

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КРОВИ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ЛЕГКИХ

М.М. Егорова¹, О.А. Овчинникова², Е.П. Петроченко², А.О. Ослякова², В.В. Якусевич¹
¹ГБОУ ВПО ЯГМА Минздрава России; ²Межвузовская гемореологическая лаборатория, Ярославль

Контакты: Владимир Валентинович Якусевич yakusevich@yandex.ru

Цель исследования — оценка макро- и микрореологических характеристик гемореологических параметров у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) и их зависимости от степени тяжести заболевания.

Материалы и методы. В исследование вошли 107 пациентов, из них 80 — с ХОБЛ I–IV степени тяжести и 27 — в качестве группы контроля. Реологическое обследование включало определение вязкости цельной крови и суспензий эритроцитов с гематокритом (Ht) 40 % в плазме и в неагрегирующей среде, вязкости плазмы. Оценку эффективности доставки кислорода к тканям проводили по формуле $TO_2 = Ht/\eta$, где η — вязкость крови. Степень агрегации эритроцитов оценивали с помощью микроскопии разбавленной крови с видеорегистрацией и компьютерным анализом изображения. Были рассчитаны индексы ригидности эритроцитов, показатели вязкости внутреннего содержимого эритроцита и эффективности транспорта кислорода в ткани.

Результаты. В группе пациентов с ХОБЛ выявлены выраженные нарушения макро- и микрореологических параметров крови. Вязкость крови при всех напряжениях сдвига была повышена на 23–27 %, а вязкость плазмы — на 21,5 % по сравнению с таковыми в группе контроля ($p < 0,001$). Достоверно выше в группе пациентов с ХОБЛ были показатели гемоглобина и гематокрита (на 9,7 и 8,8 % соответственно, $p < 0,001$). Вязкость суспензии эритроцитов со стандартным гематокритом 40 % в физиологическом растворе и в аутологичной плазме при разных напряжениях сдвига была повышена на 19,5–25,3 ($p < 0,001$) и 22–24 % ($p < 0,001$) соответственно. Отмечены значимые изменения потоковых свойств крови, что в свою очередь привело к выраженному снижению кислородтранспортной функции крови на 27,5 % ($p < 0,001$).

Заключение. У пациентов с ХОБЛ наблюдаются выраженные нарушения макро- и микрореологических параметров крови, значительно повышается вязкость цельной крови и плазмы, снижается деформируемость эритроцитов, а изменение потоковых свойств крови приводит к снижению ее кислородтранспортной функции. Однако с увеличением степени тяжести ХОБЛ соответствующего ухудшения реологических свойств крови не происходит.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких, реологические характеристики крови, индекс агрегации эритроцитов

CHARACTERISTICS OF BLOOD RHEOLOGICAL PARAMETERS IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

M.M. Egorova¹, O.A. Ovchinnikova², E.P. Petrochenko², A.O. Oslyakova², V.V. Yakusevich¹
¹Yaroslavl State Medical Academy; ²Interuniversity hemorheological laboratory

Aim — to evaluate macro- and microrheology hemorheological characteristics parameters in patients with COPD, and their dependence on the severity of COPD.

Materials and methods. The study included 107 people, 80 patients with chronic obstructive pulmonary disease I, II, III, IV degree and 27 persons as a control group. Rheological examination included determination of the viscosity of whole blood and erythrocyte suspensions with a hematocrit (HT) 40 % in plasma and non-aggregating environment, the plasma viscosity. Measuring the effectiveness of oxygen delivery to tissues produced by the formula: $TO_2 = Ht/\eta$, where η — viscosity of blood. The degree of erythrocyte aggregation was evaluated by microscopy with video recording of diluted blood, and computer image analysis. Indices of rigidity of the red blood cells were calculated, indicators of internal viscosity of red blood cell content and efficiency of transport of oxygen to the tissues.

Results. In patients with COPD were identified expressed disturbances of macro- and microrheology of blood parameters were identified. Blood viscosity at all shear stresses were increased by 23–27% compared with the control group, plasma viscosity — 21.5 % ($p < 0.001$). Indicators of hemoglobin and hematocrit (by 9.7 % and 8.8 % respectively, $p < 0,001$) were significantly higher in patients with COPD. The viscosity of erythrocyte suspension to a standard hematocrit of 40 % in saline and in autologous plasma at different shear stresses were increased by 19,5–25,3 % ($p < 0,001$) and 22–24 % ($p < 0,001$), respectively. Revealed significant changes in properties of the blood stream, which in turn led to a marked reduction in oxygen-function of the blood in 27.5 % ($p < 0.001$).

Conclusions. In patients with COPD, there are marked disturbances of macro- and microrheology of blood parameters, the viscosity of whole blood and plasma increases greatly, red blood cell deformability is reduced, and changing of the properties of the blood stream leads to decrease in its oxygen-function. However, with increasing severity of COPD, there is no corresponding worsening of blood rheology.

Key words: human immunodeficiency virus, dilated cardiomyopathy, pericardial effusion, antiretroviral therapy

Введение

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) является одной из ведущих причин заболеваемости и смертности в современном обществе и представляет значительную экономическую и социальную проблему, которая пока не имеет тенденции к улучшению [1–3]. Распространенность ХОБЛ во всех возрастных группах составляет около 1 % [4]. По данным ряда недавно выполненных исследований, частота встречаемости ХОБЛ в мире у людей старше 40 лет составляет 10,1 % (11,8 % – у мужчин и 8,5 % – у женщин) [2]. При этом заболевание часто не диагностируется, даже в экономически развитых странах выявляется не более 30 % случаев ХОБЛ [5–7]. В структуре смертности ХОБЛ находится на 4-м месте [8]. В России ХОБЛ занимает лидирующее положение в структуре распространенности заболеваний органов дыхания и составляет > 55 % всех хронических болезней дыхательной системы [9]. По официальным данным Минздравсоцразвития России, в нашей стране зарегистрировано 2,4 млн пациентов с ХОБЛ [10].

Согласно рекомендациям Американского торакального общества и Европейского респираторного общества ХОБЛ определяется как заболевание, которое можно предупредить и лечить, и характеризуется не полностью обратимой бронхиальной обструкцией. Ограничение воздушного потока обычно прогрессирует и связано с абнормальным воспалительным ответом дыхательных путей на повреждающие частицы или газы, причем основной причиной является курение. Несмотря на то что ХОБЛ поражает легкие, она также приводит к значимым системным проявлениям [11]. Хронический воспалительный процесс в бронхиальном дереве нарушает целостность эпителиального пласта и обуславливает запуск бронхоконстрикторных реакций [12]. Важная роль в развитии ХОБЛ отводится нарушениям, происходящим в микроциркуляторном русле легких и бронхов [13]. Эти изменения проявляются рано и участвуют в поддержании воспалительных реакций и развитии газотранспортных нарушений [13, 15]. Современная концепция профилактики, диагностики и лечения ХОБЛ, разработанная Всемирной организацией здравоохранения (GOLD, 2006), основана на том, что ХОБЛ относится к числу тех заболеваний, развитие которых можно предотвратить и которые успешно поддаются лечению; часто тяжесть течения и прогноз определяются экстрапульмональными проявлениями.

У пациентов с хроническими воспалительными заболеваниями легких в ответ на артериальную гипоксию наблюдается компенсаторная стимуляция эритропоэза, развитие полицитемии с повышением уровня гематокрита. Уменьшение жидкой фракции крови в значительной мере ограничивает ее текучесть и обуславливает развитие микроциркуляторных нарушений в малом круге кровообращения [16]. Уста-

новлено, что при гематокрите > 50 % риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы увеличивается в 3 раза, а смертность от них – в 6 раз, по сравнению с людьми с нормальным гематокритом [17]. Наряду с этим, при заболеваниях легких часто отмечают гиперагрегацию форменных элементов крови и как следствие – нарушение микроциркуляции [18–22], микротромбообразование, повышение легочно-артериального сопротивления. Накопленные за последние десятилетия данные свидетельствуют о том, что снижение текучести крови является независимым фактором риска развития многих заболеваний, в том числе ишемической болезни сердца. Сочетание обструктивной вентиляционной недостаточности, артериальной легочной гипертензии и гипервязкости крови приводит к недостаточности систолической функции обоих отделов сердца. По данным крупных популяционных исследований, риск смерти от сердечно-сосудистых патологий у пациентов с ХОБЛ повышен в 2–3 раза и составляет приблизительно 50 % всех смертельных случаев [23–27]. В доступной литературе данные об изменении вязкости крови при ХОБЛ немногочисленны и фрагментарны. Большой интерес представляет комплексная оценка параметров гемореологии. Повышение вязкости крови при ХОБЛ приводит к снижению эффективности доставки кислорода в ткани, и, таким образом, усугубляет течение самого заболевания. Кроме того, нарушение текучести крови при ХОБЛ, вероятно, является одним из механизмов связи ХОБЛ и сердечно-сосудистых заболеваний, наряду с курением, системным воспалением, снижением показателей функции внешнего дыхания.

Цель исследования – оценка макро- и микрореологических характеристик гемореологических параметров у пациентов с ХОБЛ и их зависимости от степени тяжести заболевания.

Материалы и методы

В исследование после подписания письменного информированного согласия были включены 107 пациентов: 80 – с ХОБЛ I–IV степени тяжести и 27 (группа контроля) – без сопутствующей патологии, которая могла бы повлиять на реологические характеристики крови (гематологические заболевания, нарушения функции печени и почек, перенесенный в течение последнего года инфаркт миокарда, стенокардия напряжения выше II функционального класса). В группе пациентов с ХОБЛ объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1) находился в пределах от 18 до 88 % (в среднем – 45,24) от должного, в группе контроля среднее значение ОФВ1 составило 101,05 %. Средний возраст пациентов – 62,9 ± 7,5 года. Всего наблюдалось 77 мужчин и 3 женщины. Средняя длительность заболевания составила 7,95 года. В контрольную группу были отобраны практи-

чески здоровые добровольцы в возрасте от 21 до 64 лет.

Среди пациентов с ХОБЛ у 5 (6 %) отмечена I, у 35 (44 %) – II, у 32 (40 %) – III и у 8 (10 %) – IV стадия заболевания по классификации GOLD (2007), основанной на постбронходилатационном значении ОФВ1. Таким образом, доля пациентов со II и III стадиями составила 84 %. Индекс курильщика в среднем составил 44 пачко-года, при этом курильщиками на момент обследования были 82,5 % пациентов, еще 12,5 % – курили в прошлом. Только 5 % больных никогда не курили.

Комплексное обследование пациентов проводилось с использованием общепринятых клинических, лабораторных и инструментальных методов для верификации диагноза и оценки степени тяжести. Специальное реологическое обследование включало определение вязкости цельной крови и суспензий эритроцитов с гематокритом (Ht) 40 % в плазме и в неагрегирующей среде, вязкости плазмы. Измерение проводилось с помощью капиллярного полуавтоматического вискозиметра. Уровень гематокрита был измерен с применением специальной микрогематокритной центрифуги TH-21 (Германия). Определение

эффективности доставки кислорода к тканям осуществляли по формуле $TO_2 = Ht/\eta$, где η – вязкость крови. Степень агрегации эритроцитов оценивали с помощью микроскопии разбавленной крови с видеорегистрацией и компьютерным анализом изображения. Были рассчитаны индексы ригидности эритроцитов, показатели вязкости внутреннего содержимого эритроцита и эффективности транспорта кислорода в ткани.

Статистическая обработка результатов проводилась стандартными методами. Данные представлены в виде $M \pm m$. Различия считали статистически значимыми при уровне $p < 0,05$.

Результаты

Основные параметры функции дыхания у пациентов с ХОБЛ и контрольной группы, полученные при проведении спирометрии, бодиплетизмографии и измерении диффузионной способности легких (DLCO), представлены в табл. 1. Изменения функции дыхания у пациентов с ХОБЛ в среднем соответствовали III степени тяжести заболевания (ОФВ1 составлял 45 % от должного значения, индекс Тиффно – 58 % от должного). Показатель DLCO (66,2 %

Таблица 1. КПоказатели функции дыхания и гемодинамики по группам (% от должных величин, $M \pm m$)

Показатель, % от должных величин	Пациенты с ХОБЛ	Группа контроля	Различия, %
ФЖЕЛ (FVC)	78 ± 2,21	102,78 ± 2,21	-24,1***
ОФВ1 (FEV1)	45 ± 1,9	102 ± 2,35	-56***
ИТ (FEV1/FVC)	58 ± 1,77	99,2 ± 1,28	-41,5***
МОС (FEF):			
25 %	22 ± 1,58	100 ± 4,33	-78***
75 %	19,5 ± 1,2	97 ± 6,62	-80***
25–75 %	22 ± 1,4	101,3 ± 4,17	-78,3***
ЕВ (IC)	75,5 ± 2,56	112 ± 3,45	-32,6***
PO _{выд} (ERV)	105,6 ± 6,43	89 ± 7,6	+19
ФОЕЛ (TGV)	154,5 ± 5,82	99 ± 3,47	+56***
ОО (RV)	187 ± 8,34	102 ± 4,33	+83***
ОЕЛ (TLC)	116,6 ± 2,84	104,4 ± 1,56	+12**
ОО/ОЕЛ (RV/TLC)	156 ± 3,78	100,2 ± 4,09	+56***
DLCO	66,2 ± 2,42	98 ± 2	-32***
DL/VA	79,2 ± 2,63	97 ± 2,58	-18***
VA	84,1 ± 1,72	102,5 ± 2,78	-18***
Raw	327,5 ± 26	74,4 ± 4,58	+340***
Gaw	32,1 ± 2,65	84 ± 5,42	-62***

Примечание. **Различия достоверны при $p < 0,01$, ***различия достоверны при $p < 0,001$. ФЖЕЛ (FVC) – форсированная жизненная емкость легких, ИТ (FEV1/FVC) – индекс Тиффно – отношение ОФВ1 к ФЖЕЛ, МОС (FEF) 25, 75, 25–75 % – максимальная объемная скорость при выдохе 25, 75, 25–75 % ФЖЕЛ, ЕВ (IC) – емкость вдоха, PO_{выд} (ERV) – резервный объем выдоха, ФОЕЛ (TGV) – функциональная остаточная емкость легких, VA – альвеолярный объем, DL/VA – отношение диффузионной способности к альвеолярному объему, Raw – бронхиальное сопротивление, Gaw – проводимость дыхательных путей.

от должного) соответствовал пограничным значениям легкой степени тяжести (60–95 %). Значения DLCO и отношение DLCO к альвеолярному объему у больных ХОБЛ были снижены по сравнению с таковыми в группе контроля на 32 и 18 % соответственно ($p < 0,001$), что свидетельствовало о деструкции альвеолярно-капиллярной мембраны, уменьшающей эффективную площадь газообмена. Подтвердить наличие эмфиземы позволило и выполнение бодиплетизмографии. Измеренные с ее помощью общая емкость легких (ОЕЛ), остаточный объем (ОО) и соотношение ОО/ОЕЛ у пациентов с ХОБЛ оказались повышенными на 12 ($p < 0,01$), 83 и 56 % ($p < 0,001$) соответственно по сравнению с данными показателями в группе контроля и составили 187, 116,6 и 156 % от должных значений. У обследованных лиц из группы контроля все показатели функции внешнего дыхания, полученные при проведении спирометрии, бодиплетизмографии и измерении диффузионной способности легких, не выходили за рамки нормальных значений.

В ходе обследования у пациентов с ХОБЛ выявлены выраженные нарушения текучести крови (табл. 2). Вязкость крови при всех напряжениях сдвига была повышена на 23–27, а вязкость плазмы – на 21,5 % по сравнению с таковыми в группе контроля ($p < 0,001$). Увеличение вязкости плазмы могло быть обусловлено повышенным уровнем фибриногена, в среднем составившим 3,7 г/л. Достоверно выше в группе пациентов с ХОБЛ оказались показатели гемоглобина и гематокрита (на 9,7 и 8,8 % соответственно, $p < 0,001$), что связано с увеличением степени гемоконцентрации (рис. 1). Прежде всего это было обусловлено повышением вязкости крови при ХОБЛ. Наряду с ухудшением макрореологических параметров, у пациентов с ХОБЛ диагностированы и микрореологические нарушения (табл. 3). Вязкость суспензии эритроцитов со стандартным гематокритом 40 % в физиологическом растворе и в аутологичной плазме при разных

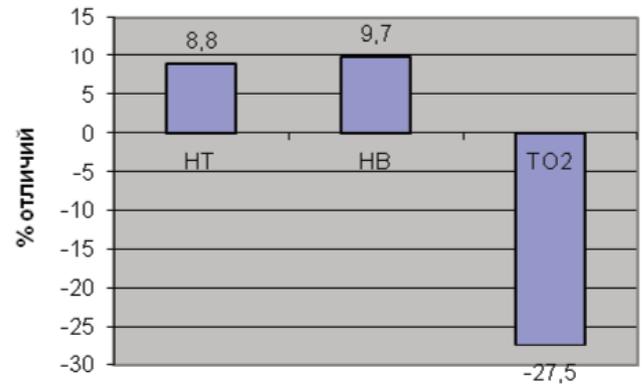


Рис. 1. Гематокрит (HT), уровень гемоглобина (HB) и индекс эффективности транспорта кислорода (TO₂) у пациентов с ХОБЛ (различия с группой контроля)

напряжениях сдвига была повышена на 19,5–25,3 ($p < 0,001$) и 22–24 % ($p < 0,001$) соответственно. Это свидетельствовало о сниженной пластичности красных кровяных клеток.

Индекс агрегации эритроцитов в группе больных был снижен на 5 %, а среднее число клеток в агрегате – на 1,7 % по сравнению с таковыми в группе контроля, однако указанные изменения оказались статистически незначимыми. Незначимыми были и изменения индексов деформируемости T_k и K, рассчитанные по формулам D. Quemada и L. Dintenfass. В группе пациентов с ХОБЛ они оказались ниже соответственно на 3 и 4,4 % ($p > 0,05$) по сравнению с данными показателями у практически здоровых добровольцев. Зафиксирована также статистически значимая тенденция к увеличению вязкости содержимого эритроцитов при ХОБЛ (на 8,7 %, $p > 0,05$).

У обследованных больных обнаружены значимые изменения потоковых свойств крови, касавшиеся как макро-, так и микрореологических характеристик. Это наглядно отражает гемореологический профиль пациентов с ХОБЛ (рис. 2). Такое потоковое пове-

Таблица 2. Макрореологические показатели крови (мПа·с) по группам (M ± m)

Показатель	Группа контроля	Пациенты с ХОБЛ	Различия, %
ВК1	5,68 ± 0,23	7,81 ± 0,18	+27
ВК2	7,32 ± 0,29	9,82 ± 0,23	+25
ВК3	9,78 ± 0,4	13,3 ± 0,32	+26
ВК4	15,5 ± 0,63	20,17 ± 0,6	+23
ВК5	29,94 ± 2,19	38,76 ± 1,5	+23
ВП1	1,82 ± 0,08	2,3 ± 0,04	+21
ВП2	2,22 ± 0,09	2,85 ± 0,04	+22

Примечание. Различия достоверны при $p < 0,001$. ВК1 – вязкость крови при высоких ($\tau = 1,06 \text{ Н/м}^2$), ВК2 – при средних ($\tau = 0,85 \text{ Н/м}^2$), ВК3 – при низких ($\tau = 0,64 \text{ Н/м}^2$), ВК4 – при низких ($\tau = 0,42 \text{ Н/м}^2$), ВК5 – при низких ($\tau = 0,21 \text{ Н/м}^2$) напряжениях сдвига, ВП1 – вязкость плазмы при величине напряжения сдвига $1,06 \text{ Н/м}^2$, ВП2 – при величине напряжения сдвига $0,85 \text{ Н/м}^2$.

Таблица 2. Макрореологические показатели крови (мПа·с) по группам (M ± m)

Показатель	Группа контроля	Пациенты с ХОБЛ	Различия, %
ВСФ1, мПа·с	2,503 ± 0,12	3,351 ± 0,09	+25***
ВСФ2, мПа·с	3,197 ± 0,16	4,093 ± 0,11	+20***
ВСФ3, мПа·с	4,23 ± 0,21	5,39 ± 0,15	+22***
ВСФ4, мПа·с	6,45 ± 0,33	8,015 ± 0,23	+20***
ВСФ5, мПа·с	11,689 ± 0,68	15,174 ± 0,51	+23***
ВСП1, мПа·с	4,522 ± 0,28	5,887 ± 0,14	+23***
ВСП2, мПа·с	5,697 ± 0,34	7,292 ± 0,18	+22***
ВСП3, мПа·с	7,584 ± 0,47	9,804 ± 0,24	+23***
ВСП4, мПа·с	11,378 ± 0,83	14,832 ± 0,38	+23***
ВСП5, мПа·с	21,593 ± 1,76	28,398 ± 0,97	+24***
МСНС, г/дл	28,4 ± 0,4	29,2 ± 0,32	+2,7*
V, отн. ед.	5,257 ± 0,3	5,759 ± 0,2	+8,7
Тк, отн. ед.	0,765 ± 0,03	0,735 ± 0,01	-3
К, отн. ед.	1,814 ± 0,06	1,738 ± 0,03	-4,4

Примечание. *Различия достоверны при $p < 0,05$; ***различия достоверны при $p < 0,001$. ВСФ1 – вязкость суспензии эритроцитов в физиологическом растворе при величине напряжения сдвига $\tau = 1,06 \text{ Н/м}^2$, ВСФ2 – при величине напряжения сдвига $\tau = 0,85 \text{ Н/м}^2$, ВСФ3 – при величине напряжения сдвига $\tau = 0,64 \text{ Н/м}^2$, ВСФ4 – при величине напряжения сдвига $\tau = 0,42 \text{ Н/м}^2$, ВСФ5 – при величине напряжения сдвига $\tau = 0,21 \text{ Н/м}^2$; ВСП1 – вязкость суспензии эритроцитов в плазме при величине напряжения сдвига $\tau = 1,06 \text{ Н/м}^2$, ВСП2 – при величине напряжения сдвига $\tau = 0,85 \text{ Н/м}^2$, ВСП3 – при величине напряжения сдвига $\tau = 0,64 \text{ Н/м}^2$, ВСП4 – при величине напряжения сдвига $\tau = 0,42 \text{ Н/м}^2$, ВСП5 – при величине напряжения сдвига $\tau = 0,21 \text{ Н/м}^2$; МСНС – средняя концентрация гемоглобина в эритроците; V – вязкость внутреннего содержимого эритроцита по P. Ross (1977), Тк – индекс деформируемости эритроцитов по L. Dintenfass (1985), К – индекс деформируемости эритроцитов по D. Quemada (1978).²

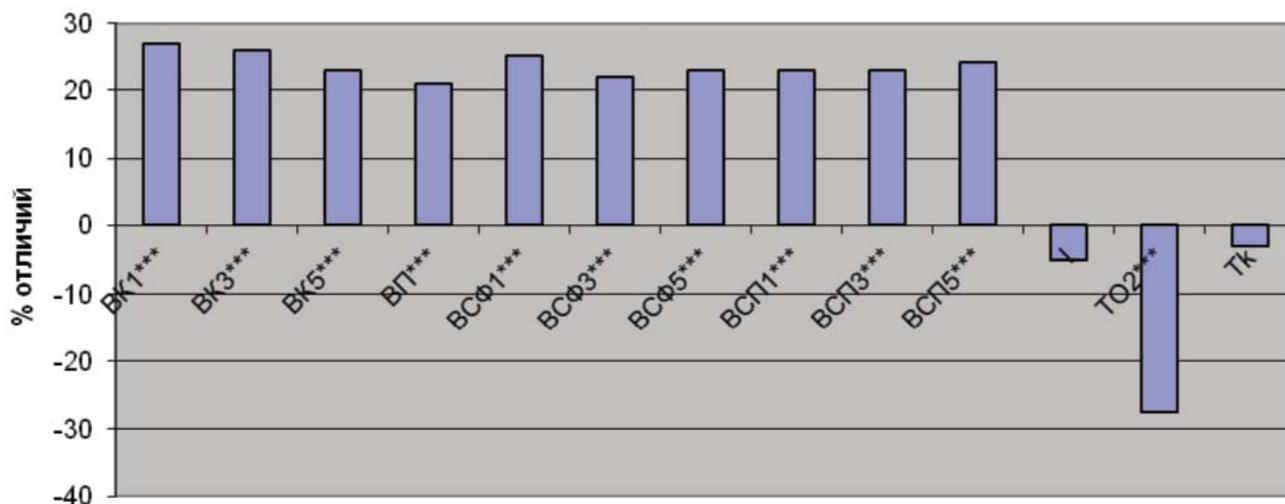


Рис. 2. Гемореологический профиль пациентов с ХОБЛ (различия с группой контроля, $p < 0,001$)
 ВП – вязкость плазмы при напряжении сдвига $1,06 \text{ Н/м}^2$

дение крови в свою очередь привело к выраженному снижению кислородтранспортной функции крови на 27,5 % ($p < 0,001$).

Обсуждение

В литературе имеются немногочисленные данные о нарушениях реологических свойств крови при хронических воспалительных заболеваниях легких. Не вызывает сомнений тот факт, что характерным является развитие полицитемии [16]. Повышение уровня гематокрита происходит в ответ на артериальную гипоксию и отражает компенсаторную реакцию организма. С одной стороны, возрастает число переносчиков кислорода в крови, однако, с другой, происходит увеличение вязкости крови и, как следствие, возникают микроциркуляторные нарушения. Ряд исследователей отметили наличие гиперагрегации эритроцитов у пациентов с хроническим легочным сердцем [19], хроническим бронхитом, а также хроническим обструктивным бронхитом в сочетании с ишемической болезнью сердца [20] или гипертензивной болезнью [22].

Нами проведена комплексная оценка гемореологических параметров пациентов с ХОБЛ. Выявлены выраженные нарушения как макро-, так и микрореологических характеристик. Так, независимо от степени тяжести ХОБЛ у пациентов зафиксировано повышение вязкости цельной крови, плазмы, вязкости суспензии эритроцитов со стандартным гематокритом 40 % в физиологическом растворе и в аутологичной плазме. В среднем различия всех гемореологических параметров в группе больных составили 21–27 % по сравнению с таковыми в группе контроля. Для эффективного обеспечения газотранспортной функции крови эритроциты должны свободно проходить через микроциркуляторное русло, что зависит от их способности к упругим изменениям размеров и формы. О снижении деформируемости эритроцитов свидетельствовало повышение вязкости цельной крови

при высоких напряжениях сдвига. При этом происходит полное разрушение физиологических агрегатов, и текучесть крови в большей степени характеризуется механическими свойствами эритроцитов. Снижение пластичности красных кровяных клеток подтверждалось и повышенной вязкостью суспензии эритроцитов. Влияние плазмы исключалось двукратным отмыванием эритроцитов и использованием физиологического раствора в качестве суспензионной среды. При этом статистически значимых изменений агрегации, индекса деформируемости не отмечено.

Несмотря на, казалось бы, благоприятное изменение уровня гемоглобина и гематокрита, индекс эффективности транспорта кислорода у пациентов с ХОБЛ был значительно ниже (на 27,5 %, $p < 0,001$), чем у здоровых лиц.

Выраженность нарушений реологических параметров не нарастает синхронно с увеличением степени тяжести заболевания. Причиной, возможно, является включение компенсаторных механизмов в виде стимуляции эритропоэза уже при I и II степени тяжести заболевания. При тяжелой и крайне тяжелой степени ХОБЛ происходит истощение приспособительных реакций, а также развитие системных проявлений (снижение питательного статуса, анемия, нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата).

Заключение

У больных ХОБЛ наблюдаются выраженные нарушения макро- и микрореологических параметров крови, значительно повышается вязкость цельной крови (на 23–27 %) и плазмы (на 21,5 %), снижается деформируемость эритроцитов, а изменение потоковых свойств крови приводит к снижению ее кислородтранспортной функции. Однако с увеличением степени тяжести ХОБЛ соответствующего ухудшения реологических свойств крови не происходит.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chen J.C., Mannino D.M. Worldwide epidemiology of chronic obstructive pulmonary disease. *Curr Opin Pulm Med* 1999;5:93–9.
2. Mannino D.M., Homa D.M., Akinbami L.J., et al. Chronic obstructive pulmonary disease surveillance – United States, 1971–2000. *Morbid Mortal Wkly Rep* 2002;51:1–16.
3. Pauwels R.A., Rabe K.F. Burden and clinical features of chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Lancet* 2004;364:613–20.
4. Chapman K.R., Mannino D.M., Soriano J.B., et al. Epidemiology and costs of chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2006;27:188–207.
5. Buist A.S., McBurnie M.A., Vollmer W.M., et al. BOLD Collaborative Research Group. International variation in the prevalence of COPD (the BOLD Study): a population-based prevalence study. *Lancet* 2007;370:741–50.
6. Siafakas N.M., Vermeire P., Pride N.B., et al. Optimal assessment and management of chronic obstructive pulmonary disease (COPD). The European Respiratory Society Task Force. *Eur Respir J* 1995;8:1398–420.
7. Stang P., Lydick E., Silberman C., et al. The prevalence of COPD: using smoking rates to estimate disease frequency in the general population. *Chest* 2000;117(Suppl 2):354–9.
8. WHO. Burden of COPD. Available from: <http://www.who.int/respiratory/copd/burden/en/index.html> (по состоянию на 22.06.2006).
9. Качество жизни у больных бронхиальной астмой и хронической обструктивной болезнью легких. Под ред. А.Г. Чучалина. М.: Атмосфера, 2004.
10. Инфекционное обострение ХОБЛ: практические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике. Пособие для врачей. МЗ РФ, РРО, МАКМАХ, 2005. http://www.antibiotic.ru/files/pdf/copd_2005_project.pdf
11. Авдеев С.Н. Хроническая обструктивная болезнь легких как системное заболевание. *Пульмонология* 2007;(2):104–16.
12. Barnes P.J. Mediators of chronic

obstructive pulmonary disease. *Pharmacol Rev* 2004;56:515–48.

13. Амосов В.И., Золотницкая В.П., Лукина О.В. и др. Микроциркуляторные дисфункции у больных хронической обструктивной болезнью легких. *Регион кровообращ и микроцирк* 2005;(3):41–5.

14. Кириллов М.М., Присяжнюк И.В., Шаповалова Т.Г. и др. Влияние медикаментозной терапии бронхиальной астмы на систему микроциркуляции и гемостаз. *Пульмонология* 2002;12(2):17–22.

15. Чучалин А.Г. Хронические обструктивные болезни легких. М.: Бином, 2000.

16. Александров О.В. Вопросы классификации и лечения хронического легочного сердца. *Рос мед журн* 1998;(6):60–2.

17. Гуменюк Н.И., Ломтева Н.А. Реологические свойства крови у больных с хроническим легочным сердцем. *Український пульмонологічний журнал* 2004;(4):60–1.

18. Бурдули Н.М., Аксенова И.З. На-

рушение агрегации тромбоцитов при хроническом обструктивном бронхите и роль лазеротерапии в их коррекции. *Клин мед* 2004;82(8):34–7.

19. Гаврисюк В.К., Ячник А.И. Хроническое легочное сердце. Киев, 1997.

20. Гуменюк Н.И., Лишневецкая В.Ю. Влияние реосорбилакта на реологические свойства крови у больных ишемической болезнью сердца и хроническим обструктивным бронхитом. *Український пульмонологічний журнал* 2003;(3):38–40.

21. Ковальчук Т.А., Шохова М.А. Эффективность применения антагониста рецепторов ангиотензина II у пациентов с профессиональным бронхитом и сопутствующей артериальной гипертензией. *Український пульмонологічний журнал* 2003;(2):204–8.

22. Синяченко О.В., Гольденберг Ю.М., Костина В.Н. Нарушения свойств крови при хроническом бронхите, гипертонической болезни и их сочетании.

Кровообіг та гемостаз 2006;(3):54–7

23. Camilli A.E., Robbins D.R., Lebowitz M.D. Death certificate reporting of confirmed airways obstructive disease. *Am J Epidemiol* 1991;133:795–800.

24. Jousilahti P., Vartiainen E., Puska P. Symptoms of chronic bronchitis and the risk of coronary disease. *Lancet* 1996;348(9027):567–72.

25. Engstrom G., Wollmer P., Hedblad B. et al. Occurrence and prognostic significance of ventricular arrhythmia is related to pulmonary function: a study from "men born in 1914", Malmo, Sweden. *Circulation* 2001;103:3086–91.

26. Huiart L., Ernst P., Suissa S. Cardiovascular morbidity and mortality in COPD. *Chest* 2005;128:2640–6.

27. Rosengren A., Wilhelmsen L. Respiratory symptoms and long-term risk of death from cardiovascular disease, cancer and other causes in Swedish men. *Int J Epidemiol* 1998;27:962–9.