



РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В МЕДИЦИНЕ

Выпуск 2

РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ХИРУРГИИ РАМН
Россия 119874 Москва, Абрикосовский пер., 2
РЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО им. Г.В.ВИНОГРАДОВА

Институт нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева РАН
Россия 117912 Москва Ленинский пр-т, 29. тел. (095) 955 4235; (095) 955 4388
<http://rheo.ips.ac.ru>

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ «ГЕМОСТАЗ И РЕОЛОГИЯ»
<http://www.aha.ru/~hemostas>
E-mail: hemostas@aha.ru

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В МЕДИЦИНЕ
Выпуск 2

Под редакцией
профессора И.И.Дементьевой

Russian Research Centre of Surgery
Vinogradov Rheologic Society
Information Project «Hemostasis and Rheology»

MEDICAL RHEOLOGIC RESEARCHES
Vol.2

Editor: I.I.Dementieva, Prof., D.Sci.

В сборник включены материалы исследований в области
биомедицинской реологии, выполненных в период 1995 - 2000 гг.
При публикации были сохранены авторские иллюстрации.

Макет, информационная и техническая
поддержка:
Проект «Гемостаз и реология»
<http://www.aha.ru/~hemostas>
E-mail: hemostas@aha.ru
Тел. (095) 248 0517

© РНЦХ РАМН
Москва 2000

Кручинский Н.Г., Тепляков А.И., Теплякова Д.В., Чегерова Т.И., Коваленко С.Д., Прокопович А.С., Хохлова В.Л., Ковалева Л.Н., Остапенко В.А.

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НИЗКОУРОВНЕВОЕ РАДИАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ И СТРУКТУРНО- ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭРИТРОЦИТОВ У ПАЦИЕНТОВ С АТЕРОСКЛЕРОЗОМ

Белорусский НИИ экологической и профессиональной патологии, г. Могилев, Республика Беларусь

Введение. Современные концепции патогенеза атеросклероза указывают, что он представляет собой хронический пролиферативно-воспалительный процесс сосудистой стенки, который развивается при длительной биофизической и/или биохимической альтерации эндотелия с включением сосудисто-тромбоцитарного гемостаза “в ответ на повреждение”. В процессе прогрессирования повреждения сосудистой стенки и осложняющего его тромбообразования чрезвычайно важная роль принадлежит взаимодействию активированных форменных элементов крови с сосудистой стенкой посредством биохимических (медиаторы и коагуляционный гемостаз) и биофизических (гемореология) механизмов. Среди важнейших биофизических констант ключевое значение имеет эффективность гемодинамики и реологические свойства крови.

Результаты эпидемиологических исследований, инициацию которых в нашей республике дала катастрофа на Чернобыльской АЭС, показали опережающий рост смертности от сердечно-сосудистой патологии у различных категорий населения, пострадавшего от аварии, сопровождающийся увеличением как частоты, так и уровнем значимости всех классических факторов риска развития атеросклероза.

Более того, в настоящее время широкое применение находят промышленные и исследовательские гамма-излучатели, а в медицине - терапевтические установки, рентгеновская аппаратура и изотопные методы исследования. Представляется естественным, что неблагоприятный радиоэкологический прессинг имеет общие черты с профессиональным воздействием ионизирующей радиации. Эта проблема в настоящее время остается практически не исследованной.

Объект и методы исследования.

Объектом настоящего исследования явились 295 человек, подвергающихся профессиональному воздействию ионизирующей радиации в малых дозах. Средний стаж работы во вредных условиях труда составил 11.5 ± 3.45 года. Средний возраст на момент обследования - 45.70 ± 5.3 года.

Для сравнительного анализа возможного неблагоприятного эффекта профессионального и экологического низкоуровневого радиационного воздействия группой сравнения послужили 198 пациентов с различными (острыми и хроническими) клиническими вариантами течения атеросклероза. В ее структуре 77 ликвидаторов аварии на ЧАЭС 1986 года (группа 1) и 54 пациента, постоянно проживающих на территориях, загрязненных радионуклидами (группа 2). Остальные 67 пациентов, проживающие на радиоэкологически благоприятных территориях, составили контрольную группу.

Методы оценки реологических свойств крови

Гемореологическое исследование проводилось на ротационном вискозиметре АКР-2 (МП “Комед”, Москва) с определением вязкости крови в широком диапазоне скоростей сдвига ($200, 100, 50, 20 \text{ с}^{-1}$) при стандартном гематокрите (0.45 л/л) с расчетом индексов агрегации (отношение вязкости крови при скорости сдвига 20 с^{-1}

к вязкости при скорости сдвига 100 с^{-1}) и деформируемости эритроцитов (отношение значений вязкости крови при 200 с^{-1} к значениям при 100 с^{-1}).

Суспензионная стабильность крови изучена с помощью построения гемореологических кривых с учетом значений характеристической вязкости, предложенной Е.В.Ройтманом.

Результаты

Результаты вискозиметрического исследования в широких диапазонах скоростей сдвига и изучения основных показателей эритроцитограммы приведены в таблице. Исследование значений вязкости крови показало статистически значимое повышение этого параметра во всем диапазоне скоростей сдвига (200, 100, 50, 20 $1/\text{с}$) во второй группе как по сравнению с первой, третьей, так и контрольной. Таким образом, третья группа оказывается в промежутке между второй и контрольной по практически всем исследуемым диапазонам значений вязкости крови.

Первая группа характеризовалась более низкими значениями вязкости крови, которые достоверно не отличались от средних значений, полученных в контрольной. Тем не менее, первая группа пациентов характеризуется достоверным повышением количества эритроцитов по сравнению с контрольной.

Состояние реологических свойств крови и структурно-функциональных параметров эритроцитов при низкоуровневом радиационном воздействии различного генеза
($\bar{X} \pm \text{SD}$)

Вязкость крови при скорости сдвига				
200 $1/\text{с}$, сПз	4.03 ± 0.46	6.38 ± 2.40	5.07 ± 0.058	4.40 ± 1.94
При 100 $1/\text{с}$, сПз	4.29 ± 1.75	7.12 ± 3.05	5.58 ± 0.53	4.71 ± 2.27
При 50 $1/\text{с}$, сПз	4.75 ± 2.51	7.92 ± 3.80	6.37 ± 0.97	5.15 ± 2.68
При 20 $1/\text{с}$, сПз	5.82 ± 3.35	8.34 ± 3.99	7.53 ± 1.28	6.11 ± 3.68
Индекс деформируемости эритроцитов, у.е.	1.05 ± 0.07	1.06 ± 0.11	1.17 ± 0.13	1.09 ± 0.14
Индекс агрегации эритроцитов, у.е.	1.16 ± 0.33	1.16 ± 0.36	1.26 ± 0.13	1.25 ± 0.28
Количество эритроцитов, $10^{12}/\text{л}$	4.61 ± 0.46	4.45 ± 0.46	4.66 ± 0.46	4.39 ± 0.43
Средний объем эритроцита, фл	91.02 ± 5.51	89.50 ± 3.43	87.77 ± 8.17	91.04 ± 6.64
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, %	32.63 ± 2.00	31.96 ± 1.27	29.75 ± 1.82	32.83 ± 1.70
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	29.65 ± 2.61	28.60 ± 1.72	33.03 ± 2.35	29.91 ± 2.34

Примечание: все параметры в 3-й группе статистически значимо отличаются от остальных групп.

С учетом того, что достоверных различий по полу и возрасту между всеми группами пациентов не получено, этот параметр соответствует развитию эритроцитоза, направленного на усиление кислородтранспортной функции крови как результат компенсаторных реакций в ответ на активацию, вероятнее всего обусловленную ишемией.

В третьей группе обнаружено достоверное повышение индекса агрегации эритроцитов и снижение способности к деформации в потоке, превышающие

таковые во второй. Причины обнаруженных феноменов при профессиональном воздействии ионизирующей радиации, связанные с достоверным ухудшением структурно-функциональных параметров эритроцитов, остаются неясными.

Первая группа пациентов характеризуется достоверным повышением количества эритроцитов и снижением суспензионной стабильности крови как ответ на избыточное содержание эритроцитов. Это является фактором повышения тромбогенной опасности, компенсируемым изменением гемостазиологического равновесия и отсутствием повышения вязкости крови при стандартизированном гематокрите, что характеризует отсутствие достоверных изменений структурно-функциональных параметров эритроцитов.

Напротив, вторая и третья группа обследуемых характеризуется выраженным повышением значений вязкости крови во всем диапазоне скоростей сдвига и усилением агрегационной функции эритроцитов (по данным индекса агрегации), повышением суспензионной устойчивости крови, что является существенным проатерогенным фактором и риском повышения тромбогенной опасности. Причем, в отличие от первой группы, состояние системы гемостаза не может компенсировать высоту реологического плато, а повышение вязкости связано с агрегационной способностью эритроцитов.

Исследование реологических свойств крови у лиц, подвергшихся низкоуровневому радиационному воздействию, показало изменение также агрегационных параметров эритроцитов, что хорошо согласуется с результатами исследования состояния системы гемостаза, в частности, агрегационной активности тромбоцитов и содержания фибриногена и растворимых комплексов мономеров фибрина (РКМФ), которые оказывают непосредственное воздействие на вязкость плазмы и/или цельной крови.

Обращает на себя внимание тесная связь между степенью утолщения сосудистой стенки по данным ультразвукового измерения толщины комплекса "интима-медиа" общих сонных артерий и гемореологическими параметрами. Толщина комплекса "интима-медиа" оказалась закономерно связанной с количеством эритроцитов, гематокритом ($p=0.02$ и $p<0.0001$ соответственно), а также со значениями вязкости крови во всем диапазоне скоростей сдвига ($p<0.05$).

Выводы

1. Проведенное исследование показало высокий риск развития раннего атеросклероза как у лиц, подвергающихся профессиональному воздействию ионизирующего излучения, так и у различных категорий населения, пострадавшего от аварии на Чернобыльской АЭС.
2. Среди всех основных групп обнаружены однонаправленные изменения реологических свойств крови, связанные с повышением вязкости во всем исследуемом диапазоне скоростей сдвига, повышением агрегационной функции эритроцитов при одновременной тенденции к сладжевым реакциям, увеличение среднего объема эритроцитов при сохранении показателей насыщения их гемглобином.
3. Указанные изменения реологических свойств крови носят универсальный и неспецифический характер, отражая длительное неспецифическое энергетическое воздействие ионизирующей радиации в малых дозах.
4. Ухудшение реологических свойств крови является существенным фактором, повышающим риск раннего развития атеросклероза и его тромботических осложнений.
5. Выявленные изменения реологических свойств крови и структурно-функциональных параметров эритроцитов при профессиональном воздействии

ионизирующей радиации оказались сравнимыми с таковыми при неблагоприятном низкоуровневом радиационном воздействии у различных категорий населения, пострадавшего от аварии на Чернобыльской АЭС, что диктует необходимость углубленных эпидемиологических и патофизиологических исследований.