

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭРИТРОЦИТОВ У БОЛЬНЫХ С ДИАФИЗАРНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ КОСТЕЙ ГОЛЕНИ

Писарев В. В.^{1,3}, Алейников А. В.², Васин И. В.³, Модин А. С.³, Захряпин С. Н.³

¹ ГБОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, Иваново, Россия (153012, Иваново, просп. Ф.Энгельса, 8), e-mail: adm@isma.ivanovo.ru

² ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия (603005, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, дом 10/1) e-mail: rector@gma.nnov.ru

³ ОГУЗ «Ивановский областной госпиталь для ветеранов войн», Иваново, Россия (153002, Иваново, ул. Демидова, 9)

Реологические свойства эритроцитов изучались у 131 пациента с диафизарными переломами костей голени, которым в различные сроки от момента травмы выполнялся наkostный и внутрикостный остеосинтез, проводилось лечение на скелетном вытяжении. Исследовались агрегационные свойства (степень агрегации на различных скоростях сдвига, размеры агрегатов, показатель агрегации, процент не агрегированных эритроцитов) и деформируемость эритроцитов. Установлено, что при переломах костей голени нарушения показателей реологии крови обусловлены усилением процессов агрегации эритроцитов, снижением количества дискоцитов и увеличением процента дегенеративных эритроцитов. Ранняя стабилизация костных отломков, в первые сутки после травмы, позволяет к концу 2 недели лечения значительно уменьшить агрегацию эритроцитов и увеличить количество дискоцитов по отношению к показателям 1 недели лечения. Остеосинтез, выполненный в более поздние сроки после травмы, не влияет при дальнейшем лечении на показатели реологии эритроцитов, которые свидетельствуют о сохраняющихся явлениях повышенной агрегации.

Ключевые слова: перелом голени, реология эритроцитов, остеосинтез, агрегация, цитоархитектоника.

RHEOLOGY ERYTHROCYTES IN PATIENT WITH DIAPHYSEAL FRACTURES OF THE TIBIA

Pisarev V. V.^{1,3}, Aleynikov A. V.², Vasin I. V.³, Modin A. S.³, Zahryapin S. N.³

¹ GBOU VPO "Ivanovo State Medical Academy" Russian Ministry, Ivanovo, Russia (153012, Ivanovo, Ave. Engels, 8), e-mail: adm@isma.ivanovo.ru

² GBOU VPO "Nizhny Novgorod State Medical Academy" Russian Ministry, Nizhny Novgorod, Russia (603005, Nizhny Novgorod, pl.Minina and Pozharsky, 10/1), e-mail: rector@gma.nnov.ru

³ "Ivanovo Regional Hospital for War Veterans", Ivanovo, Russia (153002, Ivanovo, ul. Demidov, 9)

The rheological properties of red blood cells were studied in 131 patients with diaphyseal fractures of the tibia, which at various times from the trauma of plate and carried intraosseous fixation, was treated for skeletal traction. We studied the aggregation properties (degree of aggregation at different shear rates, the unit size, the rate of aggregation, the percentage of red blood cells are not aggregated) and the deformability of red blood cells. Found that bone fractures leg malformations caused by blood rheology, enhance the process of red blood cell aggregation, fewer diskotsitov and increase in the percentage of red blood cells degenerate. Early stabilization of the bone fragments, the first day after the injury, allows the end of 2 weeks of treatment significantly reduced the aggregation of red blood cells and increase the number of diskotsitov relative to that of 1 week of treatment. Osteosynthesis performed at a later date after the injury does not affect the further treatment on the performance of rheology of red blood cells, which showed the continuing phenomena of increased aggregation.

Keywords: fracture of tibia, the rheology of erythrocytes, osteosynthesis, aggregation, cytoarchitecture.

Введение

Движение крови по сосудистому руслу во многом обуславливается особенностями эритроцитов, формирующимися в определенных условиях среды, важностью их деформационных изменений и активности агрегации. Особенно существенно эти изменения

определяют гемодинамику в микроциркуляторном русле, обуславливая приток необходимого количества кислорода к тканям [5, 6, 8, 10, 11].

Лечение перелома костей голени сопряжено с большим количеством разнообразных изменений в сосудистой системе, которые в конечном счете и определяют его результат [2, 4, 7]. В патогенезе этих изменений немаловажная роль принадлежит изменениям реологических свойств эритроцитов [8, 9, 10, 11]. Их понимание открывает новые возможности в профилактике и лечении различных нарушений в процессе консолидации перелома.

В отечественной литературе нет систематизированных данных о реологических свойствах крови при переломах костей голени на фоне различных методов их лечения.

Целью работы явилось оценка особенности реологических свойств эритроцитов у больных с диафизарными переломами костей голени.

Материалы и методы

Обследовано 149 человек, из них группу сравнения (ГС) составили 18 практически здоровых лиц (возраст $41,2 \pm 2,36$ года; мужчин 83 %). Пациенты разделены на 4 группы в зависимости от способов лечения и времени выполнения остеосинтеза. В первую группу вошли 46 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 23 человек (возраст $39,4 \pm 2,09$ года; мужчин 83 %) через 2 недели после операции (ЭО–2). Вторую группу составили 42 пациента, находившихся на скелетном вытяжении. Из них 21 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 остеосинтез пластиной выполнялся в плановом порядке через 7–8 дней от момента травмы после предварительного скелетного вытяжения (ПОП). В четвертую группу вошли 23 пациента: остеосинтез стержнями выполнялся через 7–8 дней после травмы (ПОС). Они обследовались через две недели с момента травмы.

Материалом для исследования служила венозная кровь из локтевой вены. Проводились исследования цитоархитектоники и агрегационных свойств эритроцитов. Процесс сборки линейных агрегатов оценивали с помощью автоматического агрегометра эритроцитов типа МА1 (Mergen, Германия), разработанного на основе метода Н. Schmid-Schonbein. Определялась степень агрегации автоматически для двух интервалов времени – 5 сек и 10 сек (M_5 и M_{10}). Для оценки процесса агрегации во времени рассчитывали временной параметр, который равен отношению степеней агрегации в разных временных интервалах (Schmid-Schonbein Н., 1991): $RT_0 = M_{10} / M_5$. 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) [13].

Деформируемость эритроцитов исследовалась фильтрационным методом в модификации Р. Р. Шиляева с соавт. (1991) [12]. 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 °С 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 соавт. (1977) [3].

Результаты и их обсуждение

Изучение реологических свойств эритроцитов выявило, что через 1 неделю после перелома костей голени независимо от метода лечения у всех пациентов изменения носят однонаправленный характер. Это проявляется усилением агрегации эритроцитов, изменения их формы и свойств.

В группах СВ-1 и ЭО-1 установлено достоверное усиление ($p < 0,05$) агрегации эритроцитов, что проявилось увеличением степени агрегации (M5, M10, ПА), размеров агрегатов (СРА), ускорением сборки линейных агрегатов (RT₀, RT₃) и уменьшением количества неагрегированных эритроцитов (ПНА) по сравнению с ГС. Кроме того, у 21,7 % больных ЭО–1 и у 35,3 % на 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 и потому сохраняются даже при скоростях сдвига более 250–270 сек⁻¹. Кроме того, патологические агрегаты имеют достаточно большие размеры, что не позволяет им проходить по сосудам микроциркуляторного русла. Это приводит к резкому снижению уровня микроциркуляции [10, 11].

Обращает внимание однонаправленность и одинаковая величина изменения показателей агрегационных свойств эритроцитов при различных методах лечения перелома костей голени.

Анализ цитоархитектоники эритроцитов выявил, что имеется достоверное снижение ($p < 0,01$) количества дискоцитов в группах ЭО–1 и СВ–1. Это происходило преимущественно за счет обратимой трансформации эритроцитов, увеличивается количество дискоцитов с одним выростом ($p < 0,01$). Процент обратимо измененных форм эритроцитов в

группах ЭО–1 и СВ–1 достоверно увеличивался по сравнению с ГС ($p < 0,01$). Также наблюдается увеличение наиболее сильно измененных – дегенеративных форм эритроцитов ($p < 0,01$). Отмечается увеличение процентного содержания необратимых форм эритроцитов в группе ЭО-1 по сравнению с ГС ($p < 0,05$). Данная ситуация в целом свидетельствует о неблагоприятном влиянии перелома костей голени на трансформацию эритроцитов. Увеличение содержания необратимо измененных эритроцитов приводит к нарушению прохождения их через капилляры, способствует при этом образованию стаза, замедлению кровотока и агрегации клеток. Это способствует снижению способности эритроцитарного пула переносить кислород и продвигаться по микроциркуляторному руслу [5, 6, 8], что в конечном счете приводит к снижению доставки кислорода в ткани.

Способность эритроцитов деформироваться при прохождении через микроциркуляторное русло не изменяется в изучаемых группах. Индекс ригидности имеет одинаковую величина в изучаемых группах, сопоставимую с группой контроля. Это связано с отсутствием выраженных изменений в мембране эритроцитов и свидетельствует о наличии резерва у эритроцитов для компенсации возникающих реологических изменений.

На 2 неделе лечения изучение агрегационных свойств эритроцитов показало, что в группе пациентов СВ–2 они не изменяются по сравнению с группой СВ–1. Сохраняются высокие показатели степени агрегации на обоих изучаемых интервалах времени (M(5); M(10)), большие размеры агрегатов (CPA), ускоренная сборка линейных агрегатов (RT₀, RT₃) по сравнению с ГС ($p < 0,01$). Уменьшается процент неагрегированных эритроцитов с 50,42 % до 41,94 % ($p < 0,05$). Повышается частоты встречаемости патологических агрегатов с 35,3 % до 42,9 %. Т.о. изменения агрегационных свойств эритроцитов, возникшие после травмы, продолжают ухудшаться в данной группе, приводя ещё к более глубоким изменениям в микроциркуляции органов мишеней.

У пациентов ЭО–2 в отличие от СВ–2 отмечалась положительная динамика агрегационных показателей по сравнению с ЭО–1. Это проявляется в достоверном замедлении сборки линейных агрегатов, уменьшении размеров агрегатов и увеличения количества неагрегированных эритроцитов по сравнению с ЭО-1 ($p < 0,05$). Такие показатели как RT₀ и CPA достигли величины группы сравнения. Увеличивается ПНА с 49,83 % до 63,45 % ($p < 0,05$). Патологическая агрегация встречалась только в 8,3 % случаев, что почти в 2,5 раза меньше, чем на 1 неделе лечения. Большинство показателей агрегационных свойств эритроцитов имеют достоверно более положительные значения по сравнению с аналогичными показателями в группе СВ–2.

Т.о., к концу 2 недели лечения в группе экстренно оперированных пациентов имеется положительная динамика изменения агрегационных свойств эритроцитов по сравнению с первой неделей и пациентами, лечившимися на скелетном вытяжении (группа СВ-2).

На 2 неделе наблюдения в группе СВ-2 показатели цитоархитектоники эритроцитов изменялись незначительно и в сторону ухудшения по сравнению с 1 неделей. Это касалось снижения количества дискоцитов и увеличения процентного содержания необратимых форм эритроцитов ($p > 0,05$). Остальные показатели также изменялись в сторону, характеризующую ухудшение реологических свойств крови, и сохраняли достоверно неблагоприятное значение по сравнению с ГС ($p < 0,01$).

Изменения цитоархитектоники эритроцитов у больных ЭО-2 характеризовались достоверно более низким содержанием необратимых форм ($p < 0,05$) по сравнению с 1 неделей, число которых стало сопоставимым с группой сравнения. По сравнению с группой СВ-2 имеется достоверно низкое количество дегенеративных форм эритроцитов ($p < 0,05$).

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

Т.о., ранняя стабилизация костных отломков уменьшает выраженность негативных изменений реологических показателей крови, способствует более быстрому их восстановлению и, как следствие, снижению риска развития различной сосудистых нарушений (стазов, тромбозов).

Изучены показатели реологии крови в группах, где выполнялся накостный (ПОП) и внутрикостный остеосинтез (ПОС) через 1 неделю лечения на скелетном вытяжении. Анализ показателей агрегационных свойств эритроцитов выявил, что на 2 неделе в обеих группах сохраняются высокие показатели степени агрегации на обоих изучаемых интервалах времени (M(5); M(10)), большие размеры агрегатов (CРА), ускоренная сборка линейных агрегатов (RT₀, RT₃) по сравнению с ГС ($p < 0,01$). Сохраняется низкий процент неагрегированных эритроцитов ($p < 0,01$) по сравнению с ГС. Частоты встречаемости патологических агрегатов составляет в группе ПОП 40 %, в ПОС 20 %.

При остеосинтезе стержнями имеется менее выраженное увеличение степени агрегации на обоих изучаемых интервалах времени (M(5); M(10)) ($p < 0,01$) по сравнению с накостным остеосинтезом (ПОП). Также отмечается увеличение количества неагрегированных эритроцитов, уменьшение размеров агрегатов, уменьшение показателя

агрегации ($p > 0,05$) по сравнению с ПОП. Т.о., применение изучаемых видов остеосинтеза мало влияет на общую динамику изменения показателей реологии эритроцитов которая возникла на 1 неделе лечения. При закрытой репозиции отмечается уменьшение ряда показателей когезионных свойств эритроцитов по сравнению с открытой репозицией, что обусловлено меньшей травмой мягких тканей при остеосинтезе стержнями.

Показатели цитоархитектоники эритроцитов в изучаемых группах имеют разные значения. В группе, где выполнялся остеосинтез пластиной, отмечается снижение количество дискоцитов по сравнению с группой контроля и группой ОПС ($p < 0,01$). Но если в группе ПОП отмечается повышенное количество дискоцитов с одним выростом по сравнению с ГС, то в группе ПОС идет увеличение куполообразных форм эритроцитов ($p < 0,05$), которые плохо переносят кислород и имеют непродолжительное время функционирования, предгемолитические формы. Т.е., в группе ПОС увеличено процентное содержание необратимых форм эритроцитов по сравнению с ПОП ($p < 0,05$) и ГС ($p < 0,01$). Т.о., остеосинтез стержнями в меньшей степени, чем остеосинтез пластинами, влияет на цитоархитектонику эритроцитов, приводя к увеличению только необратимых форм эритроцитов.

Для оценки влияния открытой репозиции остеосинтеза пластиной на 6–7 сутки после травмы на реологию крови полученные результаты исследования в группе ПОП сравнены с исходными показателями СВ-1, на фоне которых проводился остеосинтез, и показателями группы СВ-2, где лечение проводилось в течении 2 недель на скелетном вытяжении. Выявлено, что после выполнения накостного остеосинтеза достоверных отличий между группами не наблюдается.

Т. о., 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.

В группе, где выполнялся остеосинтез стержнями, динамика изменения показателей реологии эритроцитов отличается от групп СВ-2 и СВ-1. Это проявляется достоверно более низкими значениями показателей степени агрегации эритроцитов на обоих изучаемых интервалах времени (M(5); M(10)) ($p < 0,01$). Отмечается увеличение количества неагрегированных эритроцитов по сравнению с группой СВ-2 ($p < 0,01$).

Отличий в цитоархитектонике эритроцитов у пациентов в группе СВ-1, СВ-2 по сравнению с группой ПОС не выявлено.

При переломах костей голени вне зависимости от метода лечения происходит усиление способности эритроцитов к агрегации. Клеточные агрегаты способствуют окклюзии капиллярного кровотока, что значительно ухудшает трофику тканей и ведет к

развитию капилляротрофической недостаточности [1, 8, 9, 10]. Увеличение содержания необратимо измененных форм эритроцитов приводит к нарушению проходимости их через капилляры, способствует при этом образованию стаза, замедлению кровотока и агрегации клеток. Помимо того, силы сцепления между предгемолитическими эритроцитами выше, чем у дискоцитов, вследствие изменения их мембранного потенциала и уменьшения сил электрического отталкивания. Все эти изменения реологических свойств эритроцитов несомненно приводят к нарушению микроциркуляции и слад-синдрому, к которым неизбежно присоединяется микротромбообразование, в свою очередь активация свертывающей системы крови сопровождается повышением синтеза крупнодисперсных белковых фракций, усиливающих агрегацию эритроцитов [8, 9, 10, 11].

Таким образом, полученные данные подтверждают значение изменений реологических свойств эритроцитов в патогенезе сосудистых нарушений при переломах костей голени.

Выводы

1. При переломах костей голени нарушения показателей реологии крови обусловлены усилением процессов агрегации эритроцитов, снижением количества дискоцитов и увеличением процента дегенеративных эритроцитов.
2. Ранняя стабилизация костных отломков, в первые сутки после травмы, позволяет к концу 2 недели лечения значительно уменьшить агрегацию эритроцитов и увеличить количество дискоцитов по отношению к показателям 1 недели лечения.
3. Остеосинтез, выполненный в более поздние сроки после травмы, не влияет при дальнейшем лечении на показатели реологии эритроцитов, которые свидетельствуют о сохраняющихся явлениях повышенной агрегации.

Список литературы

1. 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.
2. Канькин, А. Ю. Комплексное лечение больных с замедленной консолидацией переломов и ложными суставами конечностей: Автореф. дис... д-ра. мед. наук. – СПб., 2000. – 42 с.
3. Козинец, Г. И., Макаров В. А. Исследование системы крови в клинической практике / М.: Триада-Х, 1997. – 480 с.
4. Кривошапко, С. В. Оптимизация хирургического лечения и реабилитации больных с переломами мыщелков большеберцовой кости: Автореф. дис... канд. мед. наук. – Ижевск, 2001. – 17 с.

5. Медведев И. Н., Завалишина С. Ю., Фадеева Т. С. Реологические свойства эритроцитов у здоровых молодых людей, регулярно тренирующихся в секции легкой атлетики // Медицинский альманах. – 2011. – № 3. – С. 177. – С. 179.
6. Морозов Ю. А., Чарная М. А., Дементьев И. И. Агрегация эритроцитов: Роль в патологии и пути профилактики: Пособие для врачей. – М., 2010. – 12 с.
7. 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. В. Молчанов // Травматология и ортопедия России. – 2009. – № 2. – С. 33-38.
8. Соловьева Т. И., Лукина Е. А. Микрогемореологические нарушения: характеристика и клиническое значение // Терапевт. арх. – 2006. – Т. 78, №2. – С. 87-91.
9. Типовые изменения обратимой агрегации эритроцитов при патологических процессах различного генеза / Н. В. Рязанцева, В. В. Новицкий, Е. А. Степанова, Я. В. Булавина, В. А. Фокин // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2003. – Т. 135, №1. – С. 33-36.
10. Фирсов Н. Н., Джанашия П. Х. Введение в экспериментальную и клиническую гемореологию. – М.: Изд-во ГОУ ВПО РГМУ, 2004. – 280 с.
11. Шибанов В. А. Общие и клинические вопросы гемореологии: Учебное пособие для врачей и студентов. – Н.Новгород, 1998. – 31 с.
12. Шиляев Р. Р. Метод определения деформируемости эритроцитов // Лаб. дело. – 1991. — № 6. – С. 32-33.
13. Stoltz J. F., Donner M. Red blood cell aggregation: Measurements and clinical applications // Turk. Saglik Bilimleri Derg. – 1991. – Vol. 15, No 1. – P. 26-39.

Рецензенты:

Стрельников Александр Игоревич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой факультетской хирургии и урологии ГБОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Иваново.

Гусев Александр Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней ФДПО ГБОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Иваново.