

ТАЗОВАЯ АНГИОГРАФИЯ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЭМБОЛИЗАЦИЕЙ КАК СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ И ОКОНЧАТЕЛЬНОГО ХИРУРГИЧЕСКОГО ГЕМОСТАЗА У ПОСТРАДАВШИХ С МЕХАНИЧЕСКИМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ТАЗА

¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Россия, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит. А);

² Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6)

Актуальность. Травмы таза – одни из наиболее опасных и сложных в отношении лечения повреждений опорно-двигательной системы с высоким уровнем летальности, достигающей, по данным литературы, 15–18%, а у гемодинамически нестабильных пострадавших – до 65% наблюдений. Продолжающееся массивное тазовое кровотечение является главной причиной нестабильной гемодинамики у пострадавших с тяжелой травмой таза и, несомненно, требует активного применения различных способов хирургического гемостаза, одним из них является эндоваскулярная эмболизация.

Цель – оценить эффективность диагностической тазовой ангиографии (АГ) и эмболизации в качестве метода хирургического гемостаза у пострадавших с политравмой и повреждениями таза.

Методика. Проведен анализ результатов лечения 14 пострадавших с политравмой и механическими повреждениями тазового кольца, которым выполняли тазовую АГ в травмоцентре I уровня (Санкт-Петербург) в 2013–2017 гг. Эффективность хирургического (эндоваскулярного) гемостаза оценивали по уровням систолического артериального давления в динамике, показателям кислотно-основного состава артериальной крови (уровень pH и лактата, дефицит буферных оснований), продолжительности и объему заместительной гемотранфузионной терапии.

Результаты и их анализ. Имеются статистически значимые различия между средними объемами заместительной гемотранфузии до и после выполнения тазовой АГ с эндоваскулярной эмболизацией поврежденных артерий, а также между средними значениями показателей лактата, дефицита буферных оснований в артериальной крови. Общая летальность составила 6 (42,8%) случаев. В течение 1-х суток умерли 3 (21,4%), в течение первых 2 нед после травмы скончались 3 (21,4%) пострадавших. Причиной смерти были: необратимая кровопотеря – 3 (21,4%), генерализованное инфекционное осложнение (тяжелый сепсис на фоне пневмонии и менингоэнцефалита) – 1 (7,1%), полиорганная недостаточность – 2 (14,2%). Средняя продолжительность стационарного лечения была $(52,5 \pm 24,9)$ сут. Диагностическая тазовая АГ позволила выявить артериальный источник продолжающегося кровотечения у 8 (57,1%) из 14 пострадавших с тяжелой сочетанной травмой таза. При этом окончательный хирургический гемостаз достигнут во всех случаях применения эмболизации. Не было обнаружено корреляционной связи между морфологией повреждения таза и диаметром поврежденных артерий.

Заключение. Ангиография малоинформативна при низком систолическом артериальном давлении, поэтому предпочтение должно отдаваться прямому хирургическому гемостазу в виде тампонады таза, выступающей в роли своеобразного «моста» к последующей тазовой АГ при временной стабилизации гемодинамики.

Ключевые слова: политравма, повреждения тазового кольца, тазовая ангиография, эмболизация, гемостаз.

Введение

Травмы таза – одни из наиболее опасных и сложных в отношении лечения повреждений опорно-двигательной системы с высо-

ким уровнем летальности, достигающей, по данным литературы, 15–18%, а у гемодинамически нестабильных пострадавших – до 65% [4, 10, 12, 14, 25, 39]. Продолжающееся

✉ Кажанов Игорь Владимирович – канд. мед. наук, вед. науч. сотр. отд. сочетан. травмы, С.-Петерб. науч.-исслед. ин-т скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Россия, 192242, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит. А); нач. отд.-ния клиники воен.-полевой хирургии, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: carta400@rambler.ru;

Микитюк Сергей Иванович – канд. мед. наук, ст. препод. учеб. центра, С.-Петерб. науч.-исслед. ин-т скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Россия, 192242, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит. А); нач. отд.-ния клиники воен.-полевой хирургии, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: smikityuk@yandex.ru;

Колчанов Евгений Александрович – клинич. ординатор первой клиники хирургии усовершенств. врачей им. П.А. Куприянова, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: kolchanov.evgeny@gmail.com;

Мануковский Вадим Анатольевич – д-р мед. наук проф., зам. директора по клинич. работе С.-Петерб. науч.-исслед. ин-та скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Россия, 192242, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит. А); проф. каф. воен.-полевой хирургии, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: manukovskiy@emergency.spb.ru

массивное тазовое кровотечение является главной причиной нестабильной гемодинамики у пострадавших с тяжелой травмой таза и, несомненно, требует активного применения различных способов хирургического гемостаза. Как правило, такие пострадавшие имеют тяжелые и крайне тяжелые повреждения (по шкале ISS более 25 баллов), среди них преобладают лица трудоспособного возраста [19]. Довольно часто травмы таза сочетаются с тяжелыми повреждениями других областей, в первую очередь, органов брюшной полости, что ставит перед хирургом трудную задачу в определении приоритетного источника кровотечения и выбора последовательности устранения жизнеугрожающих последствий повреждений [13]. Существуют различные способы хирургического гемостаза при тяжелых травмах таза, каждый из которых имеет свои показания и противопоказания, преимущества и недостатки, но ни один из них не может гарантированно обеспечить надежную остановку внутритазового кровотечения.

Цель – оценить эффективность диагностической тазовой ангиографии (АГ) и последующей эмболизации для обеспечения хирургического гемостаза у пострадавших с политравмой и механическими повреждениями тазового кольца.

Материал и методы

Провели анализ результатов лечения 14 пострадавших с политравмой и механическими повреждениями таза, которым выполняли тазовую АГ в Санкт-Петербургском научно-исследовательском институте скорой помощи им. И.И. Джанелидзе в период с 2013 по 2017 г.

Обстоятельствами получения травм были: дорожно-транспортное происшествие – 7 (50%), падение с высоты – 6 (42,9%), сдавление грузом – 1 (7,1%).

Пострадавшие имели следующие повреждения тазового кольца согласно классификации M. Tile и M.E. Muller – AO/ASIF: вертикально-нестабильные (тип C) – 7 (50%), ротационно-нестабильные (тип B) – 6 (42,9%), стабильные (тип A) – 1 (7,1%) [36]. Мужчин было 11 (78,6%), женщин – 3 (21,4%).

Среднее время от момента получения травмы до доставки в травмоцентр составило ($67,4 \pm 15,4$) мин. В течение первого часа от момента травмы в травмоцентр доставлены 8 (57,1%) пострадавших.

При поступлении в противошоковую операционную пострадавшего устанавливали

тяжесть повреждения по шкалам ISS и ВПХ-П (МТ), оценивали тяжесть состояния по шкале ВПХ-СП, проводили балльную оценку шокогенности травмы по методике Ю.Н. Цибина [1, 2]. Для более точной оценки тяжести состояния пострадавших с политравмой дополнительно учитывали патофизиологические признаки, указывающие на острую массивную кровопотерю, сдвиги кислотно-основного равновесия и гомеостаза в организме: показатель систолического артериального давления (САД), pH, лактата и дефицита буферных оснований (Base Excess, BE) в артериальной крови, длительность проведения и потребность в гемотрансфузионной заместительной терапии. Все показатели в сумме оценивали по схеме-таблице, разработанной Н.С. Раре, позволяющей выделить клинический класс пострадавших по тяжести состояния [18]. Нестабильную гемодинамику определяли по сохранению уровня САД ниже 90 мм рт. ст., несмотря на выполненную инфузионную терапию в объеме 2000 мл кристаллоидов.

Как видно из табл. 1, количественные показатели тяжести повреждений и состояния по шкалам ISS, ВПХ-П (МТ), ВПХ-СП, Ю.Н. Цибина (1975) указывают на то, что пострадавшие имели тяжелые и крайне тяжелые повреждения, а также состояние с неблагоприятным прогнозом.

Согласно схеме-таблице Н.С. Раре (2005), пострадавшие были распределены на следующие клинические классы: нестабильные – 9 (64,3%) и пограничные – 5 (35,7%) наблюдений. В исследуемую группу включены пострадавшие с продолжающимся внутритазовым кровотечением как основным источником острой кровопотери, так и с конкурирующим – нетазовой локализации

Таблица 1

Общие характеристики изучаемой группы ($M \pm m$)

Признак	Показатель
Возраст, лет	$43,4 \pm 19,2$
Шкала комы Глазго, балл	$11,1 \pm 3,0$
САД при поступлении, мм рт. ст.	$81,3 \pm 33,1$
ЧСС, уд/мин	$105,0 \pm 20,0$
pH артериальной крови	$7,20 \pm 0,1$
Дефицит BE, ммоль/л	$8,1 \pm 5,6$
Тяжесть повреждения по шкале, балл:	
ISS	$35,3 \pm 11,1$
ВПХ-П (МТ)	$10,3 \pm 3,9$
ВПХ-СП	$42,0 \pm 15,1$
Ю.Б. Цибина	$10,8 \pm 3,8$
T-критерий по шкале балльной оценки тяжести политравмы при шоке, ч	$13,0 \pm 86,8$

в других областях тела в 4 (28,6%) наблюдениях. Помимо внутритазового кровотечения, у пострадавших развились следующие жизнеугрожающие последствия повреждений других областей тела: продолжающееся внутрибрюшинное – у 2 (14,2%) и наружное кровотечение – у 2 (14,2%), напряженный пневмоторакс – у 1 (7,1%), необратимая ишемия нижней конечности – у 1 (7,1%). 2 жизнеугрожающих последствия повреждения и более развились у 6 (42,8%) пострадавших.

Показаниями к выполнению диагностической тазовой АГ были признаки, указывающие на продолжающееся внутритазовое кровотечение:

- относительная стабилизация гемодинамических показателей или сохраняющаяся нестабильная гемодинамика с минимальной вазопрессорной и инотропной поддержкой на фоне инфузионно-трансфузионной терапии;
- относительная стабилизация гемодинамических показателей или сохраняющаяся нестабильная гемодинамика с минимальной вазопрессорной и инотропной поддержкой после выполнения внебрюшинной тампонады таза;
- интраоперационное выявление (при лапароскопии, лапаротомии) забрюшинной тазовой гематомы, увеличивающейся в объеме;
- наличие большой забрюшинной тазовой гематомы (объемом более 500 мл) или меньшего объема, но с наличием в ней участков повышенной плотности при спиральной компьютерной томографии (СКТ). При этом отсутствие участков повышенной плотности в большой тазовой гематоме не являлось противопоказанием к выполнению диагностической тазовой АГ при сомнении в остановке продолжающегося внутритазового кровотечения;
- признаки повреждения сосудов полости таза (экстравазация контрастного вещества, «стоп-контраст» или обрыв контрастирования, ложная аневризма, частичный дефект или расслоение внутренней стенки сосуда) при СКТ-исследовании с внутривенным контрастным усилением;
- гемотрансфузионная потребность в 4 единицах крови и более в течение 24 ч с момента травмы или 6 единицах в течение 48 ч при отсутствии прочих (нетазовых) источников кровотечения.

Стоит отметить, что у каждого пострадавшего были несколько признаков, указывающих на продолжающееся внутритазовое кровотечение.

Тазовую АГ выполняли в три этапа: катетеризация артерии (бедренной на контралатеральной стороне к выявленному повреждению тазового кольца или плечевой), далее струйная аортография с последующим контрастированием бассейнов обеих внутренних подвздошных артерий и оценка результата с поиском источника острой кровопотери, последующая селективная или неселективная эмболизация. Для катетеризации магистральных артерий конечностей использовали интродьюсеры (4 или 5 Fr). Применяли искусственные эмболы следующих типов: микроспираль Terumo; желатиновая губка («гель-пена»); Gelfoam (Spongostan). Эмболы вводили в поврежденную артерию, после чего выполняли серию ангиографических снимков с целью контроля остановки кровотечения.

Поврежденные артерии полости таза распределяли на группы согласно классификации J. Lindach: большие – наружная и внутренняя подвздошные артерии; средние – верхняя и нижняя ягодичные артерии; малые – внутренняя срамная, латеральная крестцовая, запирающая артерия, висцеральные (пупырчатая, маточная, верхняя прямокишечная) и пояснично-подвздошная артерия, артерия, огибающая головку бедра [25].

С помощью тромбоэластографии (ТЭГ) оценивали вязко-эластические свойства тромба, образующегося в пробах крови пострадавших, что позволяло проводить коррекцию качественного и количественного состава компонентов заместительной гемотрансфузионной терапии, а также косвенно оценивать эффективность хирургического гемостаза. Описание жизненного цикла тромба после компьютерной обработки принимает вид характерной кривой. Основными показателями, характеризующими кривую, являются: интервалы R (от начала теста до достижения амплитуды кривой 2 мм, что соответствует появлению признаков тромбообразования) и K (время начального тромбообразования), угол α (между горизонтальной плоскостью и касательной к кривой, проведенной из ее начала), МА (максимальная амплитуда кривой) и LY30 (процент убывания площади под кривой за 30 мин). Интервалы R, K и угол α отражают динамику свертывания крови, МА характеризует свойства образовавшегося тромба, а LY30 – скорость его лизиса. Если представить клеточную модель свертывания крови, то фаза инициации будет совпадать с интервалом R, усиления – с интервалом K, а фаза распространения характеризуется

углом α . Таким образом, данная группа показателей отражает функцию коагуляционного каскада с учетом вклада тромбоцитов. Собственные свойства тромба определяются фибрином и тромбоцитами, что на графике соответствует интервалу МА. Показатель МА в большей степени (около 80%) описывает функцию тромбоцитов и является маркером «постгеморрагической коагулопатии».

После сбора первичных статистических данных создавали базу данных на пострадавших в программе Microsoft Office Excel, 2010. Статистический анализ данных проводили с использованием пакета прикладных программ BioStat, 2009 (Analyst Soft Inc., США). При оценке значимости различий между средними величинами в выборках вычисляли достоверность по t-критерию Стьюдента.

Результаты и их анализ

При поступлении пострадавших с признаками продолжающегося внутритазового кровотечения начинали интенсивную противошоковую терапию одновременно с неотложными диагностическими мероприятиями. Первым этапом оказания специализированной хирургической помощи пострадавшим, согласно разработанному лечебно-диагностическому алгоритму по окончательной остановке внутритазового кровотечения, выполняли механическую фиксацию нестабильного тазового кольца. Следует отметить, что при отсутствии фиксации тазового кольца на догоспитальном этапе в противошоковой операционной на время обследования накладывали противошоковый тазовый пояс («Медплант», Россия). В дальнейшем способ хирургической фиксации таза зависел от вида нестабильности поврежденного тазового кольца. Повреждения задних структур тазового кольца стабилизировали рамой Ганца («Synthes», Швейцария) в 2 (14,2%) случаях, при этом для большей стабильности фиксацию таза дополняли передней рамкой аппарата внешней фиксации. Повреждения передних структур таза фиксировали аппаратом внешней фиксации «Арите» либо «Остеосинтез» (Россия) в 9 (64,3%) наблюдениях. После выполнения диагностической тазовой АГ 10 (71,4%) пострадавшим произведена стабилизация заднего отдела таза подвздошно-крестцовыми винтами.

5 пострадавшим после механической фиксации тазового кольца ввиду сохраняющейся нестабильной гемодинамики в течение последующих 30 мин провели тампонаду таза одним из способов (внебрюшинный – 4,

чрезбрюшинный – 1). В 1 наблюдении применили временную эндоваскулярную окклюзию брюшного отдела аорты.

Параллельно выполняли оперативные вмешательства, направленные на устранение жизнеугрожающих последствий травм в других областях: тампонада раны и использование пенополиуретанового покрытия «Локус» для остановки продолжающегося наружного кровотечения – в 2 случаях; лапароскопия и лапаротомия с окончательной остановкой внутрибрюшинного кровотечения – в 2; торакоцентез и дренирование плевральной полости – в 1; ампутация по поводу необратимой ишемии нижней конечности – в 1 случае. В ходе выполнения лапароскопии и лапаротомии была выявлена большая забрюшинная тазовая гематома.

СКТ с внутривенным контрастированием сосудов выполнена 8 (57,1%) пострадавшим, по результатам которой обнаружены: экставазация контрастного вещества – у 4, обрыв контрастирования сосудов – у 2, отсутствие признаков повреждения сосудов – у 2 пострадавших. Несмотря на отсутствие при СКТ-исследовании вышеуказанных признаков кровотечения, 2 пострадавшим выполнили тазовую АГ в связи с сохранением нестабильной гемодинамики и с целью верификации источника кровотечения из артерий малого диаметра. Следует отметить, что во всех наблюдениях была подтверждена большая тазовая гематома.

Тазовую АГ выполняли непосредственно после тампонады таза или в срок от 2 до 8 ч при условии восстановления показателей гемодинамики либо сохранения нестабильной гемодинамики с минимальной вазопрессорной и инотропной поддержкой, отсутствия выраженной коагулопатии. Среднее время от момента поступления в травмоцентр до выполнения тазовой АГ составило (342 ± 167) мин. Продолжительность АГ была от 30 до 85 мин, в среднем – ($46,7 \pm 24,3$) мин. По результатам диагностической тазовой АГ были выявлены признаки повреждения артерий полости таза: экставазация контрастного вещества – у 5 (62,5%) пострадавших; «стоп-контраст» – у 3 (37,5%). В остальных случаях тазовая АГ носила диагностический характер. Селективная эмболизация выполнена в 6, неселективная – в 2 наблюдениях (табл. 2).

В 1-е сутки после проведенной эмболизации средний объем гемотрансфузионной терапии составил ($3,1 \pm 0,5$) ед., а ее продолжительность – от 2 до 14 сут, в среднем – ($5,4 \pm 5,0$) сут.

Таблица 2

Результаты применения тазовой ангиографии и эмболизации, n (%)

Признак	Количество
Время от поступления до тазовой АГ, (M ± m) мин	342 ± 167
Время проведения тазовой АГ, (M ± m) мин	46,7 ± 24,3
Определение артериального источника кровотечения по данным тазовой АГ	8 (57,1)
Экстравазация контраста	5/8 (62,5)
Обрыв контрастирования	3/8 (37,5)
Селективная эмболизация ветвей внутренней подвздошной артерии	6/8 (75,0)
Неселективная эмболизация внутренней подвздошной артерии	2/8 (25,0)
Летальность общая	6/14 (42,8)
Летальность в первые 24 ч	3/14 (21,4)

Артериальный источник внутритазового кровотечения из артерий большого или среднего диаметра выявлен у 7 пострадавших, артерий малого диаметра – у 1 (табл. 3). Корреляционной связи между характером перелома тазового кольца и диагностированными поврежденными сосудами бассейна внутренней подвздошной артерии (ВПА) не выявлено в связи с небольшим количеством наблюдений. В большинстве случаев определяли только одну поврежденную артерию (в одном случае наблюдали повреждения артерий большого и среднего диаметра).

Эффективность хирургического (эндоваскулярного) гемостаза оценивали по уровням САД в динамике, показателям кислотно-основного состава артериальной крови (уровень pH и лактата, дефицит BE), продолжительности и объему заместительной гемотрансфузионной терапии. Эмболизация поврежденного сосуда была эффективной, что подтверждают данные табл. 4. Имеются статистически значимые различия между средними объемами заместительной гемотрансфузии до и после выполнения АГ с эндо-

васкулярной эмболизацией поврежденных артерий, а также между средними значениями показателей лактата, дефицита BE в артериальной крови. Эмболизация артериального источника продолжающегося внутритазового кровотечения обеспечила окончательный гемостаз в 8 (100%) случаях.

У 1 из пострадавших после применения пенополиуретанового покрытия «Локус» для закрытия ран обеих ягодичных областей и последующей эмболизации ветвей правой внутренней подвздошной артерии развился некроз ягодичных мышц, что потребовало выполнения хирургических обработок и лечения раны с использованием вакуумной системы (NPWT). Случаев выполнения тампонады таза после эмболизации тазовых артерий не было.

Общая летальность составила 6 (42,8%) случаев. В течение 1-х суток умерли 3 (21,4%), в течение первых 2 нед после травмы скончались 3 (21,4%) пострадавших. Причиной смерти были: необратимая кровопотеря – 3 (21,4%), генерализованное инфекционное осложнение (тяжелый сепсис на фоне пневмонии и менингоэнцефалита) – 1 (7,1%),

Таблица 3

Оценка диаметра поврежденных артерий в зависимости от типа повреждения таза

Тип повреждения тазового кольца по AO/ASIF	Число наблюдений	Поврежденные артерии полости таза, выявленные во время тазовой АГ по J. Lindachl		
		большие	средние	малые
C	4	3	1	–
B3	1	1	1	–
A	1	–	1	–

Таблица 4

Оценка эффективности эндоваскулярного гемостаза (M ± m)

Показатель	Изученная группа (n = 8)		p <
	до АГ и эмболизации	после АГ и эмболизации	
САД, мм рт. ст.	100,6 ± 14,3	108,8 ± 10,9	
Гемотрансфузия, 1 ед. = 250 мл	5,5 ± 2,2	2,8 ± 0,8	0,05
pH артериальной крови	7,14 ± 0,20	7,20 ± 0,11	
Дефицит BE, ммоль/л	8,0 ± 5,6	2,3 ± 5,5	0,05
Лактат, ммоль/л	7,7 ± 6,0	10,0 ± 7,6	0,05

полиорганная недостаточность – 2 (14,2%). Средняя продолжительность стационарного лечения была $(52,5 \pm 24,9)$ сут. Полученные в ходе анализа данные лечения соответствуют литературным источникам.

Клиническое наблюдение. Вариант оказания специализированной хирургической помощи пострадавшему с тяжелой сочетанной травмой таза, сопровождающейся внутритазовым кровотечением, представлен в виде клинического наблюдения. Пострадавшим было дано добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

Пострадавший Р., 25 лет, доставлен спустя 35 мин после дорожно-транспортного происшествия. Получил тяжелую сочетанную травму головы, живота, таза. Открытая черепно-мозговая травма, ушиб головного мозга средней степени тяжести. Многооскольчатый вдавленный перелом правых теменной и височной костей с переходом на основание черепа. Пневмоцефалия. Гемосинус. Отогеморрагия справа. Рвано-ушибленные раны лобной и височной областей. Закрытая травма живота с иннерционными разрывами брюшины, ушибом почек. Гемоперитонеум 200 мл. Закрытая травма таза с ротационно-нестабильным повреждением тазового кольца: переломы обеих лонных и седалищных костей, боковой массы крестца слева с повреждением заднего ствола внутренней подвздошной артерии и отрывом уретры. Острая задержка мочи. Большая забрюшинная тазовая гематома. Острая массивная кровопотеря. Травматический шок II степени. При поступлении – состояние тяжелое, сознание отсутствует. АД – 80 и 60 мм рт. ст., ЧСС – 110 уд/мин. Тяжесть травмы по шкалам, баллы: ISS – 27,

ВПХ-П(МТ) – 8,1, Ю.Н. Цибину – 10,1, тяжесть состояния по шкале ВПХ-СП – 45 баллов, клиническая группа по классификации Н.С. Раре – нестабильная. Параллельно с диагностическими мероприятиями начато проведение массивной трансфузионной и инфузионной терапии. При первичном осмотре пострадавшего выявлена нестабильность таза, выполнена фиксация противошоковым тазовым поясом. При ультразвуковом исследовании живота обнаружена свободная жидкость в пространстве Моррисона и малом тазу. Таз фиксирован аппаратом внешней фиксации. При лапаротомии – в брюшной полости до 300 мл крови, имеется иннерционный разрыв париетальной брюшины, а также забрюшинная тазовая гематома, распространяющаяся до уровня верхнего полюса почек. Основные показатели клинического анализа крови при поступлении: гемоглобин 66 г/л, гематокрит 21,2%, эритроциты $2,38 \cdot 10^{12}/л$, тромбоциты $100 \cdot 10^9/л$. Для диагностики артериального источника внутритазового кровотечения выполнена ангиография, обнаружен обрыв контрастирования на уровне передних ветвей левой внутренней подвздошной артерии, выполнена ее эмболизация (рис. 1). После выполнения тазовой АГ с эмболизацией отмечена стабилизация гемодинамических показателей.

На ТЭГ (рис. 2), выполненной при поступлении пострадавшего Р., наблюдали уменьшение времени реакции (R, мин) и максимальной амплитуды (МА, мм), что свидетельствовало о снижении скорости образования тромбопластина и плотности образованного сгустка вследствие увеличения расхода фибриногена. С учетом полученных данных выполнена коррекция заместитель-

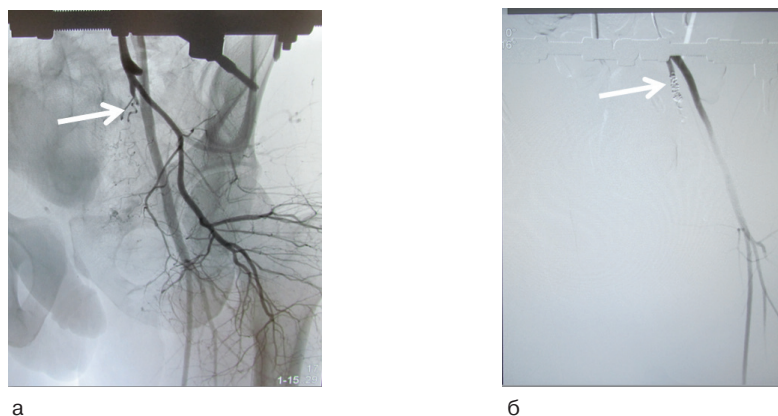


Рис. 1. Тазовая диагностическая ангиография.

а – обрыв контрастирования на уровне передней порции внутренней подвздошной артерии (стрелка);
б – эмболизация левой внутренней подвздошной артерии спиралью и гемостатической губкой (стрелка).

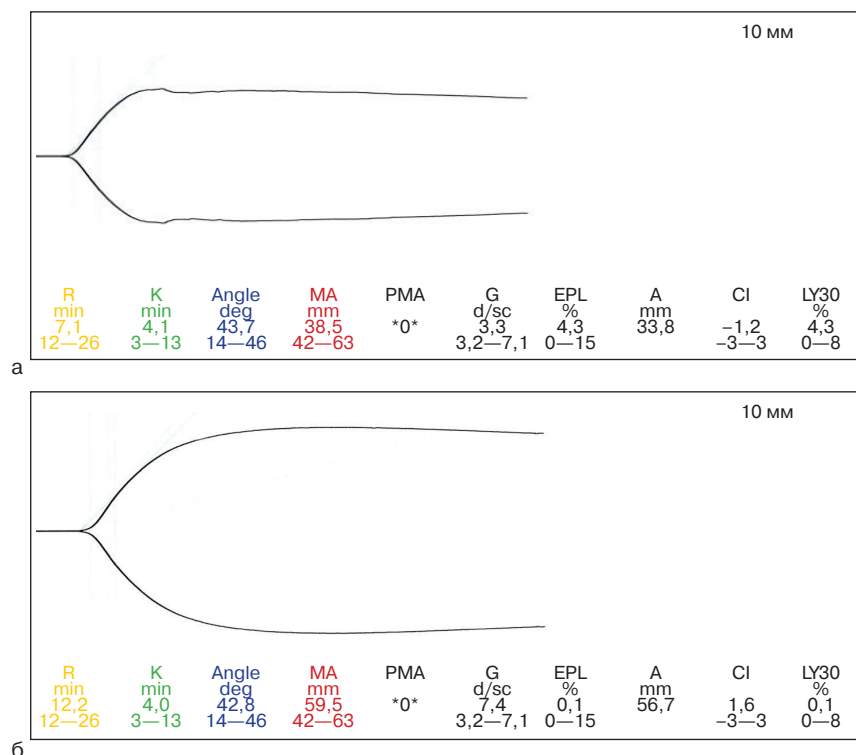


Рис. 2. Тромбоэластограмма пострадавшего Р.
а – при поступлении; б – через 12 ч после поступления.

ной гемотрансфузионной терапии (перелито 5 доз одноклассной эритроцитарной взвеси и 2 дозы свежзамороженной плазмы). На контрольной ТЭГ отмечена нормализация ее основных параметров. Показатели крови на следующие сутки после поступления: гемоглобин 94 г/л, гематокрит 29,4%, эритроциты $2,98 \cdot 10^{12}/л$, тромбоциты $149 \cdot 10^9/л$.

Выполнена фиксация заднего отдела тазового кольца подвздошно-крестцовым канюлированным винтом, установленным в тело S_{II}-позвонка слева. Послеоперационное течение – без особенностей. Начато раннее реабилитационное лечение, включая пассивные и активные движения в левой нижней конечности. Выписан из стационара на 30-е сутки после травмы. Через 3 мес – переломы таза консолидированы, пострадавший ходит самостоятельно.

Обсуждение. Использование тазовой АГ для диагностики внутритазовых кровотечений активно обсуждается в отечественной и зарубежной литературе. Первая публикация о применении данного способа хирургического гемостаза была сделана М.Н. Margolies в 1972 г. [26]. Через некоторое время АГ с последующей эмболизацией была принята многими хирургами в качестве основного способа остановки массивного внутритазового артериального кровотечения [3, 6, 15, 27, 41],

которое, как причина гемодинамической нестабильности пострадавших, наблюдается в 10–20% наблюдений [23, 34].

Информация о частоте артериального кровотечения получена в ходе анализа результатов диагностической тазовой АГ и составляет от 0,01 до 2,3% от всех травм таза [31, 40], при нестабильных повреждениях тазового кольца частота возрастает и располагается в диапазоне от 9 до 80% [3, 5, 17, 23, 32, 35, 42].

В литературных источниках рассматриваются различные показания к проведению тазовой АГ: экставазация контрастного вещества при СКТ таза с контрастным усилением, сохраняющаяся потребность в заместительной гемотрансфузионной терапии, объективно подтвержденная распространенная забрюшинная тазовая гематома [25, 29, 39]. Данный способ диагностики предлагается применять у пострадавших для контроля над хирургическим гемостазом после выполнения тампонады таза.

Следует подчеркнуть, что иногда требуется повторная тазовая АГ, особенно в тех наблюдениях, когда у пострадавших сохраняется потребность в проведении заместительной гемотрансфузионной терапии, косвенно указывающей на сохраняющееся внутритазовое кровотечение. Повторная тазовая АГ выполняется с частотой от 6,7 до 40,0% [21, 43]. D. Gourlay [18] показал, что около 7,5% по-

страдавших с травмой таза, которым первоначально была выполнена эмболизация, проводилась повторная тазовая АГ, по результатам которой было определено внутритазовое кровотечение в 80% случаев, из них из другой поврежденной артерии – в 68%, исходно эмболизированной артерии – в 18%, из обоих артериальных источников – в 14% наблюдений.

М. Shapiro [37] определил три независимых фактора риска рецидива внутритазовых кровотечений, требующих повторной артериальной эмболизации: САД ниже 90 мм рт. ст. после эмболизации, ацидоз (дефицит ВЕ менее 10 мг-экв/л), сохраняющийся в течение более 6 ч после первоначальной эмболизации, и отсутствие дополнительных интраабдоминальных источников острой кровопотери. Риск рецидива артериального кровотечения у пострадавших при наличии всех трех факторов составляет 97% и только 9% при отсутствии этих факторов. По данным P.R. Miller [28], если САД не реагирует на предпринятые меры по восстановлению объема циркулирующей крови, в 30% случаев это свидетельствует о внутритазовом кровотечении. И наоборот, если САД выше 90 мм рт. ст., можно с высокой степенью вероятности исключить внутреннее тазовое кровотечение.

G.C. Velmahos [43] сообщил о временной эмболизации обеих внутренних подвздошных артерий у пострадавших с повреждением артерий таза, при этом кровотечение не удавалось остановить методом селективной эмболизации. Тазовая АГ с эмболизацией является безопасной и крайне эффективной при переломах таза, осложненных массивным артериальным кровотечением. В более поздней публикации G.C. Velmahos [43] приводит структуру выполненных эмболизаций в зависимости от источника кровотечения в сегменте внутренней подвздошной артерии: передняя и задняя ветви внутренней подвздошной артерии – 84%, верхняя ягодичная артерия – 6%, внутренняя срамная артерия – 4%, латеральная крестцовая артерия – 3%, запирающая артерия и пояснично-подвздошная артерия – каждая по 1,5% случаев.

J. Lindachl [25] дает иную статистику артериальных источников кровотечения, из них 14,3% случаев приходится на поврежденные магистральные стволы наружной или внутренней подвздошной артерий, 40,8% – верхней и нижней ягодичных артерий, 44,9% случаев – все остальные артерии таза. J. Lindachl сообщил о своих результатах диагностической тазовой АГ у 49 пострадав-

ших, из них у 21 (43%) был диагностирован 1 источник артериального кровотечения, у 28 (57%) – 2 источника и более, у 15 (31%) – двустороннее повреждение артерий таза.

Способ чрескожной эндоваскулярной эмболизации привел к гемостазу у всех пострадавших, по данным M. Piotin [33], при этом число эмболизированных артерий колебалось от 2 до 12.

Применение тазовой АГ в качестве малоинвазивного метода хирургического лечения пострадавших с повреждениями тазового кольца и артериальным кровотечением может уменьшить необходимость выполнения хирургического вмешательства, что позволит избежать или свести к минимуму дополнительную операционную травму [20].

Одним из важных преимуществ тазовой АГ является возможность одновременной диагностики повреждений артерий полости таза и паренхиматозных органов живота и в 90% наблюдений выполнения эмболизации сосуда. Однако существуют ряд недостатков, один из которых состоит в том, что, несмотря на выполнение АГ и эмболизацию и эффективный контроль над тазовым кровотечением, одновременное лечение травм других областей тела не может быть выполнено во время этой процедуры. Тазовая АГ сравнительно безопасна, что немаловажно, так как среди пострадавших преобладают лица молодого репродуктивного возраста.

Согласно литературным источникам, оценка эффективности тазовой АГ и последующей эмболизации проводилась по различным показателям в динамике: САД [25, 37], объем гемотрансфузии до и после лечения [8, 9, 21, 22, 25, 30]. Также ряд авторов учитывали патофизиологические биохимические маркеры ацидоза в артериальной крови: pH [22], дефицит ВЕ [25, 37], лактат [16, 22, 24].

Летальность после выполнения эмболизации артерий таза, по данным различных авторов, колеблется от 13 до 47% [3, 20, 37, 39]. В свою очередь, продолжающееся внутритазовое кровотечение с развитием необратимой кровопотери после выполнения тазовой АГ и эмболизации, как причина летального исхода, составляет от 3,3 до 24% при повреждении артерий полости таза малого и среднего калибра [25, 44], при травме артерий крупного калибра летальность возрастает до 57–64% [25, 29]. Несмотря на различную частоту летальности, следует признать, что чем раньше выполнена тазовая АГ и применена эндоваскулярная окклюзия с окончательной

остановкой продолжающегося внутритазового кровотечения, тем больше шансов спасти пострадавшего. При запоздалом диагнозе уже у обескровленного пострадавшего шансы на выживание крайне малы. Также сохраняется высокая летальность от 25 до 55% вследствие септических осложнений и полиорганной недостаточности [7, 11, 21, 39].

Как правило, в изученных статьях выборки пострадавших с повреждениями тазового кольца, которым выполнялась тазовая АГ, имеют малый объем (в среднем от 6 до 46 случаев), но встречаются сообщения с большим массивом данных [39]. Следует отметить высокий уровень диагностированных артериальных источников кровотечения полости таза по результатам тазовой АГ – от 25 до 85% случаев. Диапазон времени от поступления пострадавшего в травмоцентр до выполнения тазовой АГ колеблется от 50 мин до 19 ч, а в некоторых случаях и до 48 ч [21, 39]. Тазовая АГ и эмболизация применяются как первичное хирургическое вмешательство, так и вмешательство второго ряда (после лапаротомии, тампонады таза, механической фиксации тазового кольца аппаратом внешней фиксации и/или рамой Ганца), что видно по различной последовательности действий в лечебно-диагностических алгоритмах, отработанных в тех или иных травмоцентрах. Временной интервал самого оперативного пособия составляет от 25 до 140 мин [25, 44, 45]. Средние объемы гемотранфузионной заместительной терапии находятся в интервале от 7 до 27 ед. крови в сутки [3, 20, 22].

Многие авторы считают опасения возможности развития местных нарушений кровообращения при эмболизации внутренней подвздошной артерии или ее ветвей преувеличенными. Однако 100% успешный результат эмболизации имеется в материалах тех авторов, в которых анализировались малые выборки пострадавших, причем практически всем выполнялась диагностическая тазовая АГ.

У авторов с большим числом клинических наблюдений и выполненных тазовых АГ с эмболизацией встречаются сообщения об осложнениях при использовании данного способа лечения. Осложнениями эмболизации артерий полости таза могут быть повреждение интимы сосуда, повреждения, вызванные кровоизлияниями в различные органы и ткани (например, мочевого пузыря, прямую кишку, матку, кожу, вплоть до ишемии данных органов и тканей или развития некроза стенки). При этом возможны нарушения чувствитель-

ности и парезы в зонах иннервации седалищного и бедренного нервов, частичный некроз ягодичных мышц, спонтанные эмболии сосудов других локализаций, у мужчин может развиться импотенция [11, 38]. Эти осложнения возникают вследствие неумышленной окклюзии интактных сосудов или при неселективной эмболизации внутренней подвздошной артерии. Сохраняется риск осложнений, связанных непосредственно с самой методикой применения способа, например, повреждение бедренной артерии при осуществлении доступа, контраст-ассоциированные аллергические реакции, вплоть до анафилактического шока, контраст-индуцированная нефропатия.

Таким образом, несмотря на минимальную инвазивность и небольшое количество осложнений, отсутствует доказанная эффективность данного способа хирургического гемостаза на большой выборке пострадавших с тяжелой сочетанной травмой таза, поэтому тазовая АГ и эмболизация при внутритазовых кровотечениях применяются редко.

Выводы

Диагностическая тазовая ангиография позволила выявить артериальный источник продолжающегося кровотечения у 8 (57,1%) из 14 пострадавших с тяжелой сочетанной травмой таза. При этом окончательный хирургический гемостаз достигнут во всех случаях применения эмболизации.

Тазовая ангиография малоинформативна при низком систолическом артериальном давлении, поэтому предпочтение должно отдаваться прямому хирургическому гемостазу в виде тампонады таза, выступающей в роли своеобразного «моста» к последующей ангиографии при временной стабилизации гемодинамики.

В нашем исследовании не обнаружено корреляционной связи между морфологией повреждения таза и диаметром поврежденных артерий.

Литература

1. Быков И.Ю., Ефименко Н.А., Гуманенко Е.К. Военно-полевая хирургия: нац. руководство. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. 816 с.
2. Цибин Ю.Н. [и др.]. Прогнозирование тяжести травматического шока в клинике // Травматический шок. Л., 1975. С. 75–80.
3. Agolini S.F., Shah K., Jaffe J. [et al.]. Arterial embolization is a rapid and effective technique for controlling pelvic fracture hemorrhage // J. Trauma. 1997. Vol. 43, N 3. P. 395–399.

4. Bach A., Jorgen B., Hougaard K., Christensen E.F. Retroperitoneal packing as part of damage control surgery in a danish trauma centre-fast, effective, and cost-effective // *Scand. J. Trauma. Resusc. Emerg. Med.* 2008. Vol. 16, N 4. P. 3–4. DOI: 10.1186/1757-7241-16-4.
5. Biffl W.L., Smith W.R., Moore E.E. [et al.]. Evolution of a multidisciplinary clinical pathway for the management of unstable patients with pelvic fractures // *Ann. Surg.* 2001. Vol. 233, N 6. P. 843–850.
6. Bratby M.J., Munneke G.M., Belli A.M. [et al.]. How safe is bilateral internal iliac artery embolization prior to EVAR? // *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2008. Vol. 31, N 2. P. 246–253.
7. Burgess A.R., Eastridge B.J., Young J.W. [et al.]. Pelvic ring disruption: effective classification system and treatment protocol // *J. Trauma.* 1990. Vol. 30, N 7. P. 848–856.
8. Burlew C.C., Moore E.E., Stahel P.F. [et al.]. Preperitoneal pelvic packing reduces mortality in patients with life-threatening hemorrhage due to unstable pelvic fractures // *J. Trauma Acute Care Surg.* 2017. Vol. 82, N 2. P. 233–242. DOI: 10.1097/TA.0000000000001324.
9. Chiara O., Fratta E., Mariani A. [et al.]. Efficacy of extra-peritoneal pelvic packing in hemodynamically unstable pelvic fractures, a Propensity Score Analysis // *World J. Emerg. Surg.* 2016. Vol. 11. P. 22. DOI: 10.1186/s13017-016-0077-2.
10. Coccolini F., Stahel P.F., Montor G. [et al.]. Pelvic trauma: WSES classification and guidelines // *World J. Emerg. Surg.* 2017. Vol. 12. P. 5. DOI: 10.1186/s13017-017-0117-6.
11. Cook R.E., Keating J.F., Gillespie I. The role of angiography in the management of hemorrhage from major fractures of the pelvis // *J. Bone Joint Surg. Br.* 2002. Vol. 84, N 2. P. 178–182.
12. Cothren C.C., Osborn P.M., Moore E.E. [et al.]. Preperitoneal pelvic packing for hemodynamically unstable pelvic fractures: a paradigm shift // *J. Trauma.* 2007. Vol. 62, N 4. P. 839–842.
13. Demetriades D., Karaiskakis M., Toutouzas K. [et al.]. Pelvic fractures: Epidemiology and predictors of associated abdominal injuries and outcomes // *J. Am. Coll. Surg.* 2002. Vol. 195, N 1. P. 1–10.
14. Eastridge B.J., Starr A., Minei J.P. [et al.]. The importance of fracture pattern in guiding therapeutic decision-making in patients with hemorrhagic shock and pelvic ring disruptions // *J. Trauma.* 2002. Vol. 53, N 3. P. 446–450.
15. Fangio P., Asehnoune K., Edouard A. [et al.]. Early angiography and embolization have been useful in controlling pelvic // *J. Trauma.* 2005. Vol. 58, N 5. P. 978–984.
16. Fu C.Y., Wu S.C., Chen R.J. [et al.]. Evaluation of pelvic fracture stability and the need for angioembolization: pelvic instabilities on a plain film have an increased probability of requiring angioembolization // *Am. J. Emerg. Med.* 2008. Vol. 27, N 7. P. 792–796.
17. Gansslen A., Giannoudis P., Pape H.C. [et al.]. Hemorrhage in pelvic fracture: who needs angiography? // *Curr. Opin. Crit. Care.* 2003. Vol. 9, N 6. P. 515–523.
18. Gourlay D., Hoffer E., Routt M., Bulger E. Pelvic angiography for recurrent traumatic pelvic arterial hemorrhage // *J. Trauma.* 2005. Vol. 59, N 5. P. 1168–1173.
19. Grotz M.R., Allami M.K., Harwood P. [et al.]. Open pelvic fractures: epidemiology, current concepts of management and outcome // *Injury.* 2005. Vol. 36, N 1. P. 1–13. DOI: 10.1016/j.injury.2004.05.029.
20. Hagiwara A., Minakawa K., Fukushima H. [et al.]. Predictors of death in patients with life-threatening pelvic hemorrhage after successful transcatheter arterial embolization // *J. Trauma.* 2003. Vol. 55, N 4. P. 696–703.
21. Hamill J., Holden A., Paice R., Civil I. Pelvic fracture pattern predicts pelvic arterial haemorrhage // *ANZ J. Surg.* 2000. Vol. 70, N 5. P. 338–343.
22. Hou Z., Smith W.R., Strohecker K.A. [et al.]. Hemodynamically unstable pelvic fracture management by advanced trauma life support guidelines results in high mortality // *Orthopedics.* 2012. Vol. 35, N 3. P. 319–324.
23. Huittinen V., Slatis P. Postmortem angiography and dissection of the hypogastric artery in pelvic fractures // *Surgery.* 1973. Vol. 73. P. 454–462.
24. Li Q., Dong J., Yang Y. [et al.]. Retroperitoneal packing or angioembolization for haemorrhage control of pelvic fractures – quasi-randomized clinical trial of 56 haemodynamically unstable patients with injury severity score ≥ 33 // *Injury.* 2016. Vol. 47, N 2. P. 395–401. DOI: 10.1016/j.injury.2015.10.008.
25. Lindahl J., Handolin L., Söderlund T. [et al.]. Angiographic embolization in the treatment of arterial pelvic hemorrhage: evaluation of prognostic mortality-related factors // *Eur. J. Trauma Emerg. Surg.* 2013. Vol. 39, N 1. P. 57–63. DOI: 10.1007/s00068-012-0242-6.
26. Margolies M.N., Ring E.J., Waltman A.C. [et al.]. Arteriography in the management of haemorrhage from pelvic fractures // *New England J. of Medicine.* 1972. Vol. 287, N 7. P. 317–321.
27. Metsemakers W.J., Vanderschot P., Jennes E. [et al.]. Transcatheter embolotherapy after external surgical stabilization is a valuable treatment algorithm for patients with persistent haemorrhage from unstable pelvic fractures: outcomes of a single centre experience // *Injury.* 2013. Vol. 44, N 7. P. 964–968. DOI: 10.1016/j.injury.2013.01.029.
28. Miller P.R., Moore P.S., Mansell E. External fixation or arteriogram in bleeding pelvic fracture: initial therapy guided by markers of arterial hemorrhage // *J. Trauma.* 2003. Vol. 54. P. 437–443.
29. O'Neill P.A., Riina J., Sclafani S., Tornetta P. 3rd. Angiographic findings in pelvic fractures // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1996. Vol. 329. P. 60–67.
30. Osborn P.M., Smith W.R., Moore E.E. [et al.]. Direct retroperitoneal pelvic packing versus pelvic angiograph // *Injury.* 2009. Vol. 40, N 1. P. 54–60. DOI: 10.1016/j.injury.2008.08.038.
31. Pape H.C., Giannoudis P.V., Krettek C. [et al.]. Timing of fixation of major fractures in blunt polytrauma: role of conventional indicators in clinical decision making // *J. of Orthopaedic Trauma.* 2005. Vol. 19, N 8. P. 551–562.

32. Perez J.V., Hughes T.M., Bowers K. Angiographic embolisation in pelvic fracture // *Injury*. 1998. Vol. 29. P. 187–191.
33. Piotin M., Herbreteau D., Guichard J. [et al.]. Percutaneous transcatheter embolization in multiply injured patients with pelvic ring disruption associated with severe haemorrhage and coagulopathy // *Injury*. 1995. Vol. 26, N 10. 677–680.
34. Pohlemann T., Gänsslen A., Stief C.H. Complex injuries of the pelvis and acetabulum // *Orthopade*. 1998. Vol. 27, N 1. P. 32–44.
35. Poole G.V., Ward E.F., Muakkassa F.F. [et al.]. Pelvic fracture from major blunt trauma. Outcome is determined by associated injuries // *Ann. Surg.* 1991. Vol. 213, N 6. P. 532–538.
36. Ruedi T.P., Buckley R.E., Moran C.G. *AO Principles of Fracture Management*. Second expanded edition. Switzerland: AO Publishing, 2008. 1120 p.
37. Shapiro M., McDonald A.A., Knight D. [et al.]. The role of repeat angiography in the management of pelvic fractures // *J. Trauma*. 2005. Vol. 58, N 2. P. 227–231.
38. Takahira N., Shindo M., Tanaka K. Gluteal muscle necrosis following transcatheter angiographic embolisation for retroperitoneal haemorrhage associated with pelvic fracture // *Injury*. 2001. Vol. 32, N 1. P. 27–32.
39. Tesoriero R., Bruns B., Narayan M. [et al.]. Angiographic embolization for hemorrhage following pelvic fracture: is it «time» for a paradigm shift? // *J. Trauma Acute Care Surg.* 2017. Vol. 82, N 1. P. 18–26. DOI: 10.1097/TA.0000000000001259.
40. Tile M., Helfet D.L., Kellam J.F., Vrahas M. *Fractures of the pelvis and acetabulum*. 3rd. Philadelphia etc.: Lippencott Williams–Wilkins, 2003. 830 p.
41. Totterman A., Dormagen J.B., Madsen J.E. [et al.]. A protocol for angiographic embolization in exsanguinating pelvic trauma: a report on 31 patients // *Acta Orthop*. 2006. Vol. 77, N 3. P. 462–468.
42. Tötterman A., Madsen J.E., Skaga N.O., Roise O. Extraperitoneal pelvic packing: a salvage procedure to control massive traumatic pelvic hemorrhage // *J. Trauma*. 2007. Vol. 62, N 4. P. 843–852. DOI: 10.1097/01.ta.0000221673.98117.c9.
43. Velmahos G.C., Toutouzas K.G., Vassiliu P. [et al.]. A prospective study on the safety and efficacy of angiographic embolization for pelvic and visceral injuries // *J. Trauma*. 2002. Vol. 53, N 2. P. 303–308.
44. Velmahos G.C., Chahwan S., Hanks S.E. Angiographic embolization of bilateral internal iliac arteries to control life-threatening hemorrhage after blunt trauma to the pelvis // *Am Surg*. 2000. Vol. 66, N 9. P. 858–862.
45. Westhoff J., Laurer H., Wutzler S. [et al.]. Interventionelle Notfall-embolisation bei schweren Beckenfrakturen mit arterieller Blutung. Integration in den frühklinischen Behandlungsalgorithmus // *Unfallchirurg*. 2008. Vol. 111, N 10. P. 821–828. DOI: 10.1007/s00113-008-1479-8.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила 03.07.2018 г.

Для цитирования. Кажанов И.В., Микитюк С.И., Колчанов Е.А., Мануковский В.А. Тазовая ангиография с последующей эмболизацией как способ диагностики и окончательного хирургического гемостаза у пострадавших с механическими повреждениями таза // *Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях*. 2018. № 3. С. 35–47. DOI 10.25016/2541-7487-2018-0-3-35-47

Pelvic angiography and embolization as a method of diagnosis and surgical haemostasis in victims with pelvic injuries

Kazhanov I.V.^{1,2}, Mikityuk S.I.^{1,2}, Kolchanov E.A.², Manukovskiy V.A.^{1,2}

¹ Saint Petersburg Research Institute of Emergency Medicine named after I.I. Dzhanelidze (Budapeshtskaya Str., 3A, St. Petersburg, 192242, Russia);

² Kirov Military Medical Academy (Academica Lebedeva Str., 6, St. Petersburg, 194044, Russia)

✉ Igor Vladimirovich Kazhanov – PhD Med. Sci., Leading Researcher, Combined Trauma Department, Saint Petersburg Research Institute of Emergency Medicine named after I.I. Dzhanelidze (Budapeshtskaya Str., 3A, St. Petersburg, 192242, Russia); Chief of the Department of Military Field Surgery Clinic, Kirov Military Medical Academy (Academica Lebedeva Str., 6, St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: carta400@rambler.ru;

Sergey Ivanovich Mikityuk – PhD Med. Sci., Senior Lecturer, Educational Center, Saint Petersburg Research Institute of Emergency Medicine named after I.I. Dzhanelidze; Chief of the Department of Military Field Surgery Clinic, Kirov Military Medical Academy (Academica Lebedeva Str., 6, St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: smikityuk@yandex.ru;

Evgenii Aleksandrovich Kolchanov – Surgeon; Clinical resident, Department 1 (of post-graduate education in surgery), Kirov Military Medical Academy (Academica Lebedeva Str., 6, St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: kolchanov.evgeny@gmail.com;

Vadim Anatolyevich Manukovskiy – Dr. Med. Sci. Prof., Deputy Director for Clinical Work, Saint Petersburg Research Institute of Emergency Medicine named after I.I. Dzhanelidze (Budapeshtskaya Str., 3A, St. Petersburg, 192242, Russia); Prof. of Military Field Surgery Clinic, Kirov Military Medical Academy (Academica Lebedeva Str., 6, St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: manukovskiy@emergency.spb.ru

Abstract

Relevance. Pelvic injuries are the most dangerous and complex in treatment injuries of the skeletal system with mortality rates up to 15–18 % and up to 65 % in hemodynamically unstable victims. Continuing massive pelvic hemorrhage is the main cause of unstable hemodynamics in victims with severe pelvic injuries and requires surgical hemostasis, including endovascular embolization.

Intention. To evaluate the effectiveness of diagnostic pelvic angiography (AG) and embolization as a method of surgical hemostasis in patients with polytrauma and pelvic injuries.

Method. We analyzed the results of treatment of 14 patients with polytrauma and mechanical injuries of the pelvic ring, who underwent pelvic angiography (AG) at the level I trauma center (St. Petersburg, 2013–2017). The effectiveness of surgical (endovascular) hemostasis was assessed based on the systolic blood pressure (SBP) over time, the basic composition of arterial blood (pH and lactate, buffer base deficiency (BE)), duration and volume of hemotransfusions.

Result and their analysis. There are statistically significant differences between the average volumes of replacement hemotransfusion before and after AG with endovascular embolization of damaged arteries, as well as between the mean lactate levels and the deficit of BE in the arterial blood. The overall mortality rate was 6 (42.8 %) cases. Three victims (21.4 %) died during the first 24 hours and 3 (21.4 %) – during the first two weeks after the trauma. The causes of death were irreversible blood loss – 3 (21.4 %), generalized infection – 1 (7.1 %), multi-organ failure – 2 (14.2 %). The average length of treatment was (52.5 ± 24.9) days.

Conclusion. Angiography gives little information in patients with low SBP, so direct surgical hemostasis like pelvic packing is preferable and may be used as a “bridge” to AG with temporary stabilization of hemodynamics.

Keywords: polytrauma, pelvic ring injury, pelvic angiography, embolization, hemostasis.

References

1. Bykov I.Yu., Efimenko N.A., Gumanenko E.K. *Voenno-polevaya khirurgiya* [War surgery]. Moskva. 2009. 816 p. (In Russ.)
2. Tsibin Yu.N. [et al.]. Prognozirovaniye tyazhesti travmaticheskogo shoka v klinike [Predicting the severity of traumatic shock in the clinic]. *Travmaticheskii shok* [Traumatic shock]. Leningrad. 1975. Pp. 75–80. (In Russ.)
3. Agolini S.F., Shah K., Jaffe J. [et al.]. Arterial embolization is a rapid and effective technique for controlling pelvic fracture hemorrhage. *J. Trauma*. 1997. Vol. 43, N 3. Pp. 395–399.
4. Bach A., Jorgen B., Hougaard K. [et al.]. Retroperitoneal packing as part of damage control surgery in a danish trauma centre-fast, effective, and cost-effective. *Scand. J. Trauma. Resusc. Emerg. Med.* 2008. Vol. 16, N 4. Pp. 3–4. DOI: 10.1186/1757-7241-16-4.
5. Biffl W.L., Smith W.R., Moore E.E. [et al.]. Evolution of a multidisciplinary clinical pathway for the management of unstable patients with pelvic fractures. *Ann. Surg.* 2001. Vol. 233, N 6. Pp. 843–850.
6. Bratby M.J., Munneke G.M., Belli A.M. [et al.]. How safe is bilateral internal iliac artery embolization prior to EVAR? *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2008. Vol. 31, N 2. Pp. 246–253.
7. Burgess A.R., Eastridge B.J., Young J.W. [et al.]. Pelvic ring disruption: effective classification system and treatment protocol. *J. Trauma*. 1990. Vol. 30, N 7. Pp. 848–856.
8. Burlew C.C., Moore E.E., Stahel P.F. [et al.]. Preperitoneal pelvic packing reduces mortality in patients with life-threatening hemorrhage due to unstable pelvic fractures. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2017. Vol. 82, N 2. Pp. 233–242. DOI: 10.1097/TA.0000000000001324.
9. Chiara O., Fratta E., Mariani A. [et al.]. Efficacy of extra-peritoneal pelvic packing in hemodynamically unstable pelvic fractures, a Propensity Score Analysis. *World J. Emerg. Surg.* 2016. Vol. 11. P. 22. DOI: 10.1186/s13017-016-0077-2.
10. Coccolini F., Stahel P.F., Montor G. [et al.]. Pelvic trauma: WSES classification and guidelines. *World J. Emerg. Surg.* 2017. Vol. 12. P. 5. DOI: 10.1186/s13017-017-0117-6.
11. Cook R.E., Keating J.F., Gillespie I. The role of angiography in the management of hemorrhage from major fractures of the pelvis. *J. Bone Joint Surg. Br.* 2002. Vol. 84, N 2. Pp. 178–182.
12. Cothren C.C., Osborn P.M., Moore E.E. [et al.]. Preperitoneal pelvic packing for hemodynamically unstable pelvic fractures: a paradigm shift. *J. Trauma*. 2007. Vol. 62, N 4. Pp. 839–842.
13. Demetriades D., Karaiskakis M., Toutouzas K. [et al.]. Pelvic fractures: Epidemiology and predictors of associated abdominal injuries and outcomes. *J. Am. Coll. Surg.* 2002. Vol. 195, N 1. Pp. 1–10.
14. Eastridge B.J., Starr A., Minei J.P. [et al.]. The importance of fracture pattern in guiding therapeutic decision-making in patients with hemorrhagic shock and pelvic ring disruptions. *J. Trauma*. 2002. Vol. 53, N 3. Pp. 446–450.
15. Fangio P., Asehnoune K., Edouard A. [et al.]. Early angiography and embolization have been useful in controlling pelvic. *J. Trauma*. 2005. Vol. 58, N 5. Pp. 978–984.
16. Fu C.Y., Wu S.C., Chen R.J. [et al.]. Evaluation of pelvic fracture stability and the need for angioembolization: pelvic instabilities on a plain film have an increased probability of requiring angioembolization. *Am. J. Emerg. Med.* 2008. Vol. 27, N 7. Pp. 792–796.
17. Gansslen A., Giannoudis P., Pape H.C. [et al.]. Hemorrhage in pelvic fracture: who needs angiography? *Curr. Opin. Crit. Care*. 2003. Vol. 9, N 6. Pp. 515–523.
18. Gourlay D., Hoffer E., Routt M., Bulger E. Pelvic angiography for recurrent traumatic pelvic arterial hemorrhage. *J. Trauma*. 2005. Vol. 59, N 5. Pp. 1168–1173.
19. Grotz M.R., Allami M.K., Harwood P. [et al.]. Open pelvic fractures: epidemiology, current concepts of management and outcome. *Injury*. 2005. Vol. 36. Pp. 1–13. DOI: 10.1016/j.injury.2004.05.029.
20. Hagiwara A., Minakawa K., Fukushima H. [et al.]. Predictors of death in patients with life-threatening pelvic hemorrhage after successful transcatheter arterial embolization. *J. Trauma*. 2003. Vol. 55, N 4. Pp. 696–703.
21. Hamill J., Holden A., Paice R., Civil I. Pelvic fracture pattern predicts pelvic arterial haemorrhage. *ANZ J. Surg.* 2000. Vol. 70, N 5. Pp. 338–343.
22. Hou Z., Smith W.R., Strohecker K.A. [et al.]. Hemodynamically unstable pelvic fracture management by advanced trauma life support guidelines results in high mortality. *Orthopedics*. 2012. Vol. 35, N 3. Pp. 319–324.

23. Huittinen V., Slati P. Postmortem angiography and dissection of the hypogastric artery in pelvic fractures. *Surgery*. 1973. Vol. 73. Pp. 454–462.
24. Li Q., Dong J., Yang Y. [et al.]. Retroperitoneal packing or angioembolization for haemorrhage control of pelvic fractures – quasi-randomized clinical trial of 56 haemodynamically unstable patients with injury severity score ≥ 33 . *Injury*. 2016. Vol. 47, N 2. Pp. 395–401. DOI: 10.1016/j.injury.2015.10.008.
25. Lindahl J., Handolin L., Söderlund T. [et al.]. Angiographic embolization in the treatment of arterial pelvic hemorrhage: evaluation of prognostic mortality-related factors. *Eur. J. Trauma Emerg. Surg.* 2013. Vol. 39, N 1. Pp. 57–63. DOI: 10.1007/s00068-012-0242-6.
26. Margolies M.N., Ring E.J., Waltman A.C. [et al.]. Arteriography in the management of haemorrhage from pelvic fractures. *New England J. of Medicine*. 1972. Vol. 287, N 7. Pp. 317–321.
27. Metsemakers W.J., Vanderschot P., Jennes E. [et al.]. Transcatheter embolotherapy after external surgical stabilization is a valuable treatment algorithm for patients with persistent haemorrhage from unstable pelvic fractures: outcomes of a single centre experience. *Injury*. 2013. Vol. 44, N 7. Pp. 964–968. DOI: 10.1016/j.injury.2013.01.029.
28. Miller P.R., Moore P.S., Mansell E. External fixation or arteriogram in bleeding pelvic fracture: initial therapy guided by markers of arterial hemorrhage // *J. Trauma*. 2003. Vol. 54. Pp. 437–443.
29. O'Neill P.A., Riina J., Sclafani S., Tornetta P.3rd. Angiographic findings in pelvic fractures. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1996. Vol. 329. Pp. 60–67.
30. Osborn P.M., Smith W.R., Moore E.E. [et al.]. Direct retroperitoneal pelvic packing versus pelvic angiograph. *Injury*. 2009. Vol. 40, N 1. Pp. 54–60. DOI: 10.1016/j.injury.2008.08.038.
31. Pape H.C., Giannoudis P.V., Krettek C. [et al.]. Timing of fixation of major fractures in blunt polytrauma: role of conventional indicators in clinical decision making. *J. of Orthopaedic Trauma*. 2005. Vol. 19, N 8. Pp. 551–562.
32. Perez J.V., Hughes T.M., Bowers K. Angiographic embolisation in pelvic fracture. *Injury*. 1998. Vol. 29. Pp. 187–191.
33. Piotin M., Herbreteau D., Guichard J. [et al.]. Percutaneous transcatheter embolization in multiply injured patients with pelvic ring disruption associated with severe haemorrhage and coagulopathy. *Injury*. 1995. Vol. 26, N 10. Pp. 677–680.
34. Pohlemann T., Gänsslen A., Stief C.H. Complex injuries of the pelvis and acetabulum. *Orthopade*. 1998. Vol. 27, N 1. Pp. 32–44.
35. Poole G.V., Ward E.F., Muakkassa F.F. [et al.]. Pelvic fracture from major blunt trauma. Outcome is determined by associated injuries. *Ann. Surg.* 1991. Vol. 213, N 6. Pp. 532–538.
36. Ruedi T.P., Buckley R.E., Moran C.G. AO Principles of Fracture Management. Second expanded edition. Switzerland : AO Publishing. 2008. 1120 p.
37. Shapiro M., McDonald A.A., Knight D. [et al.]. The role of repeat angiography in the management of pelvic fractures. *J. Trauma*. 2005. Vol. 58, N 2. Pp. 227–231.
38. Takahira N., Shindo M., Tanaka K. Gluteal muscle necrosis following transcatheter angiographic embolisation for retroperitoneal haemorrhage associated with pelvic fracture. *Injury*. 2001. Vol. 32, N 1. Pp. 27–32.
39. Tesoriero R., Bruns B., Narayan M. [et al.]. Angiographic embolization for hemorrhage following pelvic fracture: is it “time” for a paradigm shift? *J. Trauma Acute Care Surg.* 2017. Vol. 82, N 1. Pp. 18–26. DOI: 10.1097/TA.0000000000001259.
40. Tile M., Helfet D.L., Kellam J.F., Vrahas M. Fractures of the pelvis and acetabulum. 3rd. Philadelphia etc. : Lippencott Williams–Wilkins. 2003. 830 p.
41. Totterman A., Dormagen J.B., Madsen J.E. [et al.]. A protocol for angiographic embolization in exsanguinating pelvic trauma: a report on 31 patients. *Acta Orthop.* 2006. Vol. 77, N 3. Pp. 462–468.
42. Tötterman A., Madsen J.E., Skaga N.O., Roise O. Extraperitoneal pelvic packing: a salvage procedure to control massive traumatic pelvic hemorrhage. *J. Trauma*. 2007. Vol. 62, N 4. Pp. 843–852. DOI: 10.1097/01.ta.0000221673.98117.c9.
43. Velmahos G.C., Toutouzas K.G., Vassiliu P. [et al.]. A prospective study on the safety and efficacy of angiographic embolization for pelvic and visceral injuries. *J. Trauma*. 2002. Vol. 53, N 2. Pp. 303 – 308.
44. Velmahos G.C., Chahwan S., Hanks S.E. Angiographic embolization of bilateral internal iliac arteries to control life-threatening hemorrhage after blunt trauma to the pelvis. *Am Surg.* 2000. Vol. 66, N 9. Pp. 858–862.
45. Westhoff J., Laurer H., Wutzler S. [et al.]. Interventionelle Notfall-embolisation bei schweren Beckenfrakturen mit arterieller Blutung. Integration in den frühklinischen Behandlungsalgorithmus. *Unfallchirurg*. 2008. Vol. 111, N 10. Pp. 821–828. DOI: 10.1007/s00113-008-1479-8.

Received 03.07.2018

For citing: Kazhanov I.V., Mikityuk S.I., Kolchanov E.A., Manukovskiy V.A. Tazovaya angiografiya s posleduyushchei embolizatsiei kak sposob diagnostiki i okonchatel'nogo khirurgicheskogo gemostaza u postradavshikh s mekhanicheskimi povrezhdeniyami taza. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikholicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2018. N 3. Pp. 35–47. **(In Russ.)**

Kazhanov I.V., Mikityuk S.I., Kolchanov E.A., Manukovskiy V.A. Pelvic angiography and embolization as a method of diagnosis and surgical haemostasis in victims with pelvic injuries. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2018. N 3. Pp. 35–47. DOI: 10.25016/2541-7487-2018-0-3-35-47