

В.Т. Сахин¹, А.В. Гордиенко², А.В. Сотников²,
П.Г. Шахнович², М.В. Куренков³, В.В. Яковлев²

Особенности изменений скоростных и объемных параметров микроциркуляции у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди в зависимости от клинического исхода

¹1586-й Военный клинический госпиталь, Подольск

²Военно-медицинская академия им С.М. Кирова, Санкт-Петербург

³Научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, Санкт-Петербург

Резюме. Представлены результаты корреляционного анализа между скоростными и объемными показателями микроциркуляции с тяжестью состояния, повреждением, уровнем нарушения сознания через 4 ч после травмы. Между всеми показателями микроциркуляции и отечественными шкалами тяжести состояния и повреждения установлена слабая взаимосвязь. Для тяжести нарушения сознания и тяжести повреждения по шкале тяжести повреждения показана слабая взаимосвязь с максимальной систолической скоростью, средней скоростью за сердечный цикл, объемной скоростью и умеренная отрицательная корреляционная связь с максимальной систолической и систолической объемной скоростями кровотока, средними линейной и объемной скоростями кровотока по кривой средней скорости. Изучены изменения микроциркуляции в течение травматической болезни в зависимости от клинического исхода. Наиболее выраженные изменения выявлены в группе пострадавших с летальным исходом. Через 4 ч после травмы для всех показателей микроциркуляции в этой группе не установлено статистически значимых различий с группой контроля и выжившими пострадавшими. Через сутки после травмы в группе пострадавших с летальным исходом, в сравнении с выжившими, показаны более низкие значения максимальной систолической и систолической объемной скоростей кровотока по кривой средней скорости. На 5 сутки в этой группе, в сравнении с выжившими пострадавшими, выявлены более низкие значения средней скорости кровотока за сердечный цикл и средней линейной скорости кровотока по кривой средней скорости. К 5 суткам в этой же группе по сравнению со значениями через 4 ч после травмы и значениями в контрольной группе показаны статистически значимо более низкие максимальная систолическая скорость, средние линейная и объемная скорости кровотока, объемная скорость и систолическая объемная скорость по кривой средней скорости. Выявленные изменения микроциркуляции могут использоваться для прогнозирования неблагоприятного исхода.

Ключевые слова: скоростные и объемные показатели микроциркуляции, травматическая болезнь, тяжелая сочетанная травма груди, тяжесть повреждения, тяжесть состояния, шкалы военно-полевой хирургии, шкала тяжести повреждения.

Введение. XXI век характеризуется увеличением интенсивности дорожного движения и темпов высотного строительства, способствующих увеличению числа сочетанных повреждений [1]. Несмотря на все достижения современной медицины, сохраняется высокая летальность среди пострадавших с тяжелыми сочетанными повреждениями, достигающая 45–50% [7]. Одной из ведущих причин летальных исходов у пострадавших, переживших острый период травмы, является прогрессирующая полиорганная недостаточность вследствие нарушения тканевой перфузии и оксигенации [2, 9]. Нарушения микроциркуляции могут иметь решающее значение в развитии полиорганной недостаточности [10, 11]. Исследования, в которых изучали изменения микроциркуляции при тяжелой сочетанной травме, немногочисленны, выполнены в основном с помощью микроскопических методик, имеют много недостатков [11]. В связи с этим, актуальность разработки, совершенствования

и оценки новых подходов к исследованию микроциркуляции, позволяющих мониторировать микрососудистое русло при различных патологических состояниях, очень высока. Одной из таких методик является ультразвуковая высокочастотная доплерография [3, 6]. Поскольку кожа является легко доступным объектом для оценки периферических микрососудов, полученные данные могут быть использованы в качестве суррогатного маркера системной микрососудистой дисфункции у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой.

Цель исследования. Изучить взаимосвязь между скоростными и объемными показателями микроциркуляции и тяжестью нарушения сознания, тяжестью состояния и повреждения через 4 ч после травмы, исследовать особенности изменения микроциркуляции в зависимости от клинического исхода травматической болезни.

Материалы и методы. Обследованы 37 пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди. Все пострадавшие разделены на две группы: 1-я – пострадавшие с благоприятным (выздоровление) – 22 (18 мужчин, 4 женщины, средний возраст $35,3 \pm 12$ лет), и 2-я – с летальным исходом – 15 (12 мужчин, 3 женщины, средний возраст $39 \pm 13,7$ лет). Продолжительность лечения у пострадавших с летальным исходом – $11,0 \pm 2,8$ суток. Причина смерти – прогрессирующая полиорганная недостаточность. Контрольную группу составили 30 практически здоровых, сопоставимых с группами обследованных пострадавших по возрасту и полу (20 мужчин, 10 женщин). Тяжесть состояния при поступлении определяли по шкале ВПХ-СП (военно-полевая хирургия – состояние при поступлении), тяжесть повреждения оценивали по шкале ВПХ-П (МП) (П – повреждение, МТ – механическая травма), и шкале тяжести повреждения (Injury Severity Score – ISS) [8]. Степень нарушения сознания оценивали по шкале ком Глазго (GCS) [12]. Тяжесть состояния и показатели микроциркуляции определяли в трех временных точках: через 4 ч после травмы, на 1-е и 5-е сутки, что соответствует первому, второму и третьему периоду травматической болезни согласно ее классификации [4, 5]. Состояние микроциркуляторного русла оценивали с помощью высокочастотной ультразвуковой доплерографии (датчик 25 МГц) в области ногтевого валика среднего пальца кисти устройством ультразвуковым компьютеризированным для исследования кровотока ММ-Д-К (минимакс-доплер-К) производства общества с ограниченной ответственностью совместного предприятия «Минимакс» (Санкт-Петербург). При установке датчика в зону локации угол наклона датчика регулировали по получению максимальных по амплитудам кровотока и тонов. После проведения качественной оценки доплерограммы по формегибающей спектра определяли линейные и объемные показатели скорости кровотока: V_s – максимальная систолическая скорость (см/с), V_{as} – максимальная систолическая скорость кровотока по кривой средней скорости (см/с), V_{am} – средняя линейная скорость кровотока по кривой средней скорости (см/с), V_m – средняя за сердечный цикл скорость кровотока (см/с), Q_s – объемная скорость (мл/мин), Q_{as} – систоличе-

ская объемная скорость по кривой средней скорости (мл/мин), Q_{am} – средняя объемная скорость по кривой средней скорости (мл/мин). Для исследуемых показателей определяли среднее (M), стандартную ошибку среднего (m), медиану (Me), межквартильный интервал ($LQ-UQ$). Достоверность различий между исследуемыми выборками определяли с помощью U-критерия Манна – Уитни и W-критерия Вилкоксона. Критерии считали достоверными при статистической значимости (p) различий в рассматриваемых выборках менее 0,05. Для оценки взаимосвязи между двумя переменными использовали корреляционный анализ с вычислением коэффициента корреляции Спирмена (r). Статистически значимым отличием коэффициента r от 0 признавали уровень $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Пострадавшие с неблагоприятным исходом в сравнении с пострадавшими с благоприятным исходом имели при поступлении в стационар более низкий уровень сознания ($6,2 \pm 4,2$ и $11,7 \pm 4$ балла, $p < 0,05$), более высокие значения тяжести состояния по шкале ВПХ-СП ($35,7 \pm 10,1$ и $24,5 \pm 7,5$ балла, $p < 0,05$) и повреждения по шкале ВПХ-П (МП) ($12,2 \pm 5,7$ и $5,1 \pm 4,2$ балла, $p < 0,05$) и ISS ($34,8 \pm 10,2$ и $24,1 \pm 6,9$ балла, $p < 0,05$).

Влияние тяжести состояния, повреждения и нарушения сознания при поступлении на скоростные и объемные показатели микроциркуляции у всех пострадавших в тот же временной период представлены в таблице 1.

Между всеми показателями микроциркуляции и шкалой ВПХ-СП и ВПХ-П (МП) выявлена слабая корреляционная связь. Между GCS и ISS также выявлена слабая корреляционная связь с V_s , V_m , Q_s . Между GCS и V_{as} ($r = -0,59$), V_{am} ($r = -0,55$), Q_{as} ($r = -0,59$), Q_{am} ($r = -0,55$) выявлена умеренная отрицательная связь. Между ISS и V_{as} ($r = -0,42$), V_{am} ($r = -0,32$), Q_{as} ($r = -0,42$), Q_{am} ($r = -0,32$) выявлена также умеренная отрицательная связь. Полученные взаимосвязи могут быть использованы для оценки тяжести нарушения сознания и тяжести травмы.

Через 4 ч после травмы у пострадавших с благоприятным исходом, по сравнению с нормальными значениями, наблюдали снижение V_s и Q_s ($p < 0,05$).

Таблица 1

Взаимосвязи между тяжестью состояния, травмы, уровнем нарушения сознания и показателями микроциркуляции у всех пострадавших через 4 ч после травмы, r

Показатель	ВПХ-СП	Шкала ком Глазго	ВПХ-П (МП)	ISS
V_s , см/с	0,07	-0,09	0,06	0,09
V_{as} , см/с	0,00	-0,59	0,02	-0,42
V_m , см/с	-0,14	-0,07	0,12	0,13
V_{am} , см/с	-0,02	-0,55	-0,08	-0,32
Q_s , мл/мин	0,07	-0,09	0,06	0,09
Q_{as} , мл/мин	0,00	-0,59	0,03	-0,42
Q_{am} , мл/мин	-0,02	-0,55	-0,08	-0,32

Примечание: все приведенные коэффициенты корреляции статистически значимы, $p < 0,05$.

Таблица 2

Изменение скоростных и объемных показателей у пострадавших с благоприятным исходом, Ме (LQ–UQ)

Показатель	Контрольная группа	Через 4 ч	1-е сутки	5-е сутки
Vs, см/с	13,9 (13,4–14,2)	11,7 (10,2–12,5) ⁰	12,7 (11,3–13,1)	13,2 (11,9–13,6) [#]
Vas, см/с	1,5 (1,5–2,2)	1,58 (0,8–2,4)	2,48 (1,4–2,7)*	0,96 (0,69–1,2)
Vm, см/с	8,5 (8,3–8,5)	7,9 (7,2–8,2)	8,1 (7,7–9,3)	8,9 (7,8–9,9)*
Vam, см/с	0,67 (0,58–0,78)	0,37 (0,2–0,9)	0,7 (0,26–0,89)	0,36 (0,29–0,8)*
Qs, мл/мин	6,56 (6,3–6,69)	5,52 (4,8–5,9) ⁰	6 (5,3–6,1)	6,2 (5,6–6,4)
Qas, мл/мин	0,7 (0,7–1,04)	0,74 (0,38–1,17)	1,17 (0,65–1,3)*	0,8 (0,4–1,2)
Qam, мл/мин	0,3 (0,27–0,35)	0,17 (0,09–0,45)	0,32 (0,12–0,4)	0,17 (0,08–0,39)

Примечание: * – различие между показателями 1-й и 2-й групп; # – с показателями через 4 ч после травмы; ⁰ – с контрольной группой, p<0,05.

Таблица 3

Изменение скоростных и объемных показателей у пострадавших с летальным исходом, Ме (LQ–UQ)

Показатель	Контрольная группа	Через 4 ч	1-е сутки	5-е сутки
Vs, см/с	13,9 (13,4–14,2)	13,2 (12,7–15,2)	12,7 (11,9–13,7)	11,7 (11,3–12,1) ^{#0}
Vas, см/с	1,5 (1,5–2,2)	2,2 (1,2–2,8)	0,96 (0,5–1,79)*	1,7 (0,83–2,6)
Vm, см/с	8,5 (8,3–8,5)	8,3 (8,1–10,4)	7,9 (7,7–8,8)	7,2 (6,9–7,6) ⁰
Vam, см/с	0,67 (0,58–0,78)	0,5 (0,2–0,9)	0,35 (0,1–0,5)	0,1 (0,09–0,1) ^{*0#}
Qs, мл/мин	6,56 (6,3–6,69)	6,23 (5,9–7,1)	5,9 (5,6–6,5)	5,5 (5,3–5,7) ^{#0}
Qas, мл/мин	0,7 (0,7–1,04)	1,04 (0,55–1,33)	0,45 (0,26–0,85)*	0,45 (0,3–0,6) ^{#0}
Qam, мл/мин	0,3 (0,27–0,35)	0,23 (0,1–0,4)	0,23 (0,1–0,26)	0,05 (0,04–0,054) ^{#0}

Примечание: * – различие между показателями 1-й и 2-й групп; # – с показателями через 4 ч после травмы; ⁰ – с контрольной группой, p<0,05.

Через сутки после травмы их значения не отличались от нормы, но отмечалась тенденция к увеличению Vas и Qas. В этот временной период значения этих показателей выше, по сравнению с группой пострадавших с летальным исходом (p<0,05). По сравнению со значениями через 4 ч, к 5-м суткам увеличивается Vs (p<0,05). На 5-е сутки в 1-й группе, по сравнению со 2-й, установлено повышение Vm и Vam (p<0,05), таблица 2.

В группе пострадавших с летальным исходом через 4 ч после травмы по всем показателям не выявлено достоверных отличий от пострадавших с благоприятным исходом и контрольной группы. К 5-м суткам, по сравнению со значениями через 4 ч после травмы и контрольной группой, снижается Vs, Vam, Qs, Qas, Qam и Vm (p<0,05), таблица 3.

Полученные особенности изменений микроциркуляции могут использоваться для прогнозирования летального исхода у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди.

Выводы

1. Через 4 ч после травмы для максимальной систолической, средней линейной, систолической объемной и средней объемной скоростями кровотока по кривой средней скорости выявлена отрицательная корреляционная связь со шкалами GSC и ISS.

2. Наиболее выраженные нарушения микроциркуляции, свидетельствующие о неблагоприятном

течении травматической болезни, развиваются на 5-е сутки после травмы.

3. На 5-е сутки у пострадавших с летальным исходом, в сравнении с пострадавшими с благоприятным исходом, выявлены более низкие значения средней, за сердечный цикл скорости кровотока и средней линейной скорости кровотока по кривой средней скорости.

4. Для пострадавших с летальным исходом к 5-м суткам после травмы характерно снижение скоростных (максимальная систолическая скорость, средняя за сердечный цикл скорость кровотока, средняя линейная скорость кровотока по кривой средней скорости) и объемных (объемная скорость, систолическая объемная скорость по кривой средней скорости, средняя объемная скорость по кривой средней скорости) показателей микроциркуляции.

Литература

- Багненко, С.Ф. Дорожно-транспортный травматизм как медико-социальная проблема / С.Ф. Багненко [и др.] // Скорая мед. помощь. – 2007. – № 1. – С. 5–11.
- Багненко, С.Ф. Сепсис как осложнение течения травматической болезни / С.Ф. Багненко, М.И. Громов, В.Н. Лапшин // Мед. акад. журн. – 2005. – Т. 5, № 4. – С. 60–64.
- Бельских, А.Н. Динамика показателей регионарной гемодинамики и микрососудистой реактивности на фоне использования модифицированных методов экстракорпоральной гемокоррекции у больных подагрой / А.Н. Бельских [и др.] // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2014. – № 2. – С. 52–63.

4. Гуманенко, Е.К. Сочетанные травмы с позиций объективной оценки тяжести травм: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Е.К. Гуманенко. – СПб.: ВМА, 1992. – 50 с.
5. Дерябин, И.И. Травматическая болезнь / И.И. Дерябин, О.С. Насонкин. – Л.: Медицина, 1987. – 304 с.
6. Зеленина, Т.А. Метод высокочастотной ультразвуковой доплерографии для оценки результатов терапии поздних осложнений сахарного диабета / Т.А. Зеленина [и др.] // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2014. – № 3. – С. 38–44.
7. Соколов, В.А. Множественные и сочетанные травмы / В.А. Соколов. – М.: Гэотар-медиа, 2006. – 512 с.
8. Baker, S.P. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care / S.P. Baker [et al.] // J. trauma. – 1974. – Vol. 14, № 3. – P. 187–196.
9. Ince, C. The microcirculation is the motor of sepsis / C. Ince // Crit. Care. – 2005. – Vol. 9. – Suppl 4. – S. 13–19.
10. Landsverk, S. Human skin microcirculation after brachial plexus block evaluated by wavelet transform of the laser doppler flowmetry signal / S. Landsverk [et al.] // Anesthesiology. – 2006. – Vol. 105, № 3. – P. 478–484.
11. De Backer, D. Microvascular blood flow is altered in patients with sepsis / D. De Backer [et al.] // Am. J. Respir. Crit. Care. Med. – 2002. – Vol. 166, № 1. – P. 98–104.
12. Teasdale, G.M. Assessment of coma and impaired consciousness: a practical scale / G.M. Teasdale, B. Jennett // Lancet. – 1974. – Vol. 2. – P. 81–84.

V.T. Sakhin, A.V. Gordienko, A.V. Sotnikov, P.G. Shakhnovich, M.V. Kurenkov, V.V. Yakovlev

Characteristics of changes in velocity and volume parameters of microcirculation in patients with severe combined chest trauma, depending on clinical outcome

Abstract. *The results of the correlation analysis between the speed and volume indices of microcirculation with the severity of the damage, the level of human consciousness after 4 hours after injury. Between all the microcirculation and domestic scales and severity of damage weak relationship is set. For the severity of impairment of consciousness and severity of the damage on the scale of Injury Severity Score shows a weak relationship with the maximum systolic velocity, averaged over the cardiac cycle speed of blood flow volume rate and a moderate negative correlation with peak systolic and systolic volume rate of flow curve of average speed, average linear and average volume flow velocity curve of average speed. The changes within the microcirculation of traumatic disease, depending on the clinical outcome. The most pronounced changes were found in the group of patients with lethal outcome. After 4 hours after injury for all indicators of microcirculation in this group is not a statistically significant difference from the control group and the surviving victims. One day after the injury for this group compared with survivors show lower values of maximum systolic systolic volumetric blood flow rates mean velocity curve. On day 5 in this group compared with surviving victims revealed lower values for the average cardiac cycle flow velocity and mean blood flow velocity curve of average speed. For 5 days in this group compared with the values after 4 h after injury and the values in the control group showed a statistically significant lower maximum systolic velocity, the average linear and the mean volume of blood flow velocity curve of average speed, volume rate, systolic volume rate curve average speed. The changes revealed microcirculation can be used to predict an adverse outcome*

Key words: *speed and volume indices of microcirculation, traumatic disease, severe chest trauma, severity of damage, severity of condition, scales military surgery, Injury Severity Score.*

Контактный телефон: 8-916-314-31-11; e-mail: SahinVT@yandex.ru