

СИСТЕМА КРОВИ У ПОСТРАДАВШИХ С ПОЛИТРАВМОЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ

BLOOD SYSTEM IN PATIENTS WITH POLYTRAUMA AT DIFFERENT TIMEFRAMES OF SURGICAL TREATMENT

Макшанова Г.П. Устьянцева И.М. Хохлова О.И.
Makshanova G.P. Ustyantseva I.M. Khokhlova O.M.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Минздрава России,

г. Кемерово, Россия

ГАУЗ КО «Областной клинический центр охраны здоровья шахтеров»,

г. Ленинск-Кузнецкий, Россия

Kemerovo State Medical University,

Kemerovo, Russia,

Regional Clinical Center of Miners' Health Protection,

Leninsk-Kuznetsky, Russia

Цель – оценка изменений в системе крови у больных с политравмой в зависимости от сроков оперативного лечения повреждений опорно-двигательного аппарата.

Материал и методы. В клиническое исследование вошли 60 пострадавших с политравмой (мужчин – 43, женщин – 17) в тяжелом состоянии (степень тяжести по шкале АРАСНЕ-III \approx 76 баллов), с кровопотерей \approx 1,2 л. Из исследования были исключены пострадавшие с черепно-мозговой и/или абдоминальной травмой. Пациентам основной (1-й) группы проведено раннее оперативное лечение поврежденный опорно-двигательного аппарата (1-е сутки от момента травмы). Группу сравнения (2-ю) составили пострадавшие с отсроченным оперативным лечением (позднее 3-х суток после травмы). В контрольную группу вошли 20 здоровых лиц в возрасте 20-40 лет.

При поступлении и на 1, 2, 3, 5, 7, 10, 15, 21-е сутки после травмы у пациентов в венозной крови определяли количество эритроцитов, тромбоцитов, концентрацию гемоглобина – на анализаторе «Sismex XT 4000i» (Япония). Функциональные свойства эритроцитов оценивали по их агрегационной и деформационной способности, соответственно, на пьезодинамическом эритроагрегометре «Тест-2» (Россия) и на ротационном вискозиметре «АКР-2» (Россия) при скоростях сдвига от 10 до 200 с⁻¹. Агрегацию тромбоцитов определяли на агрегометре «BIO/DATA Corporation» (США) с помощью индукторов АДФ, адреналин, ристомицин.

Функциональную активность нейтрофилов оценивали по тесту восстановления нитросинего тетразолия спонтанному и стимулированному, определению бактерицидности с микробной культурой *Staphylococcus aureus*.

Результаты. Кровопотеря у пострадавших с политравмой сопровождалась уменьшением количества эритроцитов в периферической крови с повышением показателей их агрегационной способности и снижением индекса деформируемости. Наблюдалась также активация агрегации тромбоцитов на фоне увеличенных протромбинового индекса и концентрации фибриногена в плазме крови. При этом у пациентов с ранним оперативным лечением повреждений опорно-двигательного аппарата наблюдались менее выраженные изменения, что сопутствовало более раннему улучшению показателей гемодинамики и общего состояния (количество баллов по шкале АРАСНЕ-III на 7-е сутки – $44 \pm 8,5$ против $60 \pm 8,5$ в группе сравнения ($p < 0,05$)). Кроме того, у больных 1-й группы почти в 3 раза реже, чем во 2-й группе (у 17,2 % и 50,1 % соответственно ($p < 0,05$)), развивались осложнения (эндобронхит, уретрит, остеомиелит, пневмония, некрозы,

Objective – to estimate the changes in the blood system in the patients with polytrauma in dependence on timeframes of surgical treatment of the locomotor system.

Materials and methods. The clinical study included 60 critically ill (APACHE III \approx 76) patients (43 men and 17 women) with polytrauma and blood loss about 1,2 l. The patients with traumatic brain and/or abdominal injury were excluded. The patients of the main (1st) group received the early surgical treatment of the locomotor system injuries (24 hours after injury). The comparison (2nd) group included the patients with delayed surgical treatment (more than 3 days after injury). The control group included 20 healthy persons at the age of 20-40.

At the moment of admission and on the days 1, 2, 3, 5, 7, 10, 15 and 21 after injury, the venous blood was estimated for amount of red blood cells, platelets and hemoglobin with use of Sismex XT 4000i (Japan). The functional properties of red blood cells were estimated according the aggregation and deformation capability with use of the piezodynamic erythro-aggregometer Test-2 (Russia) and the rotation viscosimeter AKR-2 (Russia) with the shearing rate from 10 to 200 sec⁻¹. Platelet aggregation was estimated with the aggregometer BIO/DATA Corporation (USA) with use of the inducers for ADP, adrenalin and ristomycin. The functional activity of neutrophils was estimated with the spontaneous and stimulated test of recovery of nitroblue tetrazolium and determination of the bactericidal action with germ culture *Staphylococcus aureus*.

Results. The patients with polytrauma demonstrated the blood loss which was accompanied by the decreasing amount of red blood cells in the peripheral blood and the increasing values of the aggregation capability and decreasing the index of deformity. Also the activation of platelet aggregation was observed at the background of the increasing prothrombin index and the increasing plasma level of fibrinogen. The patients with early surgical treatment of the locomotor system injuries demonstrated less intense changes that promoted more rapid improvement in the hemodynamic values and general condition (APACHE III – 44 ± 8.5 on the 7th day as compared to 60 ± 8.5 in the comparison group, $p < 0.05$). Moreover, the rate of complications (endobronchitis, urethritis, osteomyelitis, pneumonia, necrosis, ARDS) was 3 times lower in the group 1 than in the group 2 (17.2 % and 50.1 % correspondingly, $p < 0.05$) that could be determined by improvement in the rheological properties of the blood and activation of the non-specific link

ОРДС), что могло быть обусловлено как улучшением реологических свойств крови, так и активацией неспецифического звена иммунитета, что проявлялось в повышении бактерицидной функции нейтрофилов (максимально на 3-и сутки в 1,7 раза по сравнению с контролем ($p < 0,05$) и в 1,4 раза по сравнению со 2-й группой ($p < 0,05$).

Выводы. При политравме развивается острая постгеморрагическая анемия, которая при отсроченном оперативном лечении поврежденный опорно-двигательного аппарата сопровождается более выраженным, по сравнению с ранним оперативным лечением, нарушением деформируемости эритроцитов с усилением их способности к агрегации, что свидетельствует об изменении стабильности мембран и ухудшении газотранспортной функции данных клеток.

Ранняя операция повреждений опорно-двигательного аппарата при политравме способствует улучшению функционального состояния эритроцитов и тромбоцитов, показателей гемодинамики и общего состояния пациентов.

Функциональная активность нейтрофильных гранулоцитов при раннем оперативном лечении характеризуется возрастанием их бактерицидности, что, вероятно, обуславливает повышение антимикробной резистентности организма и отражается в меньшем количестве осложнений.

Ключевые слова: политравма; форменные элементы крови; функциональное состояние клеток крови.

Одной из актуальных проблем современной медицины является политравма, которая в списке причин летальных исходов у мужчин работоспособного возраста (18–40 лет) занимает третье место после онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний (данные ВОЗ). Летальный исход в раннем периоде после травмы, как правило, вызван шоком и массивной кровопотерей, в позднем — сопутствующими осложнениями (тромбоэмболии, пневмонии и инфекционные процессы).

Возникающие при политравме осложнения обусловлены динамическими изменениями в коагуляционном гемостазе, снижением иммунитета [1]. Это, в свою очередь, может быть вызвано нарушением функции форменных элементов крови [2, 3].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В клинических условиях было обследовано 60 пострадавших с политравмой в результате дорожно-транспортного происшествия, в том числе 43 мужчины и 17 женщин в возрасте от 25 до 55 лет (средний возраст $39,5 \pm 3,6$ лет), поступивших в критическом состоянии в отделение реанимации и интенсивной терапии ГАУЗ КО ОКЦОЗШ г. Ленинска-Кузнецкого в период с января по декабрь 2016 г. Пострадавшие были достав-

of immunity with such manifestations as increasing bactericidal function of neutrophils (1.7-fold increase with maximal level of the 3rd day as compared to the control group, $p < 0.05$; 1.4-fold increase as compared to the group 2, $p < 0.05$).

Conclusion. Acute posthemorrhagic anemia develops in polytrauma that leads to more intense (as compared to early surgical treatment) disorder of deformity of red blood cells and increasing the aggregation capability in case of delayed surgical treatment. It testifies the changes in stability of the membranes and worsening gas transport function of the cells.

Early surgery for the locomotor system injuries in polytrauma promotes the improving functional state of red blood cells and platelets and enhances the hemodynamic values and the general condition of the patients.

In early surgical treatment the functional activity of neutrophilic granulocytes is characterized by the increasing bactericidal action that possibly determines the increase in the antimicrobial resistance and lower amount of complications.

Key words: polytrauma; formed elements; functional condition of blood cells.

лены в течение 2 часов с момента травмы с травматическим шоком II-III степени (степень тяжести по шкале APACHE-III ≈ 76 баллов), с предполагаемой кровопотерей 1200–1500 мл ($> 20\%$ объема циркулирующей крови (ОЦК)). Индивидуальная оценка величины кровопотери проводилась по сумме наружной и полостной кровопотери с учетом ориентировочной кровопотери при переломах. Критерии включения пострадавших в программу исследования: возраст от 16 до 65 лет, наличие тяжелых множественных ($n = 21$) или сочетанных ($n = 39$) повреждений опорно-двигательного аппарата (ОДА). Критерии исключения из исследования: тяжелая черепно-мозговая и/или абдоминальная травма.

Ретроспективно, в зависимости от сроков оперативного лечения повреждений опорно-двигательного аппарата больные были разделены на 2 группы. Пациентам основной (1-й) группы (23 мужчины и 8 женщин) проводили раннее оперативное лечение — в течение 1-х суток от момента травмы. В группу сравнения (2-ю) вошли пострадавшие (20 мужчин и 9 женщин), которым было выполнено отсроченное оперативное лечение — позднее 3-х суток после травмы. Контрольную группу составили 20 практически здоровых людей в возрасте 20–50 лет.

Характеристика обследуемых пациентов представлена в таблице 1.

Исследование выполнено в соответствии с этическими принципами Хельсинской декларации (World Medical Association Declaration of Helsinki — Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013) с получением письменного согласия пациентов на участие в исследовании (или их близких родственников, в случае ограниченной способности больного к общению) и одобрено локальным этическим комитетом центра.

Показатели венозной крови исследовали при поступлении и на 1, 2, 3, 5, 7, 10, 15, 21-е сутки после травмы. Определяли гематологические параметры (количество эритроцитов, тромбоцитов, концентрацию гемоглобина) на анализаторе «Sismex XT 4000i» (Япония).

Способность эритроцитов к агрегации определяли на пьезодинамическом эритроагрегометре «Тест-2»; деформационную способность эритроцитов — вискозиметрически на ротационном вискозиметре (Россия) при скоростях сдвига в диапазоне от 10 до 200 s^{-1} .

Способность тромбоцитов к агрегации определяли на агрегометре фирмы «BIO/DATA Corporation» (США). Концентрацию фибри-

Таблица 1
Характеристика обследуемых пациентов с политравмой при поступлении
Table 1
The characteristics of the examined patients

Показатели Indices	Основная группа Main group (n = 31)	Группа сравнения Comparison group (n = 29)	p-значение p-value
Возраст, лет Age, years	38.8 ± 3.09	40.1 ± 4.18	0.216
Пол, м/ж Gender, male/female	23 (8)	20 (9)	
Характер травмы / Injury patterns (n =, (%)): - сочетанная / associated, - множественная / multiple	20 (64.5 %) 11 (35.5 %)	19 (65.5 %) 10 (34.5 %)	
Степень тяжести по АРАСНЕ-III (баллы) Severity according to APACHE-III (points)	75.9 ± 12.1	77.1 ± 12.9	0.68
Объем кровопотери (л) The volume of blood loss (l)	1.29 ± 0.200	1.15 ± 0.160	0.55
ЧСС, уд. в минуту HR, per min.	115.0 ± 6.20	110.0 ± 5.80	0.59
АД ср. mean AP	65.0 ± 2.40	64.0 ± 2.56	0.28

Примечание: ЧСС – частота сердечных сокращений; АД ср. – среднее артериальное давление. APACHE III – (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation – оценка острого физиологического и хронического здоровья, Knaus W., 1985).

Note: HR – heart rate; mean AP – mean arterial pressure. APACHE III – Acute Physiology and Chronic Health Evaluation, Knaus W., 1985.

ногена и протромбиновый индекс (ПТИ) определяли в плазме крови на коагулометре STA COMPACT («Stago», Франция).

Определение спонтанного НСТ-теста (НСТ-сп.) проводили по В.Н. Парк (1971) в модификации А.Н. Маянского (1983), стимулированного НСТ-теста (НСТ-ст.) по R.S. Ваечнер (1968). Определение бактерицидности проводили с микробной культурой *Staphylococcus aureus*.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы «IBM SPSS Statistics 20». Вычислялись среднее арифметическое значение (M), ошибка средней арифметической величины (m). Результаты проверяли на нормальность распределения с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. В случае, когда закон распределения измеряемых величин можно было считать нормальным, различия между группами выявляли с помощью однофакторного дисперсионного анализа с последующей процедурой множественных попарных сравнений Тьюки при общем уровне значимости 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На момент поступления в стационар пострадавших с политравмой статистически значимых различий по тяжести состояния, определяемой по шкале АРАСНЕ-III, между группами не отмечено (табл. 1).

Тяжесть состояния больных с политравмой клинически выражалась нарушениями системной гемодинамики: частота сердечных сокращений у них на момент поступления в стационар была выше контрольных данных на 43 % ($p < 0,05$), а среднее АД – ниже на 28 % ($p < 0,05$). Эти изменения со стороны системного кровообращения были обусловлены кровопотерей (табл. 1).

В результате кровопотери у больных с политравмой развивалась острая постгеморрагическая анемия: снижалось количество эритроцитов (на 27 %, $p < 0,05$) и гемоглобина (на 30 %, $p < 0,05$), что характерно для пострадавших с множественными и сочетанными повреждениями опорно-двигательной системы [4]. Несмотря на возмещение кровопотери, анемия нарастала, достигая максимума на

3–5-е сутки после травмы, что, по-видимому, было обусловлено гемодилуцией [5]. Установлено, что при травмах с острой кровопотерей фаза гемодилуции развивается позже – на 5–8 сут., вместо 1–2 сут. после «чистого» кровотечения [6].

Анемия сохранялась до конца периода наблюдения (21-е сутки), вероятно, в результате снижения пластических функций красного костного мозга и усиления гемолиза эритроцитов [7].

К 7-м суткам наблюдения состояние больных основной группы значительно улучшилось, что подтверждалось снижением количества баллов по шкале АРАСНЕ-III до $44 \pm 8,5$. В то время как у больных с отсроченным оперативным вмешательством на ОДА в этот же период наблюдения состояние было более тяжелым – количество баллов по шкале АРАСНЕ-III равнялось $60 \pm 8,5$ балла (рис. 1).

В течение наблюдаемого периода ЧСС у пациентов обеих групп поддерживалась на более высоком уровне, чем в норме, но в период с 5-х по 21-е сутки наблюдения у больных с ранним оперативным лечением повреждений ОДА ЧСС бы-

ла в среднем на 10,5 % ($p < 0,05$) ниже, чем у пациентов с отсроченной операцией (рис. 2).

Улучшение состояния пациентов и более ранняя нормализация ЧСС у пострадавших с политравмой при проведении им раннего оперативного лечения может свидетельствовать о сохранности у них компенсаторных механизмов. Подтверждением этого являлись особенности изменения функциональных свойств эритроцитов. В результате снижения ОЦК и анемии развивалась гипоксия смешанного генеза (циркуляторная и гемическая), которая усугублялась возрастанием агрегируемости эритроцитов и снижением их деформируемости [6]. Но у пациентов с отсроченным оперативным лечением поврежденной ОДА способность эритроцитов к агрегации была значительно выше (индекс агрегации превышал в среднем на 33 % ($p < 0,05$), коэффициент агрегации – на 83 % ($p < 0,05$)), а деформационная способность – ниже, чем у пациентов 1-й группы [3, 8] (табл. 2).

Описанные нарушения агрегационной и деформационной способности эритроцитов у пациентов группы сравнения могли приводить к нарушениям кровотока в сосудах микроциркуляторного русла, усугубляя гипоксию в отдельных органах и тканях и способствуя развитию местных осложнений у этих больных в виде эндобронхита (19,6 % случаев), остеомиелита (7,8 % случаев), некрозов и пролежней (4,2 % случаев), острого уретрита (3,9 % случаев) [3].

Кроме местных осложнений, у пострадавших с политравмой часто развивались пневмония (23,5 % случаев) и ОРДС (23,5 % случаев). Возникновение таких грозных для жизни больных осложнений могло быть обусловлено дисфункцией иммунной системы, наблюдаемой при политравме [9, 10]. При этом общее количество осложнений у пострадавших сравниваемой группы было практически в 3 раза больше (50,1 % против 17,2 % ($p < 0,05$)), чем у больных основной группы [3]. Это, по-видимому, было обусловлено более выраженным нарушением функции неспецифического звена иммунитета.

Рисунок 1

Сравнительная динамика степени тяжести состояния больных с политравмой по шкале APACHE-III при раннем (1-я группа) и отсроченном (2-я группа) оперативном лечении поврежденных опорно-двигательного аппарата; * – статистически значимые различия между группами

Figure 1

The comparative time trends of severity of condition of the patients with polytrauma according to APACHE-III in early (group 1) and delayed (group 2) surgical treatment of locomotor system injuries; * – statistically significant differences between the groups

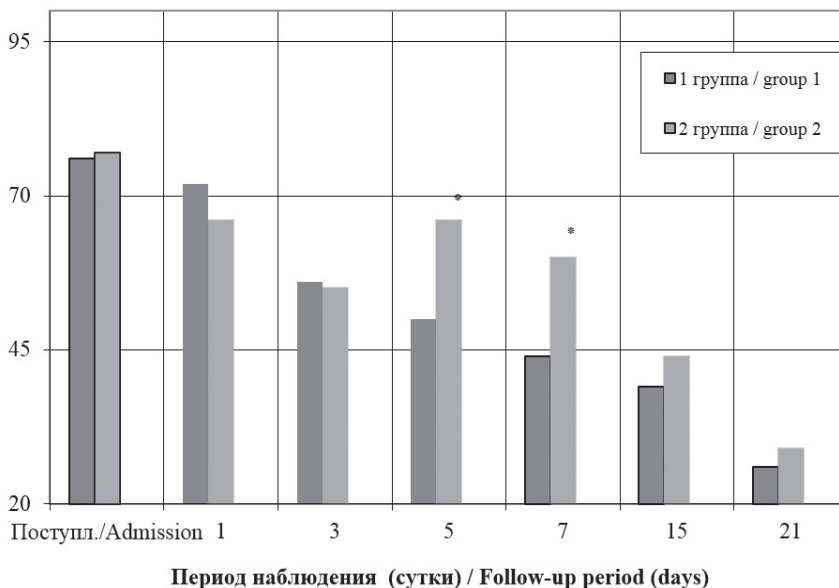


Рисунок 2

Сравнительная динамика ЧСС у больных с политравмой при раннем (1-я группа) и отсроченном (2-я группа) оперативном лечении поврежденных опорно-двигательного аппарата; * – статистически значимые различия между группами

Figure 2

The comparative time trends of HR in the patients with polytrauma in early (group 1) and delayed (group 2) surgical treatment of locomotor system injuries; * – statistically significant differences between the groups

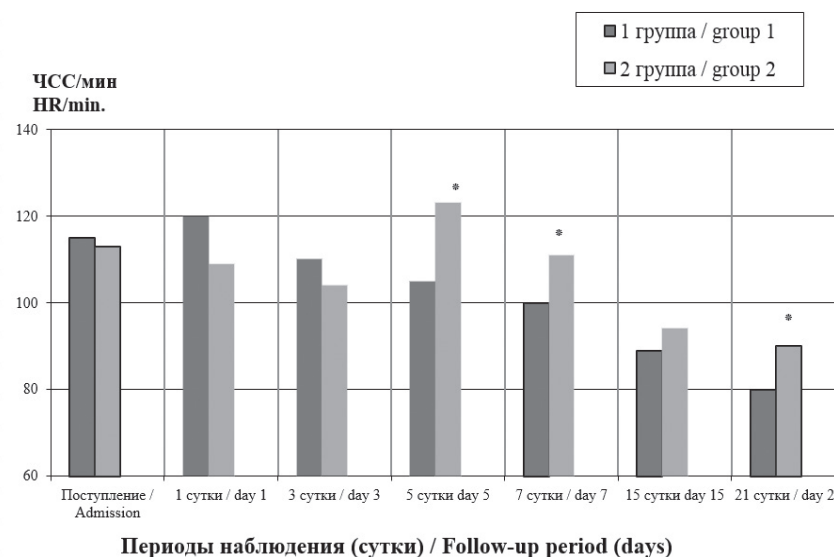


Таблица 2

Динамика изменения индекса (J) и коэффициента (K) агрегации, и индекса деформируемости (Id) эритроцитов у пострадавших с политравмой при раннем (I группа, n = 31) и отсроченном (II группа, n = 29) оперативном лечении (M ± m)

Table 2

The time trends of changes in index (J) and coefficient (K) of aggregation and index of deformity (Id) of red blood cells in patients with polytrauma in early (group I, n = 31) and delayed (group II, n = 29) surgical treatment (M ± m)

Период наблюдения Follow-up period	Группа Group	Индекс агрегации Aggregation index (J • 10 ²)	Коэффициент агрегации Aggregation coefficient (K • 10 ²)	Индекс деформируемости Deformity index (Id)
Поступление Admission	Контрольная Control	3.61 ± 0.190	1.44 ± 0.220	1.12 ± 0.003
	I	4.71 ± 0.170*	3.73 ± 0.220*	1.09 ± 0.008*
	II	4.72 ± 0.180*	3.7 ± 0.21*	1.09 ± 0.008*
1-е сутки day 1	I	4.34 ± 0.150*	2.21 ± 0.190*	1.11 ± 0.003*,**
	II	5.98 ± 0.150*,**	3.97 ± 0.210*,**	1.08 ± 0.004*
5-е сутки day 5	I	6.09 ± 0.220*	6.15 ± 0.200*	1.10 ± 0.007*
	II	6.97 ± 0.170*,**	6.64 ± 0.190*	1.06 ± 0.005*,**
7-е сутки day 7	I	6.86 ± 0.230*	5.02 ± 0.180*	1.11 ± 0.005
	II	7.3 ± 0.20*	7.18 ± 0.220*,**	1.08 ± 0.006*,**
10-е сутки day 10	I	5.04 ± 0.130*	3.45 ± 0.160*	1.11 ± 0.004*
	II	7.06 ± 0.180*,**	7.9 ± 0.23*,**	1.09 ± 0.006*,**
15-е сутки day 15	I	4.7 ± 0.13*	3.02 ± 0.160*	1.11 ± 0.006
	II	6.02 ± 0.170*,**	4.88 ± 0.170*,**	1.10 ± 0.007*
21-е сутки day 21	I	4.6 ± 0.15*	2.72 ± 0.150*	1.12 ± 0.008
	II	5.78 ± 0.200*,**	4.39 ± 0.200*,**	1.11 ± 0.005

Примечание: (*) – статистически значимые различия по t-критерию Стьюдента в сравнении с контрольными значениями; (**) – между группами, при p < 0,05.

Note: (*) – statistically significant changes according to Student's test in comparison with control values; (**) – between groups, p < 0.05.

Данное предположение подтверждалось снижением функциональной активности нейтрофилов у пациентов с отсроченной операцией. Так, исследование бактерицидности нейтрофилов (с живой культурой микроорганизмов) показало, что если у пострадавших с ранним оперативным лечением бактерицидность нейтрофилов повышалась уже при их поступлении в стационар (на 30 %, p < 0,05) и продолжала нарастать, с максимумом повышения на 2-е и 3-и сутки, то у пациентов с отсроченной операцией этот показатель увеличивался кратковременно, с пиком на 1-е сутки наблюдения. Кроме этого, у пациентов 2-й группы сохранялся неизменным стимулированный НСТ-тест (тест восстановления нитросинего тетразолия) наряду с положительной динамикой спонтанного НСТ-теста (табл. 3).

Снижение активности нейтрофилов у пациентов с отсроченной операцией, по-видимому, связано с вероятностью прогрессирования у них системного воспалительного

ответа [11]. Ключевыми клетками в развитии процесса системного воспалительного ответа являются макрофаги, которые выделяют цитокины, главным образом, фактор некроза опухоли (ФНО-α), ИЛ-1 и ИЛ-6. В динамике травматической болезни выявляется сильная корреляционная связь между показателями цитокинов и гемокоагуляции [12]. В связи с этим мы исследовали динамику системы гемостаза у пострадавших с политравмой.

У больных с политравмой возникла гиперкоагуляция. Известно, что при травме в системе гемостаза отмечаются 2 последовательные фазы: кратковременная – сразу вслед за травмой – гипокоагуляция и более длительная последующая гиперкоагуляция [4]. Повышение протромбинового индекса (ПТИ), наблюдаемое до 10-х суток наблюдения, свидетельствовало об усилении свертывания крови, а именно об активации внешнего пути системы гемостаза [13]. При этом у больных группы сравнения гиперкоагуляция крови была более выра-

женной, чем у пациентов основной группы, что характеризовали более высокие цифры ПТИ в течение этого периода наблюдения (табл. 4).

Важным фактором гиперкоагуляции является повышение количества фибриногена в крови [12]. У пострадавших с политравмой уровень фибриногена увеличивался с первых суток наблюдения и достигал максимальных значений на 5–7-е сутки (в 3,7 раза, p < 0,001), без существенных различий между группами на протяжении всего периода наблюдения (табл. 4).

Тромбоцитопения (количество тромбоцитов снижалось на 11 %, p < 0,05), которая наблюдалась у больных с политравмой в течение 5 суток, вероятно, была обусловлена гемодилюцией [14]. Наряду с этим отмечалось усиление агрегационной способности тромбоцитов при использовании различных индукторов (АДФ, адреналин, ристомидин), более выраженное у пострадавших с отсроченным оперативным лечением. Так, при использовании в качестве индуктора

Таблица 3

Динамика бактерицидности нейтрофильных гранулоцитов, НСТ-спонтанного (НСТ-сп.) и НСТ-стимулированного (НСТ-ст.) у пострадавших с политравмой при раннем (I группа, n = 28) и отсроченном (II группа, n = 27) оперативном лечении (M ± m)

Table 3

Time trends of bactericidal action of neutrophilic granulocytes, NBT-spontaneous (NBT-sp.) and NBT-stimulated (NBT-st.) in patients with polytrauma in early (group 1, n = 28) and delayed (group II, n = 27) surgical treatment (M ± m)

Период наблюдения Follow-up period	Группа Group	Бактерицидность, % киллинга микробов Bactericidal action, % microbial killing	НСТ-сп. NBT-sp. • 10 ⁹	НСТ-ст. NBT-st. • 10 ⁹
Поступление Admission	Контрольная Control	39.2 ± 0.89	0.14 ± 0.020	0.4 ± 0.03
	I	51.1 ± 0.90*	0.19 ± 0.030	0.42 ± 0.090
	II	51.9 ± 0.80*	0.189 ± 0.0200	0.41 ± 0.080
1-е сутки day 1	I	57.3 ± 1.10*	0.27 ± 0.050*	0.56 ± 0.050*
	II	56.4 ± 1.20*	0.26 ± 0.030*	0.4 ± 0.03**
2-е сутки day 2	I	64.3 ± 1.30*	0.34 ± 0.040*	0.58 ± 0.060*
	II	46.3 ± 1.30*,**	0.24 ± 0.020*,**	0.42 ± 0.040**
3-е сутки day 3	I	66.1 ± 1.50*	0.29 ± 0.020*	0.57 ± 0.050*
	II	40.4 ± 1.70*,**	0.22 ± 0.020*,**	0.44 ± 0.030**
5-е сутки day 5	I	55.2 ± 1.04*	0.26 ± 0.020*	0.49 ± 0.030*
	II	42.1 ± 1.30*,**	0.20 ± 0.020*,**	0.48 ± 0.020*
7-е сутки day 7	I	53.3 ± 1.10*	0.17 ± 0.010	0.49 ± 0.020*
	II	31.3 ± 0.92*,**	0.19 ± 0.020	0.44 ± 0.030
10-е сутки day 10	I	45.3 ± 0.99*	0.16 ± 0.010	0.48 ± 0.010*
	II	30.4 ± 0.99*,**	0.16 ± 0.040	0.36 ± 0.040**
15-е сутки day 15	I	42.5 ± 0.97*	0.15 ± 0.030	0.42 ± 0.030
	II	34.2 ± 1.20*,**	0.15 ± 0.020	0.42 ± 0.040
21-е сутки day 21	I	40.1 ± 0.98	0.14 ± 0.030	0.40 ± 0.050
	II	36.1 ± 0.99*,**	0.15 ± 0.020	0.40 ± 0.030

Примечание: (*) – статистически значимые различия по t-критерию Стьюдента в сравнении с контрольными значениями; (**) – между группами, при p < 0,05.

Note: (*) – statistically significant changes according to Student's test in comparison with control values; (**) – between groups, p < 0.05.

АДФ у пострадавших 2-й группы агрегация тромбоцитов была выше с 5-х по 15-е сутки, адреналина – в период с 5-х по 21-е сутки, ристомицина – с 7-х по 15-е сутки исследования (табл. 4).

Более значимые расстройства в системе гемостаза у пострадавших с отсроченным оперативным лечением повреждений ОДА могли явиться причиной нарушения микроциркуляции [15]. В свою очередь, микроциркуляторные нарушения усугубляют тканевую гипоксию, то есть включается «порочный круг», что в конечном итоге может отражаться на процессах репара-

ции и возникновении различного рода осложнений.

ВЫВОДЫ:

1. При политравме развивается острая постгеморрагическая анемия, которая при отсроченном оперативном лечении повреждений опорно-двигательного аппарата сопровождается более выраженным, по сравнению с ранним оперативным лечением, нарушением деформируемости эритроцитов с усилением их способности к агрегации, что свидетельствует об изменении стабильности мембран и ухудшении га-

зотранспортной функции данных клеток.

2. Ранняя операция повреждений ОДА при политравме способствует улучшению функционального состояния эритроцитов и тромбоцитов, показателей гемодинамики и общего состояния пациентов.

3. Функциональная активность нейтрофильных гранулоцитов при раннем оперативном лечении характеризуется возрастанием их бактерицидности, что, вероятно, обуславливает повышение антимикробной резистентности организма и отражается в меньшем количестве осложнений.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Sokolov VA. Multiple and associated injuries. M.: GEOTAR-Media, 2006. 512 p. Russian (Соколов В.А. Множественные и сочетанные травмы. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. 512 с.)
- Ustyantseva IM, Makshanova GP, Krupko OV. The features of functional metabolic state of leukocytes in polytrauma // Polytrauma. 2006; 1: 56-61. Russian (Устьянцева И.М., Макшанова Г.П., Крупко О.В. Особенности функционально-метаболического состоя-

Таблица 4

Динамика ПТИ, количества фибриногена и тромбоцитов, агрегационной способности тромбоцитов (при использовании индукторов: АДФ, адреналина, ристомицина) в крови пациентов с политравмой при раннем (I группа, n = 31) и отсроченном (II группа, n = 29) оперативном лечении (M ± m)

Table 4

Time trends of PTI, level of fibrinogen and platelets, aggregation capability of platelets (with use of the inducers: ADP, adrenaline, ristomycin) in blood of patients with polytrauma in early (group I, n = 31) and delayed (group II, n = 29) surgical treatment (M ± m)

Период наблюдения Follow-up period	Группа Group	Показатель / Value					
		ПТИ PTI (%)	Фибриноген (г/л) Fibrinogen (g/l)	Количество тромбоцитов Amount of platelets (• 10 ¹¹ /l)	Агрегация тромбоцитов Platelet aggregation		
					АДФ ADP	Адреналин Adrenaline	Ристомицин Ristomycin
Поступление Admission	Контрольная Control	90.5 ± 1.66	2.89 ± 0.230	232.7 ± 5.57	60.7 ± 2.31	56.99 ± 2.980	65.7 ± 2.30
	I	95.5 ± 1.29*	2.41 ± 0.400	206.6 ± 7.22*	66.5 ± 3.69	60.8 ± 2.98	69.4 ± 2.34
	II	96.2 ± 1.89*	2.28 ± 0.310	202.9 ± 6.07*	67.1 ± 3.12	61.99 ± 2.130	69.9 ± 2.04*
1-е сутки day 1	I	96.7 ± 1.39*	3.81 ± 0.230*	162.3 ± 5.25*	64.1 ± 3.31	64.8 ± 3.18	65.1 ± 3.70
	II	112.4 ± 2.55*,**	4.27 ± 0.350*	199.6 ± 13.71*,**	67.5 ± 3.50	65.9 ± 3.12*	66.5 ± 2.13
2-е сутки day 2	I	99.2 ± 1.87*	7.05 ± 0.420*	140.1 ± 3.24*	70.9 ± 3.21*	67.4 ± 3.05*	66.5 ± 3.17
	II	111.7 ± 2.83*,**	6.84 ± 0.650*	188.7 ± 16.05*,**	70.99 ± 2.320*	65.4 ± 2.50*	67.8 ± 2.59
3-и сутки day 3	I	105.4 ± 1.60*	7.87 ± 0.530*	161.9 ± 3.84*	69.1 ± 2.18*	65.4 ± 2.71*	78.9 ± 2.11*
	II	106.5 ± 2.85*	7.74 ± 0.660*	164.8 ± 12.10*	70.8 ± 2.34*	66.3 ± 2.51*	72.8 ± 2.12*,**
5-е сутки day 5	I	102.8 ± 1.79*	9.21 ± 0.650*	203.1 ± 9.94*	62.5 ± 2.56	71.2 ± 2.73*	72.1 ± 2.16*
	II	107.4 ± 2.29*	9.07 ± 0.600*	186.2 ± 12.09*	75.2 ± 2.16*,**	79.9 ± 3.14*,**	77.8 ± 2.21*
7-е сутки day 7	I	101.3 ± 1.72*	8.37 ± 0.650*	244.9 ± 9.04	62.0 ± 3.15	69.1 ± 2.40*	66.9 ± 2.64
	II	102.4 ± 2.09*	8.77 ± 0.320*	245.6 ± 8.86	74.7 ± 2.61*,**	78.4 ± 2.01*,**	78.6 ± 2.23*,**
10-е сутки day 10	I	95.8 ± 1.91*	7.61 ± 0.52*	364.2 ± 14.96*	61.5 ± 2.64	69.3 ± 2.16*	66.2 ± 2.64
	II	102.5 ± 1.42*,**	7.93 ± 0.69*	329.1 ± 12.11*	72.7 ± 2.19*,**	74.8 ± 2.86*,**	78.4 ± 2.88*,**
15-е сутки day 15	I	94.6 ± 2.21	6.99 ± 0.600*	380.5 ± 13.29*	61.7 ± 2.82	64.5 ± 2.18*	66.4 ± 2.09
	II	100.1 ± 2.20*	6.99 ± 0.550*	380.3 ± 14.49*	69.8 ± 2.22*,**	71.6 ± 2.17*,**	78.1 ± 3.09*,**
21-е сутки day 21	I	91.3 ± 1.89	6.77 ± 0.40*	328.0 ± 6.59*	60.4 ± 1.64	57.7 ± 2.07	65.5 ± 1.96
	II	95.5 ± 1.44*	7.09 ± 1.23*	368.0 ± 9.14*,**	61.9 ± 1.55	64.3 ± 1.71*,**	72.0 ± 2.99

Примечание: (*) – статистически значимые различия по t-критерию Стьюдента в сравнении с контрольными значениями;

(**) – между группами, при p < 0,05.

Note: (*) – statistically significant changes according to Student's test in comparison with control values; (**) – between groups, p < 0.05.

ния лейкоцитов при политравме// Политравма. 2006. №1. С. 56-61.)

- Makshanova GP, Ustyantseva IM, Khokhlova OI, Agadzhanian VV. Changes in structural and functional state of red blood cells in patients with polytrauma as a risk factor of complications // *Polytrauma*. 2012; 1: 65-69. Russian (Макшанова Г.П., Устьянцева И.М., Хохлова О.И., Агаджанян В.В. Изменения структурно-функционального состояния эритроцитов у пострадавших с политравмой как фактор риска развития осложнений // Политравма. 2012. № 1. С. 65-69.)
- Shchekolova NB, Mudrova OA, Zubareva NS. Time course of clinical and laboratory changes in patients with multiple and associated locomotor system injuries // *Perm Medical Journal*. 2015; 32(4): 57-62 p. Russian (Щеколова Н.Б., Мудрова О.А., Зубарева Н.С. Динамика клинико-лабораторных изменений у пострадавших с множественными и сочетанными повреждениями опорно-двигательной системы // Пермский медицинский журнал. 2015. Т. XXXII, №4. С. 57-62.)
- Shchekolova NB, Ladeyshchikov VM, Zubareva NS. Early complications of traumatic disease in multiple locomotor system injuries // *Perm Medical Journal*. 2015; 33(3): 25-30. Russian (Щеколова Н.Б.,

Ладейщиков В.М., Зубарева Н.С. Осложнения раннего периода травматической болезни при множественных повреждениях опорно-двигательной системы // Пермский медицинский журнал. 2016. Т. XXXIII, №3. С. 25-30.)

- Vorotnikov AA, Anisimov IN, Barabash YuA, Apaguni AE, Mosiyants VG, Enikeev MR. Polytrauma and associated injuries: the manual. Stavropol, 2003. 88 p. Russian (Воротников А.А., Анисимов И.Н., Барабаш Ю.А., Апагуни А.Э., Мосиянц В.Г., Еникеев М.Р. Политравма и сочетанные повреждения : методическое пособие. Ставрополь, 2003. 88 с.)
- Bocharov SN, Kirpichenko ML, Gumanenko VV, Rodionova LV, Lepekhova SA. Changes in blood system in conditions of multiple associated skeletal injury (experimental studies) // *Fundamental Studies*. 2014; 10: 37-41. Russian (Бочаров С.Н., Кирпиченко М.Л., Гуманенко В.В., Родионова Л.В., Лепехова С.А. Изменения системы крови в условиях множественной скелетной травмы (экспериментальные исследования) // Фундаментальные исследования. 2014. № 10. С. 37-41.)
- Makshanova GP, Ustyantseva IM, Agadzhanian VV. Time course of peripheral link of erythron in patients with different timeframes of surgical treatment. *Polytrauma*. 2006; 2: 41-45. Russian (Мак-

- шанова Г.П., Устьянцева И.М., Агаджанян В.В. Динамика показателей периферического звена эритронов у пострадавших с политравмой при различных сроках оперативного лечения // Политравма. 2006. № 2. С. 41-45.)
9. Gayduk SV. Clinical and pathologic substantiation of early diagnostics of multiple organ dysfunction and visceral complications in patients with polytrauma: abstracts of PhD in medicine. St. Petersburg, 2009. 50 p. Russian (Гайдук С.В. Клинико-патологическое обоснование ранней диагностики синдрома полиорганной недостаточности и висцеральных осложнений у пострадавших с политравмой : автореф. дис. ...д-ра мед. наук. СПб, 2009. 50 с.)
 10. Polytrauma: traumatic disease, immune system dysfunction. Modern strategy of treatment. Edited by Gumanenko EK, Kozlov VK. M.: GEOTAR-Media, 2008. 608 p. Russian (Политравма: травматическая болезнь, дисфункция иммунной системы. Современная стратегия лечения / под редакцией Е.К. Гуманенко, В.К. Козлова. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. 608 с.)
 11. Samokhvalov IM, Sosyukin AE, Nemchenko NS, Boyarintsev VV, Gayduk SV, Gavrilin SV et al. Systemic inflammatory response – adaptive response of the body to injury // *Herald of Russian Military Medical Academy. St. Petersburg.* 2009; 4: 91-95. Russian (Самохвалов И.М., Сосюкин А.Е., Немченко Н.С., Бояринцев В.В., Гайдук С.В., Гаврилин С.В. и др. Системный воспалительный ответ – адаптационная реакция организма на травму // Вестник Российской Военно-медицинской академии. СПб, 2009. №4. С. 91-95.)
 12. Nemchenko NS, Denisov AV, Zhirnova NA. The features of multiple organ dysfunction syndrome in severe injuries: diagnostics of risk of development // *Medicobiological and Social and Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2012; 3: 18-23. Russian (Немченко Н.С., Денисов А.В., Жирнова Н.А. Особенности синдрома полиорганной недостаточности при тяжелых травмах: диагностика риска развития // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2012. № 3. С. 18-23.)
 13. Kolesnikov VV. Disorders of hemostasis system in severe injury. *Tolyatti Medical Concilium.* 2011; 3-4: 114-121. Russian (Колесников В.В. Нарушения системы гемостаза при тяжелой травме // Тольяттинский медицинский консилиум. 2011. № 3-4. С. 114-121.)
 14. Gando S, Otomo Y. Local hemostasis, immunothrombosis and systemic disseminated intravascular coagulation in trauma and traumatic shock. *Crit. Care Med.* 2015; 19(1): 502-511.
 15. Zhirnova NA. Laboratory diagnostics of traumatic disease in polytrauma: dissertation of candidate of biological science. St. Petersburg, 2010. 120 p. Russian (Жирнова Н.А. Лабораторная диагностика острого периода травматической болезни при политравме: дисс. ... канд. биол. наук. СПб, 2010. 120 с.)

Сведения об авторах:

Макшанова Г.П., д.м.н., профессор, кафедра патологической физиологии, клинической и медицинской биохимии, ФГБОУ ВО КемГМУ МЗ РФ, г. Кемерово, Россия.

Устьянцева И.М., д.б.н., профессор, заместитель гл. врача по клинической лабораторной диагностике, ГАУЗ КО «Областной клинический центр охраны здоровья шахтеров», г. Ленинск-Кузнецкий, Россия.

Хохлова О.И., д.м.н., врач клинической лабораторной диагностики, ГАУЗ КО «Областной клинический центр охраны здоровья шахтеров», г. Ленинск-Кузнецкий, Россия.

Адрес для переписки:

Макшанова Г.П., ул. Ворошилова 22а, г. Кемерово, Россия, 650029
Кафедра патологической физиологии, клинической и медицинской биохимии ФГБОУ ВО КемГМУ МЗ РФ

Тел: +7 (913) 407-17-31

E-mail: galya.makshanova.58@mail.ru

Information about authors:

Makshanova G.P., MD, PhD, professor, chair of pathologic physiology, clinical and medical biochemistry, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

Ustyantseva I.M., doctor of biological science, deputy chief physician of clinical laboratory diagnostics, Regional Clinical Center of Miners' Health Protection, Leninsk-Kuznetsky, Russia.

Khokhlova O.M., MD, PhD, physician of clinical laboratory diagnostics, Regional Clinical Center of Miners' Health Protection, Leninsk-Kuznetsky, Russia.

Address for correspondence:

Makshanova G.P., Voroshilova St., 2a, Kemerovo, Russia, 650029
Chair of pathologic physiology, clinical and medical biochemistry, Kemerovo State Medical University

Tel: +7 (913) 407-17-31

E-mail: galya.makshanova.58@mail.ru