

ГЕМОРЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ЦИРКУЛЯТОРНЫЕ РАССТРОЙСТВА У БОЛЬНЫХ С ОСТРОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ И ВЕНОЗНОЙ НЕПРОХОДИМОСТЬЮ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЮ

УДК 616.151.5-089

Александрова А.П.: ведущий научный сотрудник, д.б.н., профессор

ГБУЗ города Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия

RHEOLOGICAL AND CIRCULATORY DISORDERS IN PATIENTS WITH ACUTE ARTERIAL AND VENOUS OBSTRUCTION AND MODERN APPROACHES TO THEIR RECOVERY

Alexsandrova A.P.

Введение

Непосредственной движущей силой, обеспечивающей системный кровоток, принято считать разность кровяного давления между проксимальным и дистальным участком сосудистого русла. Движению крови в кровеносной системе препятствует сопротивление, которое помимо собственно тонуса сосудистой стенки, создается реологическими свойствами крови, в том числе, таким параметром гемореологии, как вязкость крови [1, 2]. Возрастание вязкости крови вызывает снижение скорости кровотока, приводит к дефициту кислорода, накоплению токсических метаболитов в тканях, снижению венозного возврата и увеличению нагрузки на сердце [3, 4, 5].

В литературе встречаются работы, посвященные изучению взаимосвязи реологических свойств крови и показателей центральной гемодинамики. Однако они освещают узкие аспекты влияния отдельных параметров реологии крови лишь на такие показатели производительности сердца как сердечный выброс и ударный объем [6].

В этой связи целью настоящей работы было изучение характера связей, существующих между вязкостью крови и состоянием системной гемодинамики у больных с заболеванием артериальной и венозной системы.

В основу работы положены результаты исследования вязкостных и гемодинамических параметров у 47 больных с острым тромбозом магистральных артерий и у 49 больных с острым тромбозом магистральных вен. Работа выполнена в московском научно-практическом центре медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины департамента здравоохранения г. Москвы.

Материал и методы исследования:

Среди больных с острым тромбозом магистральных артерий была 21 женщина и 26 – мужчин в возрасте от 47 до 72 лет. Длительность заболевания у больных составляла от нескольких недель до нескольких месяцев. При поступлении у 11 больных была отмечена ишемия напряжения, у 19 – ишемия I-ой степени и у 17 больных – ишемия II-ой степени.

Среди больных с острым тромбозом магистральных вен было 23 – женщины и 26 – мужчин в возрасте

от 20 до 60 лет. В 75% случаев у этих больных был установлен распространенный илиофemorальный тромбоз, у остальных – распространенный тромбоз глубоких вен голени. Срок заболевания варьировал от 24 часов до 30 суток.

В процессе выполнения настоящего исследования были использованы общепринятые методы оценки кардио- и гемодинамики и метод вискозиметрии для определения структурной вязкости крови. Вискозиметрия производилась на вискозиметре Rotovisko RV-100 фирмы «Haake» (Германия).

Результаты и их обсуждение

При исследовании вязкости крови у больных с острым тромбозом магистральных артерий была прослежена явная зависимость показателей вязкости крови от степени ишемии; было установлено, что при ишемии напряжения (19% от общего числа обследованных больных) и у больных с I-й степенью ишемии (44% больных) вязкость крови статистически достоверно не отличается от вязкости крови практически здоровых людей. У больных со II-ой степенью ишемии (37% больных) вязкость крови на 123% выше, чем у больных с I-й степенью ишемии.

Повышение вязкости крови у больных с острым тромбозом магистральных артерий с высокой степенью ишемии сопровождалось статистически достоверным ростом общего периферического сопротивления сосудистого русла на 38% от нормы, снижением минутного объема сердца и сердечного индекса на 14% соответственно (табл.1).

В силу физиологических особенностей функционального состояния венозной системы скорость кровотока в ней значительно снижена по сравнению с артериальным руслом.

При исследовании вязкости крови у больных с острым тромбозом магистральных вен было выявлено три группы больных, различающихся по степени отклонения вязкостных параметров крови от нормы.

В первой группе вязкость крови не отличалась от параметров вязкости крови практически здоровых людей. Во второй группе вязкость крови превышала норму на 195%. Максимальные отклонения вязкостных параметров крови отмечались в третьей группе,

Таблица 1. Показатели гемодинамики и вязкости крови у обследованных больных

Показатели Группы больных	Скорость по малому кругу кровообращения (м/сек)	Скорость по большому кругу кровообращения (м/сек)	МОС (л/мин)	ОЦК (л)	СИ	ОПС (дин х см/сек-5)	Вязкость крови (сПз)
Норма	4,4+/-0,38	16,4+/-0,78	8,17+/-0,5	4,85+/-0,14	4,04+/-0,14	859,8+/-43,2	18,9+/-0,94
Острый тромбоз магистральных артерий (n=47)	5,2+/-0,47 P > 0,05	13,9+/-1,9 P > 0,05	7,07+/-0,11 P < 0,05	4,7+/-0,11 P > 0,05	3,51+/-0,17 P < 0,05	1190+/-117 P < 0,01	46,6+/-6,7 P < 0,05
Острый тромбоз магистральных вен (n=49)	4,65+/-0,5 P > 0,05	16,3+/-2,16 P > 0,05	6,76+/-0,5 P < 0,05	4,93+/-0,25 P > 0,05	3,52+/-0,15 P < 0,05	1351+/-172 P < 0,01	4,27+/-0,49 P < 0,01

где ее абсолютное значение составляло 117 сантипуаз (сПз).

Вязкостным изменениям крови в группе больных с острым тромбозом магистральных вен соответствовало статистически достоверное повышение общего периферического сопротивления на 57%, снижение минутного объема сердца на 18% и снижение сердечного индекса на 13% ($P < 0,05$).

Вязкость крови является интегральным показателем, зависящим от многих составляющих реологии крови и характеризующих в целом ее текучесть в системе макро- и микроциркуляции [7].

Мы не рассматривали в данной работе особенности механизма повышения вязкости крови при различных нозологических формах, а пытались выявить те патологические пороговые значения вязкости крови, начиная с которых текучесть крови влияет на показатели гемодинамики.

С этой целью нами был проведен корреляционный анализ между вязкостными параметрами крови и показателями центральной гемодинамики. Было установлено, что между ними существует тесная корреляционная связь, и по всем параметрам в исследуемых группах больных с различными нозологическими формами значение коэффициента корреляции находится в пределах от 0,24 до 0,9 (табл 2).

Для установления порогового значения вязкости крови в определении ее патологического влияния на состояние гемодинамики все показатели вязкости крови всех обследованных нами больных были объединены в одну группу и затем разделены по степени ее возрастания в каждой последующей группе на 10%.

В результате проведенной статистической обработки полученных при таком разделении вязкостных параметров крови и сопоставления их с изменением показателей гемодинамики мы установили, что увеличение вязкости крови на 60–90%, сопровождается ростом общего периферического сосудистого сопротивления в среднем на 47,7%. Пороговой величиной, с которой начинается статистически достоверное изменение большинства показателей центральной гемодинамики, является повышение вязкости крови на 100%. При этих изменениях выявлено снижение минутного объема сердца на 14%, сердечного индекса на 12% и ОПС – на 59% ($p < 0,05$).

При изменении вязкостных параметров крови в интервале от 100% до 200% отмечается тенденция к замедлению скорости кровотока по малому кругу и достоверное снижение ее по большому кругу кровообращения на 14% по сравнению с нормой. Показатели

производительности сердца – минутный объем сердца и сердечный индекс снижаются на 11% и 12% соответственно при тех же патологических пороговых значениях вязкости крови.

Дальнейшее увеличение вязкостных характеристик крови на 250% и 300% соответственно сопровождается достоверным снижением скорости кровотока по малому кругу кровообращения в среднем на 27% и по большому – на 20%, падению минутного объема сердца и сердечного индекса на 31% и на 34% соответственно ($p < 0,05$).

Повышение вязкости крови больше, чем на 300%, сопровождается наиболее грубыми гемодинамическими нарушениями: общее периферическое сопротивление повышается на 85% по сравнению с нормой, скорость кровотока по большому и малому кругу кровообращения снижается на 30%, минутный объем сердца и сердечный индекс падает на 43% ($p < 0,05$).

Использованный в данном исследовании метод вискозиметрии позволяет создавать модели течения крови, которые по своим физическим характеристикам максимально приближаются к тем, что образуются при движении крови в организме на всех уровнях сосудистого русла в норме и патологии. То сдвигающее усилие, которое задается вискозиметром и та средняя линейная скорость (сумма всех скоростей сдвига в потоке), с которой кровь движется в кювете прибора, с достаточно высокой точностью приближаются к условиям кровотока в период изгнания крови из сердца и продвижения ее по сосудам. Поэтому, чем больше выражена разница между вязкостными параметрами крови, измененными при низких и высоких скоростях сдвига, тем предположительно выше компенсаторные возможности сердца и сосудов, обуславливающих нормальные физические характеристики кровотока в магистральных сосудах.

Именно этим объясняется тот факт, что в группе обследованных нами больных, где структурная вязкость крови была на 60% выше нормы, при моделировании в вискозиметре высоких скоростей сдвига, последняя редуцировалась на 87% ($P < 0,05$). При этом у больных все показатели ЦГД, за исключением общего периферического сопротивления, были в пределах физиологической нормы. По-видимому, в данном случае производительность сердца, артериальное давление и выраженность сосудистого тонуса в состоянии противостоять аномальному поведению крови в магистральном кровотоке и поддерживать в норме физические характеристики кровотока. Однако, по мере прохождения крови по сосудам микроциркуляторного русла сдви-

Таблица 2. Коэффициенты корреляции взаимосвязи показателей ЦГД и вязкости крови у больных с тромбозом магистральных артерий и вен

Показатели гемодинамики	Скорость по малому кругу кровообращения (м\сек)	Скорость по большому кругу кровообращения (м\сек)	МОС (л\мин)	ОЦК (л)	СИ	ОПС (дин х см\сек-5)	Вязкость крови (сПз)
Структурная вязкость крови у больных с острым тромбозом магистральных артерий (n=47)	0,9+/-0,026 P < 0,05	0,95+/-0,05 P < 0,05	0,9+/-0,026 P < 0,05	0,24+/-0,12 P < 0,05	0,94+/-0,015 P < 0,05	0,88+/-0,03 P < 0,05	18,9+/-0,94
Структурная вязкость крови у больных с острым тромбозом магистральных вен (n=49)	0,4+/-0,11 P < 0,05	0,65+/-0,07 P < 0,05	-0,59+/-0,08 P < 0,05	0,17+/-0,12 P < 0,05	-0,71+/-0,6 P < 0,05	0,47+/-0,10 P < 0,05	46,6+/-6,7 P < 0,05
Острый тромбоз магистральных вен (n=49)	4,65+/-0,5 P > 0,05	16,3+/-2,16 P > 0,05	6,76+/-0,5 P < 0,05	4,93+/-0,25 P > 0,05	3,52+/-0,15 P < 0,05	1351+/-172 P < 0,01	4,27+/-0,49 P < 0,01

гающее усилие падает и сопротивление току крови возрастает пропорционально ее вязкости. Поэтому именно повышенной вязкостью крови можно объяснить рост общего периферического сопротивления сосудистого русла, при том, что все остальные показатели центральной гемодинамики находятся в пределах нормы.

Корреляционный анализ, продемонстрировавший наличие тесной взаимосвязи между основными параметрами центральной гемодинамики и вязкостью крови в каждой исследуемой группе больных, позволил выявить наличие общих закономерностей, в соответствии с которыми происходят изменения в состоянии системной гемодинамики и реологии крови. Эти закономерности гласят: чем грубее гемодинамические расстройства, тем выше степень гемореологических сдвигов, тем они сильнее изменяют характеристики кровотока, тем ниже производительность сердца, тем меньше возможность гемодинамики противостоять повышенному структурированию крови [8, 9].

В то же время достаточно высокое значение пороговой величины вязкости крови, начиная с которой проявляется ее патологическое влияние на состояние системной гемодинамики, указывает на то, что последняя представляет собой достаточно устойчивую систему, способную обеспечивать нормальную циркуляцию крови даже при наличии выраженных изменений в гомеостазе вследствие патологического состояния организма. По мере истощения запасов резервных механизмов, системная гемодинамика не только не в состоянии корректировать изменения в состоянии реологических свойств крови, но и сама начинает испытывать на себе их повреждающее воздействие. Об этом свидетельствуют наши исследования о том, что каждое последующее сверхпороговое увеличение вязкости крови, сопровождается прогрессивными изменениями в системе макро- и микрогемодинамики.

Особого внимания заслуживает тот факт, что пороговое значение аномальной вязкости крови не зависит от нозологической формы и отражает неспецифическую связь между состоянием реологических свойств крови и основными параметрами системной гемодинамики.

У больных с тромбозом магистральных артерий в 80% случаев в анамнезе, как правило, имеется гипертоническая болезнь и атеросклеротические изменения сосудистой стенки. Поэтому те гемореологические нарушения, которые были выявлены у больных с острым артериальным тромбозом, являются их следствием.

Что касается венозной патологии, то эта взаимосвязь складывается несколько по-другому. Удвоение путей оттока в венозном русле компенсирует понижение скорости кровотока и давление крови, а также слабую способность венозных стенок к сокращению. В этих условиях вязкость крови приобретает первостепенное значение, так как, если она будет повышена, то венозный возврат, МОС, СИ и АД будут зависеть от состояния резистивности венозной стенки, работы мышечно-венозной помпы и насосной функции сердца. При наличии признаков недостаточности хотя бы одного из перечисленных механизмов аномальная вязкость крови незамедлительно скажется на параметрах ЦГД.

Таким образом, в результате проведенных исследований нами было установлено, что среди больных с острой артериальной и венозной непроходимостью существуют три категории больных: больные с нормальными показателями вязкости крови и нормальными показателями гемодинамики; больные с повышенной вязкостью крови и нормальными показателями гемодинамики; больные с грубыми изменениями вязкости крови и выраженными изменениями в состоянии центральной гемодинамики.

Существует пороговая величина возрастания структурной вязкости крови выше которой проявляется следующая закономерность: каждое последующее повышение вязкости крови на 50% от порогового сопровождается изменением на 6–7% основных гемодинамических параметров от нормы.

Тесная взаимосвязь между вязкостью крови и основными параметрами гемодинамики, а также их взаимовлияние друг на друга, не является специфическим для какой-то конкретной хирургической патологии, ибо она прослеживается при объединении всех обследованных нами больных в одну группу и последующей их перегруппировкой по степени возрастания у них вязкости крови.

Практическая значимость полученных нами результатов определяется тем, что с помощью корреляционного анализа была установлена роль гемореологических расстройств как фактора риска развития декомпенсации кровообращения при различных хирургических заболеваниях.

Так как основной целью восстановительной медицины является оценка уровней функциональных резервов организма, создание системы, обеспечи-

вающей процессы формирования и восстановления здоровья человека, то выявленные нами закономерности, в соответствии с которыми у больных с острым тромбозом магистральных артерий и вен развиваются гемореологические нарушения, должны учитываться при разработке реабилитационных мероприятий у всех больных с выраженными нарушениями текучести крови в системе микро – и макроциркуляции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Баев В.М., Шарапова Н.В. // Вязкость крови как регулятор артериального давления// – Тромбоз, гемостаз и реология. – 2011. – № 4. – С. 10–14.
2. Соколова А.И., Кошелев В.Б. // Синдром повышенной вязкости крови // – Технологии живых систем. – 2011, Т. 8. – № 6. – С. 78–81.
3. Бобровникий И.П., Лебедева О.Д., Яковлев М.Н. // Оценка функциональных резервов организма и выявление групп риска распространенных заболеваний// – Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2011. – №6. – С. 40–43.
4. Левин Г.Я., Кудрицкий С.Ю., Изумрудов М.Р. // Корреляция изменений гемореологии и микроциркуляции при синдроме диабетической стопы // – 2011. – Т. 10. – № 3. – С. 44–48.
5. Левичева Е.Н., Каменская О.В., Логинова И.Ю. // Резервные возможности микроциркуляторного кровотока периферических тканей при циркуляторной гипоксии// Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2012. – Т. 11. – №3. – С. 34–38.
6. Васильев А.П., Стрельцова Н.Н., Секисова М.А. // Функциональные особенности микроциркуляторной картины у больных артериальной гипертензией и их прогностическое значение// – Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2011. – Т. 10. – № 5. – С. 14–19.
7. Сичинава Н.В., Нувахова М.Б., Яшина И.В., и др. // Коррекция микроциркуляторных нарушений у больных вертеброгенными радикулопатиями//Вестник восстановительной медицины. – 2012. – № 3. – С. 41–44.
8. Жуков Б.Н., Костяева Е.В., Костяев Б.Е., и др. // Проблемы реабилитации и восстановительной терапии у больных, перенесших тромбоз глубоких вен нижних конечностей//Вестник восстановительной медицины. – 2009. – № 4 – С. 54–58.
9. Московцева Н.И. // Алгоритм прогнозирования повторных инфарктов миокарда//Вестник восстановительной медицины. – 2012. – № 2. – С. 64–65.

РЕЗЮМЕ

Между вязкостью крови и ее текучестью существует тесная взаимосвязь: чем выше вязкость крови, тем существеннее нагрузка на сердце. Реализация связи между вязкостью крови и основными параметрами системного кровообращения у больных с сосудистыми заболеваниями первоначально осуществляется в системе микроциркуляции посредством увеличения общего периферического сопротивления сосудистого русла, затем продолжается в венозном звене циркуляции через снижение венозного возврата, падение минутного и ударного объема сердца и, наконец, через замедление скорости кровотока по большому и малому кругу кровообращения. Патологическое влияние гемореологических нарушений на показатели системной гемодинамики тем выше, чем больше представлены в анамнезе больных сердечно-сосудистые заболевания.

Ключевые слова: вязкость крови, реология крови, текучесть крови, гемодинамика, системное кровообращение, острый тромбоз магистральных вен и артерий.

ABSTRACT

State hyperviscosity blood in the body is a constant strain on the heart and circulatory system. The close interrelations between the viscosity of blood and the basic parameters of systemic hemodynamics and their mutual influence in each other is not specific to any particular fact-nosology and caused the physical laws of hydrodynamics. Pathological effect on the performance hemorheological disorders of blood circulation system: the higher the , the better represented in the history of patients with cardiovascular disease.

Key words: blood viscosity, blood rheology, blood flow, hemodynamics, systemic circulation, acute thrombosis of arteries and veins.

Контакты:

Александрова Наталья Павловна. E-mail: ANatalyP@yandex.ru