

СОСТОЯНИЕ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ СТЕНКИ ОБОДОЧНОЙ КИШКИ, ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕМОДИНАМИКИ, РЕОЛОГИИ КРОВИ ПРИ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ РАНЕНИЯХ И ИХ КОРРЕКЦИИ ПЕРФТОРАНОМ

© 2012 Магомедов М.П., Магомедов М.А.*

Медикосанитарная часть МВД по РД

* Дагестанская государственная медицинская академия

Проанализированы изменения микроциркуляции стенки ободочной кишки и показателей гемодинамики, реологии крови после огнестрельного ранения, а также на этапах их коррекции инфузией плазмозаменителей в послеоперационном периоде. Показана большая эффективность инфузий перфторана, чем контрольная инфузия физиологического раствора в коррекции нарушений локальной микроциркуляции стенки ободочной кишки и восстановлении показателей гемодинамики, реологии крови.

The authors of the article analyze the changes in the colon wall microcirculation, and hemodynamic parameters, blood rheology after a gunshot wound, as well as on the stages of their correction with plasma expanders' infusion in the postoperative period. They show the high efficiency of the perftoran infusions (than the control group, infusion of the normal saline) in the correction of the colon wall local microcirculation and restoring the hemodynamic parameters, blood rheology.

Ключевые слова: огнестрельные ранения ободочной кишки, микроциркуляция, гемодинамика и реология крови, коррекция микроциркуляции инфузией перфторана.

Keywords: gunshot wounds of the colon, microcirculation, hemodynamics and blood rheology, correction of microcirculation with perftoran infusion.

За последние годы значительно возросло число огнестрельных ранений ободочной кишки (ОК), частота которых в среднем составляет 24% [7-9], большинство их носит нулевой характер (50-85%). В мирное время колото-резанные ранения толстой кишки встречаются реже огнестрельных случаев (27%) [7]. Огнестрельные ранения носят чаще множественный, сочетанный с повреждением других органов характер (42-81%) [8, 9], что обуславливает их большую тяжесть и высокий уровень послеоперационных осложнений, составляющих более 65% случаев. Доминирующей причиной осложнений является несостоятельность кишечных швов, которая способствует попаданию микрофлоры в брюшную полость с

содержимым толстой кишки, а впоследствии сепсис и нагноение операционной раны [2, 6-8]. Формирование анастомоза на толстой кишке (ТК) чаще всего проводится у тяжелораненых на фоне значительной кровопотери. Снижение объема циркулирующей крови (ОЦК) в результате кровопотери приводит к вазоконстрикции и централизации кровотока, нарушению реологии и замедлению скорости кровотока, что в свою очередь сопровождается выраженной гипоксией тканей, в том числе и в кишечной стенке [1, 3, 6]. Переливание донорской крови не обеспечивает полноценную коррекцию последствий массивной кровопотери и, как любая гомогенная трансплантация,

представляет собой опасность развития непрогнозируемых осложнений.

Использование в клинической практике плазмозаменителя с полифункциональными свойствами – перфторана (ПФ), обладающего газотранспортной функцией, улучшающего реологию и микроциркуляцию крови, а также способного транспортировать антибиотики и оказывать выраженный детоксикационный, диуретический эффект, изменили взгляды на традиционные принципы инфузионной терапии (ИТ) при таких состояниях, как гипоксия, шок. Известно, что частицы ПФ способны снабжать ткани кислородом даже через наиболее мелкие или спавшие капилляры, недоступные для эритроцитов, увеличивая эффективную площадь газообмена [5].

В современной хирургии, когда в значительной степени решены вопросы диагностики, предоперационной подготовки, объема операции и послеоперационного ведения пациентов с огнестрельными ранениями ОК, определяющим в послеоперационной летальности является несостоятельность швов анастомоза [1, 7-9]. Поэтому разработка патогенетически обоснованных методов профилактики несостоятельности межкишечных анастомозов диктует необходимость изучения состояния микроциркуляции стенки ОК при огнестрельных ранениях, а также поиск эффективных способов ее коррекции в условиях локальной критической ишемии.

Целью настоящего исследования явилось изучение изменений локальной микроциркуляции стенки ОК, показателей гемодинамики, реологии крови при огнестрельных ранениях и их коррекции послеоперационной инфузионной терапией ПФ.

Материал и методы исследования

Эксперименты проведены на 30 беспородных собаках обоего пола, массой 15-25 кг, которые были распределены на IV группы: I – интактные – 30; II – модель ранения – 30 (составили животные I группы после завершения эксперимента); III –

контрольная коррекция физиологическим раствором – 15; и IV – опытная коррекция ПФ-15 (составили животные II группы после эксперимента). Адекватная модель огнестрельного ранения изолированной ОК достигалась под кетамин-тиопенталовым наркозом (10-15 мг/кг), по известной методике С. Д. Шеянова (1996). Получали огнестрельное пулевое сквозное ранение живота с изолированным повреждением ОК в герметично-замкнутой брюшной полости. При этом соблюдались условия быстрого развития перитонита (воздействие временной пульсирующей полости на соседние органы, разбрызгивание крови и содержимого толстой кишки по поверхности брюшины и др.). Ранения в 70% опытов имели обширный характер, захватывали $1/2$ и более окружности ОК. После ранения животные в течение 2 часов наблюдались (моделирование времени доставки раненого в медицинское учреждение). На фоне развившегося серозно-фибринозного перитонита проводилась релапаротомия, ревизия органов брюшной полости с эвакуацией около 150-200 мл крови и кишечного содержимого. После иссечения краев раны или резекции поврежденного сегмента кишки накладывался кишечный анастомоз (КА) общепринятыми двухрядными узловыми швами «конец в конец». В конце операции проводили завершающую санацию брюшной полости 1-2 л стерильного физиологического раствора в III группе и ПФ в IV. В III и IV группе оставался катетер у корня брыжейки, между ее листками, дистальный конец которого фиксировался через отдельный прокол на передней стенке живота. Операционная рана зашивалась наглухо. В IV группе в течение 3-х суток проводилась инфузия ПФ внутривенно один раз в сутки (из расчета 10 мл/кг массы) и через катетер внутрибрыжеечно вводили 20 мл смеси ПФ и антибиотика Роцефин, а в III группе аналогично внутривенно и внутрибрыжеечно вводили физиологический раствор с антибиотиком.

В опытной и контрольной группах эксперимента на 3,8 и 15 сутки после операции выполняли релапаротомию, визуально оценивали интенсивность спаечного процесса в брюшной полости и состояние КА. Во всех группах эксперимента проводили контактную биомикроскопию стенки кишки и измеряли: кровяное давление в сосудах области КА, скорость капиллярного кровотока (СКК) и напряжение кислорода в стенке ОК, а затем выполняли резекцию ее фрагмента для забора материала на гистологическое исследование на 3,8 и 15 сутки, а животных выводили из опыта.

Контактная биомикроскопия стенки ОК проводилась с использованием контактных объективов и специальной насадки к микроскопу «Р-15» с видеокамерой, сопряженных с компьютером. Нарушения микроциркуляции выражались в условных единицах (усл. ед.) [4].

Рассчитывали индекс микроциркуляции (ИМ) и показатель кровоснабжения тканей (ПКТ) по формуле ИМ интакт./ ИМ опыт× 100%. Для измерения кровяного давления в стенке ОК использовался специально сконструированный аппарат [1]; СКК в зоне КА определяли лазерным доплеровским флоуметром «Лакк-1» (Россия), напряжение кислорода в стенке ОК определяли методом прямой оксиметрии, кислородным монитором ТСМ-2 «Radiotechnik» (Дания); объем

циркулирующей крови (ОЦК) определялся красочным методом с использованием синьки Эванса, вязкость крови (ВК) определяли вискозиметром «ВК-4» (Россия), а гематокрит крови (Ht) с помощью центрифуги «Красногвардеец».

Результаты и их обсуждение

При контактной биомикроскопии стенки ОК интактных собак строение микроциркулярного русла (согласно принятой классификации) нами отнесено к сетевому типу строения. В серозном слое ОК обнаруживаются артериолы, вены и капилляры, диаметр которых в среднем составлял 45 мкм, 90 мкм и 12 мкм соответственно. Выявлено наличие многочисленных анастомозов как между артериолами, так и венами. Наблюдается гомогенный, непрерывный без агрегатов кровотоков в микрососудах, контуры которых были четкими, что свидетельствует об отсутствии отека тканей.

Отсутствуют микрокровоизлияния в ткани, нет явлений стаза, тромбоза микрососудов. Артериоло-веноулярное отношение (АВО) составляет 1:2 1:3, а индекс микроциркуляции в среднем равняется 3 усл. ед. При этом показатель кровоснабжения тканей (ПКТ) в среднем достигает 100% (табл. 1). Состояние показателей гемодинамики, реологии крови, а также напряжения кислорода и СКК в стенке ОК интактных животных представлено в таблице 2.

Таблица 1

Интегральная оценка показателей микроциркуляции стенки ОК при огнестрельных ранениях и коррекции их инфузией плазмозаменителей в послеоперационном периоде по данным контактной биомикроскопии; n=15

Серии опытов Виды нарушения микроциркуляции	Баллы	Интактные животные	Модель ранения ОК	Модель ранения + инфузия физ. р-р (контроль)				Модель ранения ОК + инфузия ПФ (опыт)			
				1 сут.	3 сут.	8 сут.	15 сут.	1 сут.	3 сут.	8 сут.	15 сут.
Внутрисосудистая агрегация эритроцитов	3		3	3	3	3	3	3	3	3	
СТАЗ	4		4	4	4	4	4	4	4		
Тромбоз	5			5							
АВО 1:2 – 1:3	3	3					3		3	3	3
1:4 – 1:6	4		4	4	4	4		4			
Внесосудистый отек ткани	3		3	3		3	3		3	3	3
Микрогеморрагия	5		5	5	5			5			
Клеточная инфильтрация	6			6	6	6		6	6		
Индекс МЦ (ИМ) в усл. ед.		3	3,8	4,2	4,4	4,0	3,2	4,4	3,8	3,0	3,0
Показатель кровоснабжения тканей (ПКТ в %)		100	78,9	71,4	68,1	75	93,7	68,1	78,9	100	100

Во II серии экспериментов (через 2 часа после ранения) биомикроскопия стенки ОК обнаружила заметные, по сравнению с интактной группой, нарушения микроциркуляции в виде замедления кровотока, стаза и агрегации форменных элементов крови в просвете микрососудов с развитием тромбозов. По ходу посткапилляров и венул на фоне выраженного периваскулярного отека тканей обнаруживались микрогеморрагии. Морфометрия диаметра микрососудов показала констрикцию артериол и дилатацию венул. В связи с этим значительно изменилось артериоло-венулярное

отношение (АВО), ИМ составил 19 усл. ед., а ПКТ снизился до 16% от интактного значения (табл. 1). Через 2 часа после ранения обнаруживается существенное ухудшение и показателей гемодинамики, реологии крови по сравнению с интактными значениями (табл. 2), при этом на 52% повышается ВК с параллельным снижением СКК на 59%, напряжения кислорода на 31% ($P<0,05$). Из таблицы видно, что уменьшение ОЦК после ранения на 27% сопровождается учащением PS на 22%, снижением СД-ДД на 40% АД на 32-46% ($P\leq 0,05$).

Таблица 2

Характеристика показателей гемодинамики, реологии крови и СКК, напряжения кислорода в стенке ОК в динамике инфузии ПФ в раннем постоперационном периоде при ее огнестрельном ранении ($M\pm m$; $P\leq 0,05$)

Сроки наблюдения Показатели гемодинамики и реологии	Интактная стенка ОК	Через 2 ч. после ранения	Физ. р-р (контроль)				Перфторан (опыт)			
			Через 1 сутки	Через 3 суток	Через 8 суток	Через 15 суток	Через 1 сутки	Через 3 суток	Через 8 суток	Через 15 суток
АД (мм рт. ст.)	125±33 75±22	18±2,5 40±2,0	98±2,2	97±2,4 70±2,5	103±3,3 75±1,5	110±2,4 80±2,2	100±3,5	110±2,2 80±2,5	115±2,0 75±2,0	120±2,0 75±2,0
СД/ДД (мм рт. ст.)	90±1,0 65,5±1,5	50±1,5 40±1,0	58±2,4	59±2,0 41±3,1	70±1,5 44±2,0	78±1,5 56±2,2	65±3,0	80±3,3 50±2,2	88±1,0 70±2,0	86±2,0 65±1,0
S _p O ₂ (мм рт. ст.)	95,7±0,4	65±0,2	75,5±0,3	75,4±0,1	87,0±0,2	86±0,4	76±0,2	86±0,3	97,3±0,1	96±1,0
Htc (%)	48,0±0,5	40±1,5	42±0,5	38,3±2,0	40±1,0	42±0,8	44±0,5	43±0,9	45±0,3	47±1,0
СКК (усл. ед.)	19±0,4	7,8±0,7	8,8±1,1	12,5±1,0	17,4±0,7	18±0,5	13±0,9	17,5±0,3	19±0,4	19,5±0,2
ОЦК (мл)	1650±7,0	1207±9,2	1205±7,7	1334±1,0	1500±0,5	1523±0,8	1330±0,4	1501±0,5	1610±0,3	1600±0,2
ВК (мм вод. ст.)	4,8±0,2	7,3±0,7	6,6±0,1	6,7±0,2	5,8±0,3	5,0±0,2	6,1±0,3	5,7±0,1	5,5±0,2	4,9±0,1
PS (уд./мин)	90±2,0	110±3,0	102±2,0	97±3,0	95±2,0	93±2,0	100±2,0	95±2,0	90±1,0	90±2,0

Через 1 сутки после ранения и операции с контрольной инфузией физиологического раствора биомикроскопия показала сохранение и дальнейшее прогрессирование нарушений микроциркуляции. Так, область КА характеризовалась развитием отека тканей на фоне выраженного венозного застоя. В отдельных венулах развитие стазов сопровождалось сливными крупноочаговыми микрокровоизлияниями. Визуально кровотоков был резко замедлен. Из-за выраженного отека тканей артериолы едва просматривались в поле зрения микроскопа, находились в состоянии вазоконстрикции. Артериоло-венуляр-

ное отношение (АВО) увеличилось до 1:6 и более, ИМ составлял 30 усл. ед., а ПКТ в ср. равнялся 10% от интактных значений.

Через 1 сутки после контрольной коррекции обнаруживается тенденция к снижению ВК и увеличению СКК, а остальные показатели существенно не изменяются (табл. 2).

Через 3 суток после инфузии физиологического раствора с антибиотиками биомикроскопия стенки ОК показала сохранение выраженной констрикции артериол и дилатации венул, диаметр которых достигал в среднем 120 мкм, кровотоков в них был визуально замедленным, но агрегаты из

эритроцитов отсутствовали или носили единичный характер. Паравазальный отек и микрогеморрагии сохранялись. ИМ составил 22 усл. ед., а ПКТ увеличился до 14% от интактных значений (табл. 1). Определенная положительная динамика обнаруживается и в показателях гемореологии: в виде снижения ВК, увеличения ОЦК и СКК, которые сопровождаются ростом SpO_2 стенки ОК (табл. 2).

Через 8 суток после контрольной инфузии физиологического раствора, биомикроскопия стенки ОК выявила постепенное снижение вышеупомянутых нарушений микроциркуляции, однако умеренно выраженный отек сохранялся, микрогеморрагии практически отсутствовали. Кровоток в микрососудах несколько ускорен и носил гомогенный характер с единичными агрегатами в мелких сосудах. Контур артериол были нечеткими из-за сохранения отека, гиперемии. ИМ составил 15 усл. ед., а ПКТ в среднем возрос до 15% от интактной величины (табл. 1). Анализ показателей гемодинамики и реологии крови показал их определенную коррекцию по сравнению с предыдущим сроком наблюдения. Так, СКК выросла на 39%, ОЦК возрос на 12%, SpO_2 увеличилось на 15%, ($P \leq 0,05$), однако ВК и Ht_c существенно не изменились (табл. 2).

Через 15 суток указанные нарушения микроциркуляции заметно стихали, однако наличие слабовыраженного отека, признаки стаза, агрегации форменных элементов крови сохранялись. Визуально обнаруживается ускорение кровотока с уменьшением венозного полнокровия. Отмечалась нормализация АВО, ИМ возрос до 23 усл. ед., а ПКТ в среднем составил 23% от интактной величины, что по сравнению с предыдущим этапом наблюдения больше на 8%. На данном этапе наблюдения заметно улучшились и показатели гемодинамики, реологии крови по сравнению с предыдущим сроком, хотя при сравнении с аналогичными интактными величинами видна неполноценность их коррекции,

особенно SpO_2 , ОЦК, СД/ДД и СКК (табл. 1 и 2).

Биомикроскопия стенки ОК в IV группе животных через 1 сутки после внутрибрюшечной и внутривенной инфузии ПФ показала выраженный отек тканей и визуальное замедление кровотока на фоне венозной гиперемии. В мелких венулах определялись признаки стаза, агрегации форменных элементов крови, однако отсутствовали микротромбы. Артериолы находились в состоянии констрикции. Отмечались также множественные паравазальные микрогеморрагии по ходу капилляров и посткапилляров, занимавших большую часть поля зрения. ИМ составлял 22 усл. ед., а ПКТ в среднем равнялся 14% от интактных величин (табл. 1).

Среди показателей гемодинамики и реологии крови через 1 сутки после коррекции ПФ наблюдается заметное повышение SpO_2 и ОЦК, а ВК снизилась от $7,3 \pm 0,7$ мм вод. ст. до $6,1 \pm 1,3$ мм вод. ст. ($P \leq 0,05$) (табл. 2).

Через 3 суток после коррекции ПФ биомикроскопия показала заметную тенденцию прогрессивной перестройки микроциркуляторного русла на фоне существенного снижения отека стенки ОК. Отмечается визуальное ускорение кровотока в микрососудах. Артериолы имели относительно ровные контуры без признаков вазоконстрикции. По ходу посткапилляров и венул отсутствовали микрогеморрагии и тромбоз, однако в просвете отдельных микрососудов выявлялись признаки стаза. Артериоло-венулярное отношение (АВО) снижалось до 1:3. ИМ составлял 19 усл. ед., соответственно возрос ПКТ в среднем до 16%.

Оценка показателей гемодинамики и реологии крови через 3 суток после инфузии ПФ выявила их достоверную и значительную, по сравнению с контролем, коррекцию (табл. 2).

Через 8 суток после инфузии ПФ биомикроскопия стенки ОК показала превосходящую нормализацию микроциркуляции по сравнению с контролем. Однако слабовыраженный отек стенки кишки еще сохранялся. Значительно уменьшилась венозная

гиперемия. Кровоток в микрососудах был ускоренным, гомогенным. Практически исчезли паравазальные микрогеморрагии.

Артериоло-венулярное отношение составляло – 1:3; ИМ – уменьшился в 2 раза и составил – 9 усл. ед., параллельно возрос ПКТ до 33% от интактной величины. При сравнении последних с аналогичными в контроле видно их двукратное превосходство после инфузии ПФ (табл. 1).

Аналогичная, превосходящая контрольную, положительная динамика отмечается и в коррекции показателей гемодинамики, реологии крови через 8 суток после инфузии ПФ (табл. 2).

Через 15 суток после инфузии ПФ биомикроскопия ОК показала сохранение незначительного отека тканей вблизи от анастомоза и максимальную степень коррекции признаков нарушения микроциркуляции. Визуально кровоток был сплошным, гомогенным и по скорости мало отличался от такового в интактной группе. Отмечалась нормализация артериоло-венулярного отношения, ИМ равнялся 6 усл. ед., а ПКТ ср. возрос до 50% от интактной величины (табл. 1). Показатели гемодинамики и реологии максимально приблизились к интактным значениям (табл. 2).

Заключение

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют, что наиболее частыми признаками нарушения микроциркуляции стенки ОК через 2 часа после ее огнестрельного ранения являются: отек ткани, стаз, тромбоз, микрогеморрагии и агрегация форменных элементов крови в просвете микрососудов на фоне замедления скорости кровотока. Указанные изменения сопровождаются ухудшением показателей как общей, так и местной гемодинамики и реологии крови.

Эксперименты показали, что процесс коррекции гемодинамики и реологии крови при использовании для этих целей инфузии ПФ существенно отличается от такового в контроле (с внутривенным введением физиологического раствора). Если через 1 сутки после операции и инфузии ПФ и физиологического раствора исследованные показатели существенно не отличались друг от друга, то через 3 суток обнаруживается превосходство ПФ в коррекции ИМ, ПКТ, СД/ДД, SpO_2 , СКК и ОЦК. Через 8 суток после инфузии ПФ отчетливо проявляется его корригирующий микроциркуляцию эффект в виде максимального, по сравнению с контролем, приближения показателей к таковым в интактной группе, что свидетельствует о существенном улучшении кровоснабжения стенки ОК.

Примечания

1. Далгатова Г. М. Перфторан в заживлении толстокишечных анастомозов: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Махачкала, 2004. С. 26.
2. Зубарев П. Н. Хирургическая тактика при огнестрельных ранениях ободочной кишки // Вестник хирургии. 1990. Т. 144. № 3. С. 76-79.
3. Клигуненко Е. Н., Новикова А. И., Бондаренко Н. М., Новикова Т. В. Эффективность лечения больных с гастродуоденальными кровотечениями при стандартной схеме послеоперационной инфузионно-трансфузионной терапии и при включении в нее перфторана // Перфторорганические соединения в биологии и медицине. Пушино, 1999. С. 40-43.
4. Козлов В. И. Расстройства тканевого кровотока, их патогенез и классификация // Мат-лы VI научно-практической конференции «Методы исследования регионарного кровообращения и микроциркуляции в клинике и эксперименте». М., 2007. № 1(21). С. 75-76.
5. Мороз В. В., Атауллаханов Ф. И., Радаев С. М. Влияние перфторана на морфологию и реологические свойства эритроцитов у больных с тяжелой травмой и кровопотерей // Анестезиология и реанимация. 2001. № 6. С. 22-25.
6. Рамазанов М. Р. Резекции и анастомозы полых органов. Махачкала, 2002. С. 53.

7. Роостар Л. Боевые огнестрельные ранения: грудь, живот. Тарту, 1993. Т. 1. С. 260. **8.** Adkins R., Zirkle K., Waterhouse G. Penetrating Colon Trauma // J. Trauma. 1984. V. 24. № 6. P. 491-499. **9.** Georgi B., Massad M., Obeid M. Ballistic Trauma to the Abdomen: Shell Fragments Versus Bullets // J. Trauma. 1991. V. 31. № 5. P. 711-716.

Статья поступила в редакцию 21.04.2012 г.