

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ДИАФИЗАРНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ КОСТЕЙ ГОЛЕНИ НА РЕОЛОГИЮ КРОВИ

В.В. Писарев^{1,2}, С.Е. Львов¹, О.С. Молчанов¹, М.Р. Гринева¹, О.А. Пахрова¹

¹ ГОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия Минздрава России», ректор – д.м.н. Е.В. Борзов

² ОГУЗ «Ивановский областной госпиталь для ветеранов войн», начальник – Д.Н. Герасимов
г. Иваново

Изучена реология крови у 93 больных с закрытыми диафизарными переломами костей голени при накостном остеосинтезе, выполненном в 1 и 7 сутки с момента травмы, а также при лечении данных пациентов методом скелетного вытяжения. 18 здоровых лиц составили контрольную группу. Выявлено, что на ранних этапах лечения изменения гемореологических показателей носят однонаправленный характер независимо от способа лечения. После остеосинтеза, выполненного в день травмы, восстановление показателей гемореологии происходит в более ранние сроки, чем при применении консервативных методов лечения.

Ключевые слова: диафизарные переломы костей голени, накостный остеосинтез, реология крови.

INFLUENCE OF VARIOUS METHODS OF TREATMENT PATIENTS WITH DIAPHYSAL FRACTURE OF SHIN BONES ON A BLOOD RHEOLOGY

V.V. Pisarev, S.E. Lvov, O.S. Molchanov, M.R. Grineva, O.A. Pakhrova

The changes of blood rheology were studied in 93 patients with close diaphysal fracture of shin bones, one group also having osteosynthesis by means of plates performed on the 1st day, and other group undergoing a skeletal stretching. 18 healthy patients composed the control group. We found out that in the early stages of treatment the changes of rheological properties are uniform in character independent of the way of treatment (emergent osteosynthesis or skeletal stretching). After the osteosynthesis performed on the day of trauma restoration of rheological properties occurs more quickly than after conservative methods of treatment.

Key words: diaphysal fracture of shin bones, plate osteosynthesis, blood rheology.

Введение

Существует множество факторов, влияющих на количество и характер осложнений послеоперационной раны при выполнении металлоостеосинтеза. Одним из них является время, прошедшее с момента травмы до операции. В России как правило остеосинтез выполняется в первые 3 недели с момента травмы, после неудачных попыток консервативного лечения или из-за отсутствия условий для выполнения раннего стабильного остеосинтеза, т.е. в самое неблагоприятное (по состоянию тканей) время [3, 4, 7, 13]. Это увеличивает риск осложнений, удлиняет сроки госпитализации, реабилитации и приводит к ухудшению исходов лечения. Известно, что наименьшее количество осложнений послеоперационных ран отмечается при выполнении остеосинтеза длинных трубчатых костей в первые сутки с момента травмы. Число осложнений после операций, осуществленных на второй неделе после травмы, достоверно увеличивается по сравнению с первой неде-

лей, а удлинение предоперационного периода увеличивает количество глубоких нагноений послеоперационных ран [3]. При этом у 51,4% пациентов с переломами диафизов костей голени и бедра после погружного остеосинтеза выявляются нарушения гемодинамики в глубоком венозном русле нижней конечности, а также тромбозы у 24,3% больных. Половина выявленных проксимальных тромбов глубокого венозного русла была флотирующими, то есть, наиболее эмболоопасными [11].

Существует большое количество исследований, посвященных гемореологии при различных заболеваниях [4, 6, 12]. Они актуальны и для травматологических больных [4, 6], так как даже при применении современных методов лечения переломов сохраняется довольно большой процент осложнений (5,9%) и неудовлетворительных результатов [3]. Одной из причин этого является нарушение кровотока в системе микроциркуляции поврежденного сегмента конечности, связанно-

го как с ее структурными изменениями, так и с нарушениями реологических свойств крови [2, 4, 5, 6, 12].

Цель – оптимизация выбора сроков и методов лечения больных с закрытыми переломами костей голени при накостном остеосинтезе на основе изучения изменений реологических показателей крови у больных при накостном остеосинтезе, выполненном в разные сроки от момента травмы, а также при лечении их методом скелетного вытяжения.

Материал и методы

Обследовано 111 человек, из них группу сравнения (ГС) составили 18 практически здоровых лиц (возраст $41,2 \pm 2,36$ года; мужчин 83%). Пациенты разделены на 3 группы в зависимости от способов лечения. В первую группу вошли 35 пациентов, оперированных по экстренным показаниям в первые сутки с момента травмы. Из них 23 человека (возраст $42,1 \pm 2,16$ года; мужчин 82%) были обследованы через 1 неделю (ЭО–1) и 12 человек (возраст $39,4 \pm 2,09$ года; мужчин 83%) через 2 недели после операции (ЭО–2). Вторую группу составили 38 пациентов, находившихся на скелетном вытяжении. Из них 17 человек (возраст $41,7 \pm 2,18$ года; мужчин 88%) были обследованы через 1 неделю (СВ–1) и 21 человек (возраст $39,7 \pm 2,05$ года; мужчин 85%) через 2 недели после травмы (СВ–2). Третью группу составили 20 пациентов ($42,9 \pm 2,23$ года; мужчин 87%), которым оперативное лечение выполнялось в плановом порядке через 7–8 дней с момента травмы после предварительного скелетного вытяжения (ПО). Они обследовались через две недели с момента травмы. Группы сопоставимы по полу, возрасту и характеру повреждения.

Лица, имеющие сопутствующую патологию, в исследование не включались.

Забор крови производился из кубитальной вены в утренние часы, натощак. Все больные проходили стационарное лечение в ОГУЗ «Ивановский областной госпиталь для ветеранов войн» в период с 2008 по 2009 г. Анализы обрабатывались в лаборатории гемореологии и микроциркуляции крови ГОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия Минздравсоцразвития России».

Для оценки реологических свойств крови определялись показатели, характеризующие макрореологию (вязкость крови и плазмы, гематокрит, концентрация гемоглобина) и микрореологию (агрегация и деформируемость эритроцитов, цитоархитектоника эритроцитов) крови [12, 15].

Для изучения вязкости крови и плазмы использовался ротационный вискозиметр «ко-

нус-конус» АКР-2 (Россия). Вязкость крови определялась при разных скоростях сдвига, что соответствует нелинейному поведению крови в артериальном русле (200 с^{-1}) и в венозном отделе (от 10 с^{-1}), вязкость плазмы исследовалась на скорости сдвига 100 с^{-1} [1, 8].

Концентрацию гемоглобина определяли унифицированным гемиглобинцианидным методом на гемоглобинометре ГФ-Ц-04 (Россия). Гематокрит измеряли путем центрифугирования крови в гепаринизированных капиллярах («Medata AB», Sweden) на микроцентрифуге МЦГ-8 (Россия).

Процесс сборки линейных агрегатов оценивали с помощью автоматического агрегометра эритроцитов типа МА1 (Mugenne, Германия), разработанного на основе метода Н. Schmid-Schonbein [19]. Определялась степень агрегации автоматически для двух интервалов времени – 5 сек и 10 сек (М5 и М10). Для оценки процесса агрегации во времени рассчитывали временной параметр, который равен отношению степеней агрегации в разных временных интервалах: $RT0 = M10 / M5$. Медленный процесс агрегации эритроцитов, связанный с формированием крупных многомерных образований, оценивали прямым оптическим методом в камере Горяева с вычислением показателя агрегации (ПА), среднего размера агрегата (СРА), процента неагрегированных эритроцитов (ПНА) [17].

Деформируемость эритроцитов исследовалась фильтрационным методом в модификации Р.Р. Шиляева с соавторами [16]. В качестве показателя деформируемости эритроцитов использовался индекс ригидности (ИР).

Для оценки структурно-функциональных свойств эритроцитов исследовалась цитоархитектоника эритроцитов с использованием фазово-контрастной микроскопии после фиксации крови в 1% растворе глутарового альдегида («Fluka», Switzerland) на среде 199 (рН 7,4) при температуре 4°C в течение одних суток. После чего готовился препарат «раздавленная капля» и производился подсчет клеток в процентах на 200 эритроцитов с использованием классификации Г.И. Козинца с соавторами [5].

Определение количества десквамированных эндотелиальных клеток (ЭК) осуществлялось методом J. Nladovec с соавторами [18].

С целью определения эффективности кислородотранспортной функции крови рассчитывался индекс эффективности доставки кислорода в ткани (ТО2), который определялся как отношение гематокрита к вязкости крови на высоких скоростях сдвига (100 с^{-1}) [20].

Результаты и обсуждение

Изучение макро- и микрореологических параметров крови выявило, что через 1 неделю после перелома костей голени независимо от метода лечения у всех пациентов изменения носят однонаправленный характер.

Макро- и микро-реологические показатели крови реагируют на травму статистически значимым снижением ($p < 0,05$) вязкости крови при всех скоростях сдвига, существенным уменьшением гематокрита и гемоглобина, достоверным повышением ($p < 0,05$) вязкости плазмы в изучаемых группах по сравнению с ГС (табл. 1). Величина изменения этих показателей у больных, лечившихся на скелетном вытяжении (СВ) и оперированных в первые сутки с момента травмы (ЭО-1), различна. У пациентов группы ЭО-1 вязкость крови и концентрация гемоглобина достоверно ниже данных показателей лиц в группе скелетного вытяжения ($p < 0,05$) (табл. 1).

Основными факторами, определяющими величину вязкости крови, являются вязкость плазмы, гематокрит, агрегация и деформируемость эритроцитов [14, 15]. Снижение вязкости крови к концу первой недели происходит за счет уменьшения гематокрита на 20–30%. Другие показатели, определяющие вязкость, остаются достоверно повышенными ($p < 0,05$) по сравнению с ГС на протяжении всего периода наблюдений. Снижение гематокрита можно связать с потерей крови с гематомой, а также с вынужденным постельным режимом больного и депонированием крови. Это подтверждается более быстрым подъёмом данного показателя у экстренно оперированных больных на 2 неделе. Операционная кровопотеря незначительно влияет на показатели гематокрита.

Изменения микро-реологических показателей проявляется увеличением агрегации эри-

троцитов, изменением их формы и свойств. В группах СВ-1 и ЭО-1 установлено достоверное усиление ($p < 0,05$) агрегации эритроцитов (табл. 2), что проявилось увеличением степени агрегации (М5, ПА), размеров агрегатов (СРА), ускорением сборки линейных агрегатов (RT0) и уменьшением количества не агрегированных эритроцитов (ПНА) по сравнению с ГС. Кроме того, у 21,7% больных в группе ЭО-1 и у 35,3% в группе СВ-1 появились патологические агрегаты. У здоровых людей агрегация обратима и имеет характер «монетных столбиков». Важный показатель выраженности агрегации – появление патологических агрегатов. Они имеют форму глыб с большой силой сцепления между клетками. Кроме того, патологические агрегаты имеют большие размеры, что не позволяет им проходить по сосудам микроциркуляторного русла. Это приводит к резкому снижению уровня микроциркуляции [14, 15].

Выявлено достоверное снижение ($p < 0,05$) количества дискоцитов в группах ЭО-1 и СВ-1 (рис. 1). Это происходило преимущественно за счет обратимой трансформации эритроцитов. Процент обратимо измененных форм эритроцитов в группах ЭО-1 и СВ-1 достоверно увеличивался по сравнению с ГС ($p < 0,05$).

В норме большинство эритроцитов представлено дискоцитами (1 класс), являющимися оптимальной формой для эффективной циркуляции. Эритроциты 2–5 классов (эхиноциты) считаются обратимо измененными, поскольку при определенных условиях могут претерпевать обратный переход в дискоциты. Эритроциты 6–10 классов (стоматоциты) считаются необратимо деформированными, предгемолитическими [5]. Они менее полноценны с точки зрения микроциркуляции и кислородотранспортной функции. Поэтому увеличение их количества является неблагоприятным признаком [10].

Таблица 1

Изменение макро-реологических показателей крови у пациентов с закрытыми диафизарными переломами костей голени при различных методах лечения

Показатели	Группа						
	ГС (n=18)	СВ-1 (n=17)	ЭО-1 (n=23)	СВ-2 (n=21)	ЭО-2 (n=12)	ПО	
Вязкость крови, мПа·с	200 с ⁻¹	4,66±0,12	4,26±0,12*	3,90±0,09**	4,46±0,10	4,36±0,10^	4,25±0,09*(20)
	10 с ⁻¹	8,88±0,29	7,25±0,25*	7,05±0,32*	7,95±0,27* ^	8,05±0,23* ^	8,03±0,57* ^
Гематокрит, %	40,13±0,73	33,73±1,01*	32,57±0,85*	33,73±0,69*	35,16±0,97* ^	33,84±0,94*	
Гемоглобин, г/л	137,5±2,99	121,06±2,81*	112,52±2,82**	120,29±2,44*	123,75±3,41* ^	116,07±3,02*	
Вязкость плазмы при 100 с ⁻¹ , мПа·с	1,64±0,03	1,78±0,05*	1,86±0,05*	1,84±0,06*	1,69±0,04* #	1,93±0,05* **	

Примечание: * – достоверность различий в сравнении с группой сравнения ($p < 0,05$); ^ – достоверность различий между 1 и 2 неделями лечения в группах ($p < 0,05$); # – достоверность различий между группами СВ и ЭО на одном сроке лечения ($p < 0,05$); ** – достоверность отличия от группы ЭО-2 ($p < 0,05$).

Таблица 2

Изменение микрореологических показателей крови у пациентов с закрытыми диафизарными переломами костей голени при различных методах лечения

Показатели	Группа					
	ГС (n=18)	СВ-1 (n=17)	ЭО-1 (n=23)	СВ-2 (n=21)	ЭО-2 (n=12)	ПО (20)
M(5), усл.ед.	4,02±0,23	7,77±0,44*	7,65±0,36*	8,38±0,21*	6,51±0,42** #	8,48±0,45* x
RT(0), усл.ед.	2,87±0,08	2,44±0,08*	2,34±0,06*	2,26±0,06** ^	2,71±0,05* #	2,34±0,04* x
ПА, усл.ед.	1,17±0,04	1,74±0,06*	1,79±0,08*	1,97±0,09* ^	1,36±0,07* #	1,86±0,12*
СРА, шт.	5,06±0,16	6,05±0,15*	6,30±0,15*	6,38±0,15*	5,37±0,35* #	6,39±0,27* x
ПНА, %	83,71±2,88	50,42±2,64*	49,83±2,64*	43,44±2,61* ^	69,60±4,31** #	49,83±4,69* x
Патологическая агрегация, %	0	35,3	21,7	42,9	8,3	40
ИР, усл.ед.	44,97±1,62	40,74±3,37	45,01±2,42	47,23±2,69	45,54±3,82	46,34±2,38

Примечание: * – достоверные отличия от группы сравнения ($p < 0,05$); ^ – достоверность различий между 1 и 2 неделями лечения в группах ($p < 0,05$); # – достоверность различий между группами СВ и ЭО на одном сроке лечения ($p < 0,05$), x – достоверность отличия от группы ЭО-2 ($p < 0,05$).

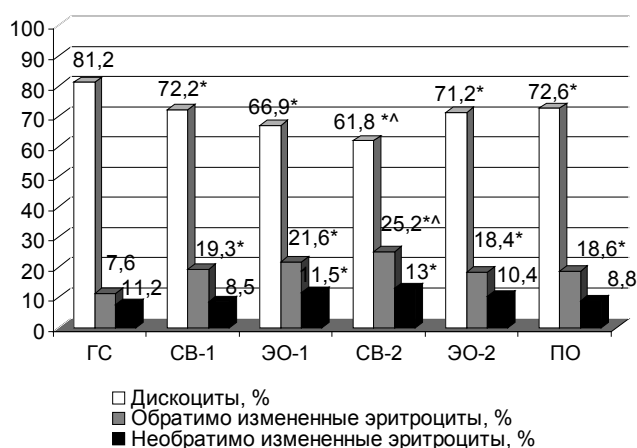


Рис. 1. Изменение цитоархитектоники эритроцитов у пациентов с закрытыми диафизарными переломами костей голени при различных методах лечения

Примечание: * – достоверность отличия от группы сравнения ($p < 0,05$); ^ – достоверность различий через 1 и 2 недели лечения ($p < 0,05$); # – достоверность различий между группами СВ и ЭО на одном сроке лечения ($p < 0,05$)

Количество эндотелиальных клеток в группах ЭО-1 и СВ-1 практически в 2 раза превышала показатель ГС (рис. 2). Увеличение числа циркулирующих эндотелиоцитов является одним из характерных признаков эндотелиальной дисфункции. Её развитие стимулирует свертываемость крови, увеличивает её вязкость, усиливает агрегацию и адгезию форменных элементов крови и снижает антикоагулянтную активность эндотелия [12].

Характер изменения реологических свойств крови в конце первой недели лечения у больных двух групп свидетельствует о развитии у них син-

дрома гемореологической недостаточности [14], основным показателем которого является снижение ($p < 0,05$) индекса эффективности доставки кислорода в ткани по сравнению с ГС (рис. 3).

Экстренно оперированные находятся в более выгодных условиях по характеру изменения реологии крови, так как у них более значительно снижена вязкость крови, имеется меньшее количество патологических агрегатов, что минимизирует другие не благоприятные изменения реологии и положительно влияет на микроциркуляцию.

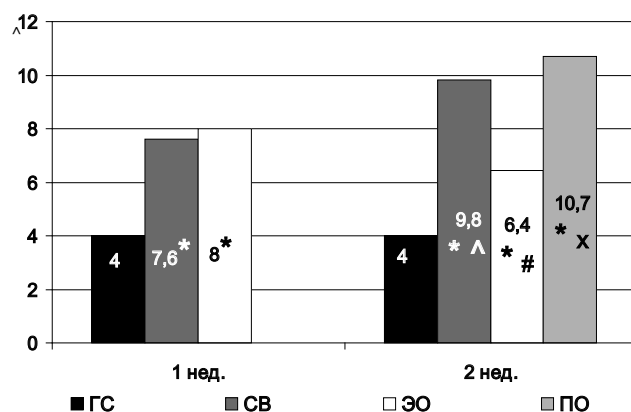


Рис. 2. Изменение количества десквамированных эндотелиальных клеток в крови пациентов с закрытыми диафизарными переломами костей голени при различных методах лечения

Примечание: * – достоверность отличия от группы сравнения ($p < 0,05$); ^ – достоверность различий между 1 и 2 неделями лечения в группах ($p < 0,05$); # – достоверность различий между группами СВ и ЭО на одном сроке лечения ($p < 0,05$); x – достоверность отличия от ЭО-2 ($p < 0,05$)

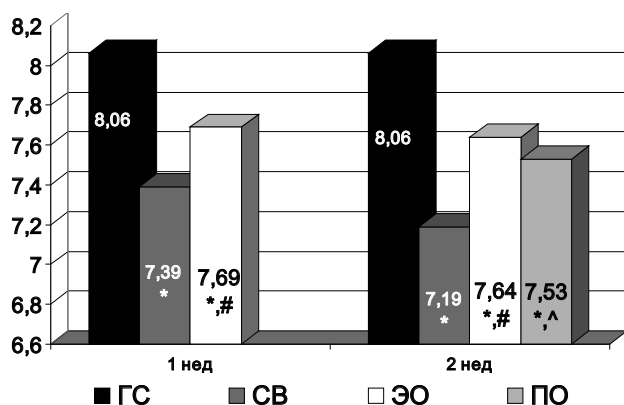


Рис. 3. Изменение индекса эффективности доставки кислорода в ткани у пациентов с закрытыми диафизарными переломами костей голени при различных методах лечения

Примечание: * – достоверность различий в сравнении с группой сравнения ($p < 0,05$); # – достоверность различий между группами СВ и ЭО на одном сроке лечения ($p < 0,05$); ^ – достоверность различий между группой СВ и ПО на одном сроке лечения ($p < 0,05$)

Прямым подтверждением данной мысли служит индекс доставки кислорода в ткани. У больных после экстренной операции наблюдался достоверно более высокий его уровень, чем у больных на скелетном вытяжении ($p < 0,05$).

В группах СВ–2 и ЭО–2 отмечается увеличение вязкости цельной крови на высоких скоростях сдвига до значений, встречающихся в группе сравнения ($p > 0,05$), что можно рассматривать как положительный момент для ЭО и отрицательный для СВ в совокупности с другими изменениями. Значения вязкости крови на низких скоростях сдвига, несмотря на положительную динамику показателя (см. табл. 1), оставались достоверно ниже, чем в ГС ($p < 0,05$). Это объяснимо более низкими компенсаторными возможностями венозного отдела сосудистой системы в виде снижения скорости кровотока и дилатации вен из-за снижения активности мышц нижних конечностей [11].

Наблюдалась положительная динамика вязкости плазмы в виде снижения у ЭО–2 по сравнению с группой СВ–2 и ЭО–1 ($p < 0,05$). В группе СВ–2 этот показатель увеличился по сравнению с СВ–1 и остался достоверно выше, чем в группе сравнения ($p < 0,05$), что является неблагоприятным фактором, отрицательно влияющим на микроциркуляцию (см. табл. 1). Вязкость крови в основном определяется концентрацией плазматического белка, прежде всего фибриногеном, а также глобулинами и липидами крови [15]. Увеличение её в группе СВ–2 связано с подвижностью отломков и всасыванием первичной

гематомы, что приводит к активации иммунных механизмов и увеличения белков плазмы.

Изучение микрореологических свойств крови показало, что в группе пациентов СВ–2 агрегационные свойства эритроцитов продолжали ухудшаться (см. табл. 2). Это проявлялось увеличением ($p < 0,05$) степени агрегации, размеров агрегатов, ускорением сборки агрегатов, а также повышением частоты встречаемости патологических агрегатов до 42,9%. Это сопровождалось прогрессирующим уменьшением количества дискоцитов ($p < 0,05$), увеличением количества обратимо ($p < 0,05$) и необратимо измененных форм эритроцитов (см. рис. 1).

У пациентов ЭО–2 в отличие от СВ–2 отмечалась положительная динамика агрегационных показателей по сравнению с ЭО–1 ($p < 0,05$), некоторые из которых к этому сроку достигали значений в ГС (см. табл. 2). Патологическая агрегация встречалась только в 8,3% случаев. Изменения цитоархитектоники эритроцитов у больных ЭО–2 характеризовались достоверно более высоким ($p < 0,05$) содержанием дискоцитов по сравнению с группой СВ–2, в основном за счет снижения количества обратимо измененных форм (см. рис. 1).

Количество десквамированных эндотелиальных клеток в крови пациентов СВ–2 (см. рис. 2) увеличивалось на 29,2% по сравнению с СВ–1 ($p < 0,05$), что говорит об усугублении эндотелиальной дисфункции. В группе же ЭО–2 этот показатель значительно снижался (на 19,5%), хотя и оставался достоверно больше, чем в группе сравнения ($p < 0,05$).

Изменения изучаемых макро- и микро-реологических показателей крови в конце второй недели носит достоверный положительный ($p < 0,05$) характер в группе ЭО–2 по сравнению с ЭО–1. В группе СВ–2 отмечается отрицательная динамика ($p < 0,05$) (см. табл. 1, 2) по сравнению с группой СВ–1 в виде увеличения вязкости плазмы, увеличение количества патологических агрегатов и необратимых форм эритроцитов, значительного увеличения десквамированных эндотелиоцитов, что приводит к утяжелению синдрома гемореологической недостаточности и резко возросшему риску сосудистых нарушений. Данный факт подтверждается продолжающимся уменьшением индекса эффективности транспорта кислорода в группе СВ–2 (см. рис. 3), который остается существенно ниже соответствующего показателя в группе ЭО–2 и ГС ($p < 0,05$).

Общая характеристика реологии у пациентов группы ПО схожа с реологией лиц, входящих в СВ–2. Происходит увеличение вязкости крови и плазмы, повышение количества эндотелиаль-

ных клеток, количество патологических агрегатов достигает 40%, усиливаются агрегационные свойства эритроцитов. Но, несмотря на общую отрицательную динамику показателей индекса эффективности доставки кислорода достоверно выше ($p < 0,05$) чем у группы СВ-2.

Полученные данные объективно свидетельствуют о положительном влиянии оперативного лечения переломов костей голени в первые сутки с момента травмы на реологию крови. Это связано с ранней стабилизацией отломков и дренированием первичной гематомы из зоны перелома, что снижает количество факторов, вызывающих раздражение иммунной системы и формирование воспалительного ответа на травму.

Оперативное лечение в более поздние сроки мало влияет на динамику изменения реологии крови, которая по-видимому активизируется в первые сутки травмы и в последующем протекает по уже запрограммированному, менее благоприятному сценарию.

Необходимо отметить, что ни на одном этапе лечения (как консервативного, так и оперативного) не было выявлено существенных изменений деформируемости эритроцитов ($p < 0,05$). Это связано с отсутствием выраженных изменений в мембране эритроцитов и свидетельствует о наличии резерва у эритроцитов для компенсации возникающих реологических изменений.

Выводы

1. К концу 1-й недели лечения переломов костей голени изменения гемореологических показателей носят однонаправленный характер независимо от способа лечения (экстренный остеосинтез или скелетное вытяжение). Это проявляется снижением вязкости крови, уменьшением количества гемоглобина, величины гематокрита и увеличением вязкости плазмы на фоне усиления агрегации эритроцитов, снижения количества дискоцитов, уменьшения индекса доставки кислорода тканям.

2. Остеосинтез костей голени, выполненный в день травмы, уменьшает выраженность негативных изменений реологических показателей и способствует более быстрому их восстановлению.

3. Реологические показатели крови у пациентов, лечившихся методом скелетного вытяжения и оперированных через 7–8 дней после травмы, в течение всего периода наблюдения имели отрицательную динамику изменения.

Литература

1. Анализатор крови реологический АКР-2. Определение реологических свойств крови : ме-

тод. рекомендации НИИ физико-химической медицины / сост. : А.С. Парфенов, А.В. Пешков, Н.А. Добровольский. — М., 1994. — С. 15.

2. Джонсон, П. Периферическое кровообращение : пер. с англ. / П. Джонсон. — М., 1982. — 387 с.
3. Инфекционные осложнения послеоперационной раны при металлоостеосинтезе закрытых переломов длинных трубчатых костей / В.В. Писарев [и др.] // Травматология и ортопедия России. — 2008. — № 2. — С. 14–19.
4. Каныкин, А.Ю. Комплексное лечение больных с замедленной консолидацией переломов и ложными суставами конечностей : автореф. дис. ... д-ра. мед. наук / Каныкин Александр Юрьевич ; Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им Р.Р. Вредена — СПб., 2000. — 42 с.
5. Козинец, Г.И. Исследование системы крови в клинической практике / Г.И. Козинец, В.А. Макаров. — М. : Триада-Х, 1997. — 480 с.
6. Королева, С.В. Клинико-диагностическое значение нарушений микроциркуляции при остеоартрозе : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Королева Светлана Валерьевна ; ГОУ ВПО «Ивановская гос. мед. академия Росздрава». — Иваново, 2001. — 24 с.
7. Кривошапко, С.В. Оптимизация хирургического лечения и реабилитации больных с переломами мыщелков большеберцовой кости: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Кривошапко Сергей Валерьевич ; ГОУ ВПО «Ижевская гос. мед. академия Росздрава». — Ижевск, 2001. — 17 с.
8. Кувин, М.С. Сравнительный анализ способов хирургического лечения внутрисуставных переломов голеностопного сустава / М.С. Кувин, В.Д. Домашевский, А.М. Очиров, М.П. Гришин // Сборник статей молодых ученых. — Иркутск, 1998. — С. 25.
9. Муравьев, А.В. Гемореология перспективы развития / А.В. Муравьев, В.В. Якусевич, Л.Г. Зайцев, А.А. Муравьев // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. — 2007. — Т.5, №5. — С.4–7.
10. Новицкий, В. В. Физиология и патофизиология эритроцита / В.В. Новицкий, Н.В. Рязанцева, Е.А. Степовая. — Томск, 2004. — 200 с.
11. Писарев, В.В. Особенности антеградного кровотока и венозные тромботические осложнения у больных с переломами костей голени и бедра / В.В. Писарев, С.Е. Львов, О.И. Кутырева, О.С. Молчанов // Травматология и ортопедия России. — 2009. — № 2. — С. 33–38.
12. Соловьева, Т.И. Микрогемореологические нарушения: характеристика и клиническое значение / Т.И. Соловьева, Е.А. Лукина // Терапевт. архив. — 2006. — Т. 78, №2. — С. 87–91.
13. Тонких, С.А. Анализ осложнений и исходов при внутреннем остеосинтезе ключицы / С.А. Тонких, А.А. Коломиец, Е.А. Распопова, В.Э. Янковский // Настоящее и будущее технологичной медицины : матер. всерос. науч.-практ. конф. — Ленинск-Кузнецкий, 2002. — С. 143.
14. Фирсов, Н.Н. Введение в экспериментальную и клиническую гемореологию / Н.Н. Фирсов, П.Х. Джанашия — М. : Изд-во ГОУ ВПО РГМУ — 2004. — 280 с.
15. Шибанов, В.А. Общие и клинические вопросы гемореологии : учебное пособие для врачей и студентов / В.А. Шибанов. — Н.Новгород, 1998. — 31 с.

16. Шияев, Р. Р. Метод определения деформируемости эритроцитов / Р.Р. Шияев // Лаб. дело. — 1991. — № 6. — С. 32–33.
17. Chien, S. Biophysical behavior of red cells in suspensions / S. Chien // Red blood cell. — 1975. — Vol. 2, N 4. — P. 1031–1133.
18. Hladovec, J. Circulating endothelial cells as a sign of vessel wall lesions / J. Hladovec // Physiol. Bohemoslov. — 1978. — Vol. 27, N 2. — P. 140–144.
19. Schmid-Schonbein, H. Erythrocyte aggregation: causes, consequences and methods of assessment / H. Schmid-Schonbein, H. Malotta, F. Striesow // Tijdschr NVKC. — 1991. — Vol. 15. — P. 88–97.
20. Stoltz, J.F. Red blood cell aggregation: Measurements and clinical applications / M. Donner, J.F. Stoltz // Turk. Saglik Bilimleri Derg. — 1991. — Vol. 15, N 1. — P. 26–39.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Писарев Василий Владимирович – к.м.н. доцент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ Ивановской государственной медицинской академии, заведующий приемным отделением Ивановского областного госпиталя для ветеранов войн;
Львов Сергей Евтихиевич – д.м.н. профессор, зав. кафедрой травматологии, ортопедии и ВПХ ВПХ;
Молчанов Олег Сергеевич – очный аспирант 3 года обучения кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ;
Гринева Мария Рафаиловна – к.м.н. старший научный сотрудник лаборатории «Гематология и микроциркуляция»;
Пахрова Ольга Александровна – к.б.н. зав. лабораторией «Гематология и микроциркуляция».