % — стандартная флебэктомия. **Результаты.** При варикозной болезни ног наблюдается повышение уровней липопротеидов низкой плотности, объемной вязкости, триглицеридов, фибриногена, холестерина, поверхностной релаксации, аполипопротеидов В и поверхностного натяжения сыворотки крови на фоне уменьшения поверхностной вязкости, поверхностной упругости и модуля вязкоэластичности, что отмечается у 100, 96, 74, 73, 65, 50, 44, 37, 52, 46 и 49 % соответственно от числа больных. Показатели адсорбционно-реологических свойств венозной крови коррелируют между собой, связаны с полом и возрастом пациентов, определяются усредненным диаметром сегментов ствола вены, длиной стриппинга 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. **Выводы.** 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 стриппинга, причем прогностическое значение имеют исходные значения объемной вязкости и поверхностной упругости.

Ключевые слова: кровь; адсорбция; реология; варикоз; лечение

Введение

Хроническая варикозная болезнь (ВБ) в настоящее время остается одной из наиболее актуальных медицинских проблем ангиохирургии, флебологии, дерматологии и других дисциплин [21, 28, 29], а заболевание наносит большой социально-экономический ущерб государствам [8], резко ухудшая качество жизни пациентов [16, 18]. Варикозно расширенные вены наблюдаются у 25 % женщин и 10 % мужчин [11].

По данным S. Spiliopoulos et al. [26], в контексте хирургического лечения ВБ в 28 % случаев обычно вы-

полняется стандартная флебэктомия (ФЭ), причем ее первичный успех составляет 77 %, в 4 % требуется повторная операция и в 5 % производится удаление перфоратора, а к осложнениям ФЭ относятся развитие келоидных рубцов (5 % наблюдений), парестезий (3 %), инфицирования послеоперационной раны и гиперпигментации кожи (2 %). М.М. Atasoy [1] считает, что ФЭ при условии высокого профессионализма хирурга не потеряла своего значения и в настоящее время, а оценка всех «за» и «против» при сравнительных сопоставлениях таких результатов лечения с эндовеноз-

ной лазерной коагуляцией (ЭВЛК) требует дальнейшего уточнения. ЭВЛК (внутрисосудистая лазерная абляция) сейчас является наиболее частым методом лечения ВБ, причем за 5 последних лет частота таких оперативных вмешательств возросла в 6 раз, а эффективность достигла 96 % [5], что позволило снизить затраты на лечение в 4 раза [27].

Патогенез ВБ изучен крайне недостаточно [23]. Варикоз сопровождается выраженными нарушениями реологических свойств крови [25], что в первую очередь обусловлено усиленной ее вязкостью [13], связанной с гиперфибриногенемией, определяющей тяжесть течения заболевания и прогноз в отношении развития флеботромбозов [9, 10]. Еще одним механизмом развития ВБ является разрушение сосудистых матриксных белков, которые подвергаются протеолитической обработке, изменяя тем самым физико-химические адсорбционно-реологические свойства венозной крови (АРСК) [30].

Цель работы: изучить АРСК при ВБ и оценить динамику показателей в процессе разных методов хирургического лечения заболевания.

Материалы и методы

Под наблюдением находились 102 больных ВБ в возрасте 31–40 лет (средний возраст — $51,60 \pm 0,79$ года). Среди них было 13 % мужчин и 87 % женщин. Обследованные относились к клиническому классу C2–C5 по критериям CEAP (Clinical Etiological Anatomical Pathophysiological). В 79 % случаев выполнена ЭВЛК, а в 21 % — ФЭ по Бэбкокку. ЭВЛК проведена с параллельной кроссэктомией в паховой области 33 % от общего числа больных, которые включены в 1-ю (основную) группу обследованных, а остальные 67 % составили 2-ю (контрольную) группу. Показанием к кроссэктомии 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 тумесцентной 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 %, а усредненный показатель — на 34 %. Длина стриппинга была равна $28,50 \pm 0,82$ см, причем в 1-й группе она оказалась на 18 % больше, составляя $31,70 \pm 1,54$ и $26,90 \pm 0,89$ см соответственно. Приустьевое расширение сосуда и неровный ход ствола вены констатированы в основной группе в 81 и 19 % случаев соответственно. В свою очередь, в контрольной группе у 15 % от числа пациентов на предыдущих этапах проведена ФЭ. 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 лучей лазера составила $29,70 \pm 1,31$ Дж/см² стриппин-

га, причем в 1-й и 2-й группах — $23,00 \pm 1,38$ Дж/см² и $33,10 \pm 1,66$ Дж/см² соответственно. Торцевой тип световода имел место 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 % с мощностью ≤ 10 Вт, а группу В составили 44 % от числа 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 кроссэктомия. Энергия лазерного излучения на длину стриппинга оказалась в группе В больше 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.

Пациентам выполняли ультразвуковое исследование сосудов (аппараты Aplia-XG-Toshiba, Япония, и Sono-Scare-S6, Китай), а у части из них проводили ангиографию (аппарат Angiostar-Plus-Siemens, Германия). ЭВЛК осуществляли с помощью аппарата «Фотоника-Лица-Хирург» (Украина). Ротационным вискозиметром Low-Shear-30 (Швейцария) исследовали объемную вязкость (ОВ) сыворотки венозной крови. Ее межфазную тензиореометрию проводили с использованием компьютерного прибора PAT2-Sinterface (Германия) [7]. Изучали поверхностную 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), липопротеидов низкой плотности (ЛП) и аполипопротеидов В (Апо-В). В качестве контроля обследованы 44 практически здоровых человека, среди которых было 22,7 % мужчин и 77,3 % женщин (средний возраст — $48,40 \pm 1,78$ года).

Статистическая обработка полученных результатов исследований проведена с помощью компьютерного вариационного, непараметрического, корреляционного, регрессионного, одно- (ANOVA) и многофакторного (ANOVA/MANOVA) дисперсионного анализа (программы Microsoft Excel и Statistica Stat-Soft, США). Оценивали средние значения (M), их стандартные отклонения (SD) и ошибки (m), коэффициенты параметрической корреляции Пирсона (r), критерии множественной регрессии (R), дисперсии Брауна — Форсайта (D), Стьюдента (t), Уилкоксона — Рао (WR), Макнемара — Фишера и достоверность статистических показателей (p).

Результаты

В таблице 1 представлены параметры АРСК у здоровых людей и больных ВБ. 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 % и ЛП — в 9,3 раза на фоне уменьшения ПВ на 11 %, ПУ — на 10 % и ВЭ — на 24 %. Изменения ($< M \pm SD >$ здоровых людей) показателей ЛП констатируются в 100 % наблюдений ВБ, ОВ — в 97 %, ТГ — в 75 %, ФГ — в 73 %, ХС — в 64 %, ПВ — в 52 %, ПУ — в 49 %, ВЭ — в 45 %, ПР — в 44 %, ПН — в 43 % и Апо-В — в 42 % случаев.

При ВБ существуют достоверные прямые корреляционные связи показателя 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 обратно соотносится с концентрацией ТГ, ПУ позитивно связана со значениями холестеринемии, ПН отрицательно коррелирует с содержанием в сыворотке крови ХС, ТГ и ЛП, ПР — прямо с параметрами триглицеридемии.

По результатам выполненного многофакторного дисперсионного анализа Уилкоксона — Рао, отсутствует влияние пола больных ВБ на общие АРСК, а также на интегральные физико-химические и биохимические составляющие. По данным однофакторного дисперсионного анализа, от пола больных зависят значения в крови ЛП ($D = 2,28$; $p = 0,048$) и Апо-В ($D = 5,24$; $p = 0,007$). Средние показатели АРСК у больных мужчин и женщин практически не отличаются между собой (соответственно $3,80 \pm 0,53$ и $3,70 \pm 0,13$ ммоль/л; $1,00 \pm 0,17$ и $1,20 \pm 0,05$ г/л).

Согласно повышению возраста 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. Уровни ПВ у больных в группах 31–40 лет, 41–50 лет и 51–64 года составили $13,00 \pm 1,21$, $13,10 \pm 0,52$ и $14,10 \pm 0,42$ мН/м соответственно, ПУ — $36,30 \pm 3,81$, $35,90 \pm 1,22$ и

$39,20 \pm 1,42$ мН/м (различия в возрастных группах этих составляющих АРСК статистически недостоверны).

Уровни ПВ, ПУ, ТГ и Апо-В никак не связаны с диаметром сегментов венозного ствола и длиной предполагаемого стриппинга. 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 ОВ ($D = 2,67$; $p = 0,046$), в средней трети — на уровень ПР ($D = 2,07$; $p = 0,018$), усредненный показатель — на ПР ($D = 1,93$; $p = 0,045$) и концентрацию ХС ($D = 2,39$; $p = 0,035$), длина стриппинга — на ПВ ($D = 2,07$; $p = 0,031$), ПН ($D = 3,02$; $p = 0,001$) и ЛП ($D = 2,93$; $p = 0,018$). Размеры стриппинга прямо коррелируют с параметром межфазной активности сыворотки крови ($r = +0,234$; $p = 0,045$). Кроме того, существуют достоверные обратные корреляционные связи показателя ВЭ и прямые содержания ФГ с исходным диаметром просвета сосуда (соответственно $r = -0,229$, $p = 0,028$ и $r = +0,649$, $p < 0,001$). Значения ОВ 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 ($r = +0,237$, $p = 0,022$ и $r = +0,213$, $p = 0,041$).

Обсуждение

С учетом выполненного дисперсионного и корреляционного статистического анализа сделаны заключения, имеющие определенную практическую значимость: 1) возможную тяжесть расширения пораженного сосуда отражают показатели ПР > 200 с ($> M + SD$ больных), ФГ > 6 г/л ($> M + SD$) и ВЭ < 10 мН/м ($< M - SD$ больных); 2) предполагаемую длину стриппинга 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 дисперсионное влияние на уровень только ПВ,

Таблица 1. Показатели АРСК у здоровых людей и больных ВБ ($M \pm SD \pm m$)

Показатель	Здоровые (n = 44)	Больные (n = 102)	t	p
ПВ, мН/м	$15,50 \pm 1,53 \pm 0,33$	$13,60 \pm 3,28 \pm 0,33$	2,73	0,007
ОВ, мПа × с	$1,30 \pm 0,18 \pm 0,04$	$2,30 \pm 0,65 \pm 0,07$	7,12	$< 0,001$
ПУ, мН/м	$41,70 \pm 5,19 \pm 1,11$	$37,50 \pm 9,35 \pm 0,93$	2,02	0,046
ПН, мН/м	$42,00 \pm 1,98 \pm 0,42$	$44,10 \pm 4,44 \pm 0,44$	2,21	0,029
ПР, с	$111,90 \pm 22,93 \pm 4,89$	$142,70 \pm 59,07 \pm 5,85$	2,4	0,018
ВЭ, мН/м	$26,50 \pm 7,58 \pm 1,62$	$20,00 \pm 8,57 \pm 0,85$	3,27	0,001
ФГ, г/л	$2,40 \pm 1,14 \pm 0,24$	$4,50 \pm 1,74 \pm 0,17$	5,36	$< 0,001$
ХС, ммоль/л	$4,70 \pm 0,50 \pm 0,11$	$5,70 \pm 1,51 \pm 0,15$	3,29	0,001
ТГ, ммоль/л	$1,20 \pm 0,23 \pm 0,05$	$2,30 \pm 0,92 \pm 0,09$	5,72	$< 0,001$
ЛП, ммоль/л	$0,40 \pm 0,12 \pm 0,03$	$3,70 \pm 1,30 \pm 0,13$	11,75	$< 0,001$
Апо-В, г/л	$0,90 \pm 0,34 \pm 0,07$	$1,20 \pm 0,50 \pm 0,05$	2,4	0,018

хотя средние значения этого физико-химического теста у больных ВБ с наличием и отсутствием сопутствующих заболеваний отличаются незначительно ($13,10 \pm 0,47$ и $14,10 \pm 0,44$ мН/м соответственно). В связи с этим следует предоставить некоторые комментарии. При наличии фаз «сыворотка крови — воздух» силы полярного взаимодействия молекул выталкивают гидрофобную часть из жидкой фазы, и в результате молекулы поверхностно-активных веществ занимают энергетически наиболее выгодное положение на границе раздела [4]. Вследствие выталкивания гидрофобной и притягивания гидрофильной частей молекул сурфактанта образуются поверхностные адсорбционные слои, снижается ПН венозной крови [2, 3, 6]. Это считается одним из основных механизмов действия сурфактантов, обеспечивающим жизнеспособность биологических систем.

Чрезвычайно важным свойством сурфактантов является их способность к мицеллярной солюбилизации (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 [17, 24].

Различные добавки к растворам протеинов *in vitro* неорганических электролитов, небелковых азотистых продуктов, ионных и неионных сурфактантов существенно изменяют межфазную активность (ПН) жидкости. Сложные процессы определяют ПН смесей протеинов, каковой является венозная кровь. Не всегда при внесении в белковый раствор еще одного белка ПН понижается. Возможно резкое изменение поверхностной активности при добавлении в среду положительно заряженного протеино-липидного сур-

фактанта, что наблюдается в сыворотке крови больных с патологией венозных сосудов [22]. Дополнительные компоненты венозной крови при ВБ могут влиять на сурфактантные свойства этой биологической жидкости и структуру белка, связывая или ионизируя аминокислотные группы, взаимодействуя с полипептидной цепью, нарушая конформацию молекулы в объеме и поверхностном слое. Эти факторы, конечно же, отражаются на ПВ, ПУ, ПН, ПР и ВЭ.

Проведенная кроссэктомия мало влияет на интегральную динамику параметров физико-химических АРСК больных с ВБ, что показывает ANOVA/MANOVA. Среди всех обследованных пациентов спустя один месяц после ЭВЛК (табл. 2) наблюдается нормализация значений ПВ, ПУ и ВЭ, достоверное уменьшение на 9 % показателя ОВ и на 8 % — ПР. Лишь уровень ПН остается без динамики. Необходимо отметить, что ФЭ вызывает нормализацию ПВ и ВЭ, а также снижение на 12 % ОВ. В 1-й группе больных с кроссэктомией и во 2-й через 4 недели после ЭВЛК (табл. 3) 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 %.

Таким образом, оперативное лечение ВБ 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 ВБ, будут существенно изменять ПН. Однако у таких больных под влиянием ЭВЛК и ФЭ указанные компоненты влияют на сурфактантные свойства венозной крови, но не на структуру белка [15]. В свою очередь, лазерное облучение при ЭВЛК гипотетически способно существенно влиять

Таблица 2. Показатели физико-химических АРСК при ВБ до операции и спустя 4 недели ($M \pm m$)

Показатель	Этап обследования		Отличия этапов	
	До ЭВЛК (n = 81)	После ЭВЛК (n = 81)	t	p
ПВ, мН/м	13,40 ± 0,37	15,40 ± 0,37	4,79	< 0,001
ОВ, мПа × с	2,20 ± 0,07	2,00 ± 0,96	4,22	< 0,001
ПУ, мН/м	37,20 ± 0,99	41,90 ± 1,36	3,55	0,001
ПН, мН/м	44,30 ± 0,52	44,10 ± 0,49	0,5	0,62
ПР, с	142,40 ± 6,44	131,40 ± 5,51	2,9	0,005
ВЭ, мН/м	20,60 ± 0,96	23,50 ± 0,78	4,9	< 0,001
	До ФЭ (n = 21)	После ФЭ (n = 21)		
ПВ, мН/м	14,10 ± 0,67	15,00 ± 0,96	1,02	0,322
ОВ, мПа × с	2,50 ± 0,15	2,20 ± 0,11	2,56	0,019
ПУ, мН/м	38,90 ± 2,35	37,40 ± 2,45	0,99	0,34
ПН, мН/м	43,50 ± 0,79	43,00 ± 0,77	1,15	0,262
ПР, с	143,40 ± 14,13	145,60 ± 16,98	0,14	0,892
ВЭ, мН/м	17,50 ± 1,78	29,30 ± 10,22	1,12	0,276

Таблица 3. Показатели физико-химических АРСК при ВБ разных групп (1-й и 2-й, А и В) в процессе лечения ($M \pm m$)

Показатель	1-я группа (n = 27)		2-я группа (n = 54)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
ПВ, мН/м	13,20 ± 0,67	16,00 ± 0,64*	13,50 ± 0,45	15,10 ± 0,46*
ОВ, мПа × с	2,10 ± 0,09	2,00 ± 0,07*	2,30 ± 0,10	2,00 ± 0,07*
ПУ, мН/м	36,00 ± 1,73	43,40 ± 3,23*	37,80 ± 1,23	41,10 ± 1,27*
ПН, мН/м	43,70 ± 0,74	43,50 ± 0,69	44,60 ± 0,68	44,40 ± 0,64
ПР, с	155,70 ± 15,20	146,40 ± 15,02	135,80 ± 5,89	123,90 ± 3,21*
ВЭ, мН/м	19,40 ± 1,70	23,40 ± 1,41*	21,30 ± 1,16	23,60 ± 0,95*
	Группа А (n = 45)		Группа В (n = 36)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
ПВ, мН/м	13,40 ± 0,52	15,80 ± 0,51*	13,40 ± 0,54	14,90 ± 0,55*
ОВ, мПа × с	2,20 ± 0,09	1,90 ± 0,05*	2,30 ± 0,12	2,10 ± 0,09*
ПУ, мН/м	36,90 ± 1,35	43,30 ± 2,11*	37,50 ± 1,51	40,10 ± 1,54*
ПН, мН/м	44,10 ± 0,65	43,60 ± 0,58	44,40 ± 0,84	44,70 ± 0,82
ПР, с	130,80 ± 4,06	123,30 ± 3,11*	157,00 ± 13,28	141,60 ± 11,65
ВЭ, мН/м	22,20 ± 1,15	24,60 ± 0,90*	18,80 ± 1,55	22,20 ± 1,35*

Примечание: * — различия между показателями до и после лечения статистически достоверны ($p < 0,05$).

на дилатационные реологические характеристики сыровороточных сурфактантов [19]. Динамика параметров ПВ и ПУ крови на фоне ЭВЛК может определяться возникновением взаимоотношений концентрации и заряда сурфактантов, электролитов [20], изменением уровня в крови взвешенных плотных стойких частиц [12]. При заболеваниях артериальных сосудов показано, что если успешного лечения не происходит, то измененные показатели ПВ и ПУ положительной динамики не претерпевают [14].

Как демонстрирует многофакторный дисперсионный анализ, влияние мощности лазерного излучения при выполнении ЭВЛК у пациентов с ВБ мало воздействует на интегральную динамику физико-химических показателей АРСК. Сказанное также касается параллельно выполненной кроссэктомии и характера сопутствующей соматической патологии. Спустя 4 недели после операции (табл. 3) у больных групп А и В наблюдается восстановление показателей ПВ сыроворотки 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.

По данным выполненного анализа множественной регрессии, в группе больных А существует прямая зависимость АРСК от мощности энергии на длину и площадь просвета стриппинга, 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 ВБ через месяц

после ЭВЛК с исходными параметрами ОВ сыроворотки 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 ВБ наблюдается повышение уровней ЛП, ОВ, ТГ, ФГ, ХС, ПР, Апо-В и ПН на фоне уменьшения ПВ, ПУ и ВЭ, что отмечается у 100, 96, 74, 73, 65, 50, 44, 37, 52, 46 и 49 % соответственно от числа больных.

2. Показатели АРСК коррелируют между собой, связаны с полом (ЛП, Апо-В) и возрастом (ПВ, ПУ) пациентов, определяются усредненным диаметром сегментов ствола вены (ПР ВЭ, ФГ), длиной стриппинга (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 кроссэктомии, 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 стриппинга, причем прогностическое значение имеют исходные значения ОВ и ПУ.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии какого-либо конфликта интересов при подготовке данной статьи.

Список литературы

1. 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 / M.M. Atasoy // *Clin. Radiol.* — 2015. — Vol. 70, № 1. — P. 48-53.
2. Brzozowska A.M. On the stability of the polymer brushes formed by adsorption of ionomer complexes on hydrophilic and hydrophobic surfaces / A.M. Brzozowska, E. Spruijt, A. de Keizer, M.A. Cohen Stuart // *J. Colloid Interface Sci.* — 2011. — Vol. 353, № 2. — P. 380-391.
3. Dash U. Evidence in favor of formation of hydrophobic complexes in aqueous solution / U. Dash, P.K. Misra // *J. Colloid Interface Sci.* — 2011. — Vol. 357, № 2. — P. 407-418.
4. Douillard R. State Equation of β -casein at the air/water interface / R. Douillard, M. Daoud // *J. Coll. Interf. Sci.* — 2011. — Vol. 163. — P. 277-288.
5. Fernando R.S. Adoption of endovenous laser treatment as the primary treatment modality for varicose veins: the Auckland City Hospital experience / R.S. Fernando, C. Muthu // *NZ Med. J.* — 2014. — Vol. 127, № 1399. — P. 43-50.
6. Kao P. Volumetric interpretation of protein adsorption: Interfacial packing of protein adsorbed to hydrophobic surfaces from surface-saturating solution concentrations / P. Kao, P. Parhi, A. Krishnan, H. Noh // *Biomaterials.* — 2011. — Vol. 32, № 4. — P. 969-978.
7. Kazakov V.N. Interfacial rheology of biological liquids: application in medical diagnostics and treatment monitoring / V.N. Kazakov, O.V. Syniachenko, V.M. Kniazevich // *Interfacial rheology.* — Brill: Leiden — Boston, 2009. — P. 519-566.
8. Kelleher D. Socio-economic impact of endovenous thermal ablation techniques / D. Kelleher, T.R. Lane, I.J. Franklin, A.H. Davies // *Lasers Med. Sci.* — 2014. — Vol. 29, № 2. — P. 493-499.
9. Khodabandehlou T. Blood rheology as a marker of venous hypertension in patients with venous disease / T. Khodabandehlou, M.R. Boisseau, C. Le Devehat // *Clin. Hemorheol. Microcirc.* — 2011. — Vol. 30, № 3-4. — P. 307-312.
10. Klonizakis M. Impaired microvascular endothelial function is restored by acute lower-limb exercise in post-surgical varicose vein patients / M. Klonizakis, G. Tew, J. Michaels, J. Saxton // *Microvasc. Res.* — 2010. — Vol. 77, № 2. — P. 158-162.
11. Kohno K. Standing posture at work and overweight exacerbate varicose veins / K. Kohno, H. Niihara, T. Hamano // *J. Dermatol.* — 2014. — Vol. 41, № 11. — P. 964-968.
12. Koos E. Capillary forces in suspension rheology / E. Koos, N. Willenbacher // *Science.* — 2011. — Vol. 331, № 6019. — P. 897-900.
13. Koppensteiner R. Hemorheology and angiology / R. Koppensteiner // *Fortschr. Med.* — 2012. — Vol. 110, № 7. — P. 108-110.
14. Kotsmar C. Thermodynamics, adsorption kinetics and rheology of mixed protein-surfactant interfacial layers / C. Kotsmar, V. Pradines, V.S. Alahverdijeva, E.V. Aksenenko // *Adv. Colloid Interface Sci.* — 2009. — Vol. 150, № 1. — P. 41-54.
15. Kovalchuk V.I. Surface dilational rheology of mixed adsorption layers of proteins and surfactant at liquid interfaces / V.I. Kovalchuk, E.V. Aksenenko, R. Miller, V.B. Fainerman // *Interfacial Rheology.* — Brill Publ., Leiden, 2009. — P. 332-371.
16. Kuet M.L. Comparison of disease-specific quality of life tools in patients with chronic venous disease / M.L. Kuet, T.R. Lane, M.A. Anwar, A.H. Davies // *Phlebology.* — 2014. — Vol. 29, № 10. — P. 648-653.
17. Liu C. Phase behavior and rheological properties of salt-free cationic surfactant mixtures in the presence of bile acids / C. Liu, J. Hao, Z. Wu // *J. Phys. Chem. B.* — 2010. — Vol. 114, № 30. — P. 9795-9804.
18. Lozano Sanchez F.S. Quality of life in patients with chronic venous disease: influence of the socio-demographical and clinical factors / F.S. Lozano Sanchez, I. Sanchez Nevarez, J.R. Gonzalez-Porras // *Int. Angiol.* — 2013. — Vol. 32, № 4. — P. 433-441.
19. Lucassen-Reynders E.H. Dilational rheology of protein films adsorbed at fluid interfaces / E.H. Lucassen-Reynders, J. Benjamins, V.B. Fainerman // *Curr. Op. Coll. Interf. Sci.* — 2010. — Vol. 15. — P. 264-270.
20. Noskov B.A. Dilational surface visco-elasticity of polyelectrolyte/surfactant solutions: Formation of heterogeneous adsorption layers / B.A. Noskov, G. Loglio, R. Miller // *Adv. Colloid. Interface Sci.* — 2011. — Vol. 163, № 3. — P. 50-55.
21. Piazza G. Varicose veins / G. Piazza // *Circulation.* — 2014. — Vol. 130, № 7. — P. 582-587.
22. Pradines V. Adsorption of protein-surfactant complexes at the water/oil interface / V. Pradines, V.B. Fainerman, E.V. Aksenenko, J. Krogel // *Langmuir.* — 2011. — Vol. 27, № 3. — P. 965-971.
23. Segiet O.A. Biomolecular mechanisms in varicose veins development / O.A. Segiet, M. Brzozowa, A. Piecuch // *Ann. Vasc. Surg.* — 2014. — Vol. 30, № 10. — P. 122-127.
24. Shrestha R.G. Lipophilic tail architecture and molecular structure of neutralizing agent for the controlled rheology of viscoelastic fluid in amino acid-based anionic surfactant system / R.G. Shrestha, L.K. Shrestha, T. Matsunaga, M. Shibayama // *Langmuir.* — 2011. — Vol. 26, № 2. — P. 21-25.
25. Stoczynska K. Rheological properties of young and aged erythrocytes in chronic venous disease patients with varicose veins / K. Stoczynska, M. Kozka, H. Marona // *Clin. Hemorheol. Microcirc.* — 2013. — Vol. 17, № 4. — P. 145-152.
26. Spiliopoulos S. Endovenous ablation of incompetent truncal veins and their perforators with a new radiofrequency system. Mid-term outcomes / S. Spiliopoulos, V. Theodosiadou, A. Sotiropoulos, D. Karnabatidis // *Vascular.* — 2014. — Vol. 12, № 12. — P. 134-141.

27. Tassie E. Cost-effectiveness of ultrasound-guided foam sclerotherapy, endovenous laser ablation or surgery as treatment for primary varicose veins from the randomized CLASS trial / E. Tassie, G. Scotland, J. Brittenden // *Br. J. Surg.* — 2014. — Vol. 101, № 12. — P. 1532-1540.

28. Walma E. Varicose veins: should invasive treatment be standard? / E. Walma // *Ned. Tijdschr. Geneesk.* — 2014. — Vol. 158. — A. 8299.

29. Weiss M.A. Consensus for sclerotherapy / M.A. Weiss, J.T. Hsu, I. Neuhaus, N.S. Sadick // *Dermatol. Surg.* — 2014. — Vol. 40, № 12. — P. 1309-1318.

30. Xu J. Vascular wall extracellular matrix proteins and vascular diseases / J. Xu, G.P. Shi // *Biochim. Biophys. Acta.* — 2014. — Vol. 1842, № 11. — P. 2106-2119.

Получено 19.01.2017

Синяченко Ю.О., Самойленко Г.Є.

Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна

Адсорбційно-реологічні властивості крові при варикозній хворобі в процесі хірургічних методів лікування

Резюме. *Актуальність.* Патогенез варикозної хвороби вивчено недостатньо. Руйнування судинних матриксних білків, які піддаються протеолітичній обробці, змінюють фізико-хімічні властивості венозної крові. *Мета дослідження:* вивчити стан адсорбційно-реологічних властивостей сироватки при варикозній хворобі ніг і оцінити динаміку показників у процесі різних методів хірургічного лікування захворювання. *Матеріали та методи.* Під наглядом перебували 102 хворих (13 % чоловіків і 87 % жінок у середньому віці 52 роки), які належали до клінічного класу C2–C5. У 79 % випадків виконано ендovasкулярну лазерну коагуляцію, а в 21 % — стандартну флектомію. *Результати.* При варикозній хворобі ніг спостерігається підвищення рівнів ліпопротеїдів низької щільності, об'ємної в'язкості, тригліцеридів, фібриногену, холестерину, поверхневої релаксації на тлі зменшення поверхневої в'язкості, поверхневої пружності й модуля в'язкоеластичності, що відзначається у 100, 96, 74, 73, 65, 50, 44, 37, 52, 46 і 49 % відповідно від числа хворих. Показники адсорбційно-реоло-

гічних властивостей венозної крові корелюють між собою, пов'язані зі статтю та віком пацієнтів, визначаються усередненим діаметром сегментів стовбура вени, довжиною стріпінгу і характером супутньої патології, а такі параметри, як релаксація, міжфазна активність та 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. **Висновки.** Малопотужна лазерна абляція з випромінюванням 10 Вт і менше за 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 стріпінгу, причому прогностичне значення мають початкові значення об'ємної в'язкості та поверхневої пружності.

Ключові слова: кров; адсорбція; реологія; варикоз; лікування

Yu. O. Syniachenko, G. E. Samoilenko

Donetsk National Medical University, Lyman, Ukraine

Adsorption-rheological properties of blood in patients with varicose vein during surgical treatment

Abstract. *Background.* The pathogenesis of varicose disease has not been studied enough. Disruption of vascular matrix proteins, which undergo proteolytic processing, change the physico-chemical properties of venous blood. *Objective:* to study the serum adsorption-rheological state in varicose vein of the lower extremities and to evaluate the dynamics of the indices during surgical treatment of varicose veins. *Materials and methods.* The study included 102 patients (13 % men and 87 % women, average age 52 years old) who were treated for clinical class C2–C5. In 79 % of cases endovascular laser coagulation was performed, and in 21 % standard phlebectomy. *Results.* Varicose veins are associated with increased levels of low-density lipoprotein, the bulk viscosity, triglycerides, fibrinogen, cholesterol, surface relaxation on a background of decreased surface viscosity, surface elasticity and modulus of viscoelasticity in patients with varicose veins of lower extremities, which is observed in 100, 96, 74, 73, 65, 50, 44, 37, 52, 46 and 49 % of patients, respectively. Ve-

nous blood adsorption-rheological indicators interrelate, are associated with gender and age of patients and determined by the aggregate diameter of the segments of vein trunk, by the striping length and by the comorbidity nature. Relaxation, interphase activity and viscoelasticity parameters may have prognostic value. Integral dynamics of physical and chemical parameters does not depend on cross-section performed along with the endovenous laser coagulation, and to the first month after such operations the parameters of blood adsorption-rheological properties normalize. **Conclusions.** A low-power laser ablation with radiation 10 W or less promotes to reduction of 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. And initial values of the bulk viscosity and surface elasticity have prognostic significance.

Keywords: blood; adsorption; rheology; varicosity; treatment