

РОЛЬ ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ РАДИОЛОГИИ В ОСТАНОВКЕ ВНУТРИТАЗОВОГО КРОВОТЕЧЕНИЯ ПРИ ПОЛИТРАВМЕ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ТАЗА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Ю. Г. Шапкин – [ORCID: 0000-0003-0186-1892]

д.м.н., проф., заведующий кафедрой

*П. А. Селиверстов – [ORCID: 0000-0002-3416-0470]

к.м.н., доцент

Н. Ю. Стекольников – [ORCID: 0000-0002-1407-8744]

к.м.н., доцент

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» МЗ РФ
Кафедра общей хирургии
410012 Российская Федерация, г. Саратов, ул. Б. Казачья, 112

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- политравма
- переломы костей таза
- внутритазовое кровотечение
- ангиография
- транскатетерная эмболизация

АННОТАЦИЯ:

Введение: летальность при политравме с повреждениями таза и внутритазовым кровотечением остается высокой и может быть снижена за счет мультидисциплинарного подхода к гемостазу.

Цель: определить возможности и тактику использования эндоваскулярных вмешательств для остановки внутритазового кровотечения при политравме с повреждениями таза.

Материал и методы: проведен поиск научных статей в базе данных PubMed и Научной электронной библиотеке (eLIBRARY.ru), опубликованных с 2017-2021 гг.

Транскатетерная эмболизация артерий таза является эффективным методом остановки внутритазового кровотечения и показана при выявлении экстрavasации контраста при компьютерной томографии и ангиографии. У пациентов с нестабильной гемодинамикой эмболизацию допустимо применять при возможности ее выполнить не позднее 30–60 минут после выявления внутритазового кровотечения. Реанимационная эндоваскулярная баллонная окклюзия аорты может послужить важным компонентом стратегии «контроля повреждений» и мостом к применению методов окончательной остановки абдоминального и внутритазового кровотечения у пациентов с нестабильной гемодинамикой и систолическим артериальным давлением менее 70 мм рт. ст.

Выводы: методы эндоваскулярной хирургии не противопоставляются и не исключают применения внебрюшинной тампонады и/или внешней фиксации таза для остановки внутритазового кровотечения при политравме. Выбор методов гемостаза и алгоритм их применения определяются степенью нарушений гемодинамики, наличием сочетанных повреждений, данными лучевой диагностики, техническими и логистическими ресурсами травмоцентра.

Для цитирования. Шапкин Ю.Г., Селиверстов П.А., Стекольников Н.Ю. «РОЛЬ ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ РАДИОЛОГИИ В ОСТАНОВКЕ ВНУТРИТАЗОВОГО КРОВОТЕЧЕНИЯ ПРИ ПОЛИТРАВМЕ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ТАЗА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)» Ж. ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ И ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ РАДИОЛОГИЯ. 2022, 16(4): 61–68.

THE ROLE OF INTERVENTIONAL RADIOLOGY IN STOPPING INTRAPELVIC BLEEDING IN POLYTRAUMA WITH PELVIC INJURIES (LITERATURE REVIEW)

Shapkin Y.G. – [ORCID: 0000-0003-0186-1892]

MD, PhD, professor

*Seliverstov P.A. – [ORCID: 0000-0002-3416-0470]

MD, PhD

Stekolnikov N.Y. – [ORCID: 0000-0002-1407-8744]

MD, PhD

Saratov State Medical University named after V.I. Razumovskiy

General surgery department

112, Kazach'ya str., Saratov, Russian Federation, 410012

KEY-WORDS:

- polytrauma
- pelvic fractures
- intrapelvic bleeding
- angiography
- transcatheter arterial embolization

ABSTRACT:

Background: mortality in polytrauma with pelvic injuries and intrapelvic bleeding remains high and can be reduced through a multidisciplinary approach to hemostasis.

Aim: was to determine possibilities and tactics of using endovascular interventions to stop intrapelvic bleeding in polytrauma with pelvic injuries.

Material and methods: a search was made for scientific articles in the PubMed database and the Scientific Electronic Library (eLIBRARY.ru), published from 2017 to 2021. Transcatheter embolization of pelvic arteries is an effective method for stopping intrapelvic bleeding and is indicated for detecting extravasation of contrast in computed tomography and angiography. In patients with unstable hemodynamics, embolization can be used if it is possible to perform it no later than 30–60 minutes after the detection of intrapelvic bleeding. Resuscitation endovascular balloon occlusion of the aorta can serve as an important component of the damage control strategy and a bridge to the application of methods for the final control of abdominal and intrapelvic bleeding in patients with unstable hemodynamics and systolic blood pressure less than 70 mm hg.

Conclusion: methods of endovascular surgery do not oppose and do not exclude the use of extraperitoneal pelvic packing and/or external fixation of the pelvis to stop intrapelvic bleeding in case of polytrauma. The choice of methods of hemostasis and the algorithm for their application are determined by the degree of hemodynamic disturbances, the presence of combined injuries, the data of radiation diagnostics, and the technical and logistical resources of the trauma center.

Введение

Травмы таза встречаются у 13-25% пациентов с политравмой, из них у 26-58% возникает опасное внутритазовое кровотечение [1-3]. Летальность при политравме с повреждениями таза достигает 32-54% [4-6]. Внутритазовое кровотечение становится причиной смерти в 9-16% летальных случаев политравмы с переломами костей таза [7,8].

В последние десятилетия мультидисциплинарный подход к контролю внутритазового кровотечения с участием хирургов, травматологов, интервенционных радиологов находит все большее распространение. Эндоваскулярные вмешательства занимают важное место в арсенале методов остановки кровотечения. Роль интервенционной радиологии в остановке внутритазового кровотечения при политравме с повреждениями таза неоднозначна и широко обсуждается в научной литературе, существует проблема выбора методов гемостаза, отсутствует общепринятая тактика их применения. Недостаточная осведомленность хирургов дежурных бригад о возможностях интервенционной радиологии и эндоваскулярных хирургов об особенностях лечения политравмы с внутритазовым кровотечением затрудняет взаимопонимание и взаимодействие специалистов.

Источники внутритазового кровотечения

Повреждения таза с внутритазовым кровотечением обычно высокоэнергетические, в 40-75% случаях возникают при дорожно-транспортных происшествиях, в 25-40% случаях - при падениях с высоты [1-3,9]. Тяжесть политравмы с повреждениями таза по шкале ISS (Injury Severity Scale) высокая и составляет в среднем 26-47 баллов [3,6,9,10].

У 43-79% пациентов с внутритазовым кровотечением имеются тяжелые сочетанные повреждения, в том числе травмы головы - у 30-80%, груди - у 50-57%, живота - у 28-72%; позвоночника - у 13-38% больных [1-3,8]. У 69% пациентов сочетанные повреждения требуют хирургических вмешательств [9].

Забрюшинное кровотечение при травмах таза в 80-90% случаев связано с повреждением пресакрального и паравезикального венозных сплетений или происходит из отломков костей таза и разрывов крестцово-подвздошных сочленений. Только у 12-17% пациентов выявляется артериальный источник кровотечения. Более того, в 78-100% случаях артериальное кровотечение сочетается с венозным. Из артерий наиболее часто при травмах таза повреждаются ветви внутренней подвздошной артерии, верхняя и нижняя ягодич-

ные артерии, латеральная крестцовая и запирающая артерии [11-13].

Нестабильные переломы костей таза (переломы типа С по классификации Tile, переломы II/III типов по классификации Young-Burgess) создают наибольший риск внутритазового кровотечения, требующего гемостаза хирургическим вмешательством и проведения массивной гемотрансфузии [9,10,14]. Посмертная компьютерная томографическая ангиография показала, что риск артериального кровотечения в отличие от венозного достоверно коррелировал с тяжестью повреждений таза по классификации Tile [13]. Переломы костей таза типа С - предиктор летального исхода у пациентов с политравмой [2]. В других исследованиях значимой связи между типом перелома, видом и интенсивностью внутритазового кровотечения не выявлено. Исход в большей степени определялся тяжестью повреждения сосудов, а не типом перелома. Наличие стабильного перелома костей таза не исключало опасного кровотечения [12]. Риск артериального внутритазового кровотечения значимо выше у пациентов старше 55 лет, даже при стабильных низкоэнергетических переломах таза, что объясняется хрупкостью костей и снижением функций системы гемостаза [15]. В этой связи более полезной для прогнозирования исхода и выбора тактики лечения может быть классификация повреждений таза Всемирного общества неотложной хирургии, которая учитывает не только тип перелома по классификации Young-Burgess, но и нестабильность гемодинамики, определяемой согласно рекомендациям Advanced Trauma Life Support (ATLS) как стойкое снижение систолического артериального давления (АД) менее 90 мм рт. ст. несмотря на инфузионную терапию [16,17].

Методы остановки внутритазового кровотечения

К методам остановки внутритазового кровотечения, доказавшим свою эффективность и позволяющим быстро стабилизировать гемодинамику, значимо снизить количество гемотрансфузий и летальность, относятся внешняя фиксация, внебрюшинная тампонада и транскатетерная эмболизация артерий таза [1,18]. Хирургические вмешательства для остановки внутритазового кровотечения требуются в 34-40% случаях политравмы с переломами костей таза [9,10].

Внешняя фиксация таза останавливает кровотечение за счет стабилизации костных отломков и уменьшения объема таза. Внешняя стабилизация таза может выполняться не инвазивно с помощью стягивания таза простыней или тазовым бандажом, а также оперативно С-рамой Ганца или аппаратами внешней фиксации. Тазовые бандажи и повязки просты в применении, но менее эффективны для остановки кровотечения, могут привести к пролежням, поэтому их использование должно быть ограничено 24-48 часами. Аппаратные фиксаторы таза нередко приходится демонтировать,

так как они мешают выполнению эндоваскулярных и абдоминальных вмешательств [16,19].

Внебрюшинная тампонада таза заключается в установке тампонов в паравезикальное пространство до крестцово-подвздошных сочленений. Длительность операции тампонады значимо меньше времени выполнения ангиоэмболизации и не превышает 20 минут. Исследования на трупах показали, что внебрюшинная тампонада создает давление на стенки таза $12,3 \pm 4,5$ мм рт. ст., которое превышает венозное давление и, таким образом, эффективно для остановки кровотечения из вен и костей таза [20]. Тампонаду таза рекомендуют дополнять аппаратной внешней фиксацией, которая обеспечивает противодействие и повышает эффект тампонады [16]. Недостатками тампонады таза являются ее инвазивность, повышенный риск инфекционных осложнений, ятрогенного повреждения мочевого пузыря и уретры, необходимость повторного вмешательства для удаления тампонов через 24-48 часов [18].

Одна только внебрюшинная тампонада и/или внешняя фиксация таза не всегда эффективны для остановки внутритазового кровотечения. Необходимость выполнения ангиоэмболизации после тампонады и/или внешней фиксации таза возникает у 13-79% пациентов, что возможно связано с большей частотой артериального кровотечения при травмах таза, чем принято считать [5,21-23]. В половине таких случаев выявляется кровотечение из верхней ягодичной артерии, которое трудно остановить хирургическим вмешательством [22].

Транскатетерная ангиоэмболизация - эффективный метод остановки артериального внутритазового кровотечения [16]. Кроме того, в эксперименте на животных установлено, что неселективная эмболизация внутренних подвздошных артерий на $54 \pm 27\%$ снижает венозный кровоток во внутренних подвздошных венах, что может уменьшить кровопотерю от венозных кровотечений [24]. Ангиоэмболизация эффективна для остановки кровотечения из поврежденных артерий таза в 95-100% случаев [3,22].

В качестве наиболее важных предикторов артериального кровотечения, требующего выполнения ангиографии/ангиоэмболизации, рассматриваются тип перелома костей таза и выявление экстравазации контраста или гематомы при компьютерной томографии (КТ) таза [16,21,25]. У пациентов с нестабильными переломами костей таза значимо чаще обнаруживаются признаки артериального внутритазового кровотечения, и выполняется ангиоэмболизация [11,14,25]. Другие исследования не выявили связи между типом перелома по классификациям Tile и Young-Burgess и наличием экстравазации при КТ и ангиографии [15,26]. Вероятность выполнения ангиоэмболизации и летального исхода в 12 раз выше у пациентов с шириной гематомы более 3,35 см и повышается более чем в

два раза на каждые дополнительные 200 мл объема гематомы [26,27]. Объем гематомы в 433 мл и более имеет положительную прогностическую ценность 87-100% для выполнения эмболизации [25]. Тем не менее, многие исследования показывают, что наличие и размер очагов экстравазации контраста и объем гематомы при КТ таза не обладают достаточной точностью прогнозирования необходимости выполнения ангиоэмболизации [28]. Чувствительность выявления экстравазации контраста при КТ таза для диагностики кровотечения, требующего ангиоэмболизации, по разным данным составляет 57-80%, специфичность – 34-94%, положительная прогностическая ценность – 30-58%, отрицательная прогностическая ценность – 91-100% [15,28-31]. Экстравазация контраста из поврежденной артерии может не выявляться при КТ таза из-за артериальной гипотензии и спазма сосудов, диагностическая значимость данного признака зависит от типа томографа и протокола сканирования [28]. Частота осложнений, связанных с ангиоэмболизацией колеблется от 0% до 11% [3,18,30]. Осложнения чаще развиваются после двусторонней эмболизации внутренних подвздошных артерий. Наиболее часто встречаются некроз ягодичных мышц и кожи промежности, стойкая урологическая и эректильная дисфункции. Неселективная эмболизация внутренних подвздошных артерий увеличивает до 15-20% частоту инфекционных осложнений после операций остеосинтеза таза [21,30].

Инновационным методом остановки абдоминального и внутритазового кровотечений является реанимационная эндоваскулярная баллонная окклюзия аорты (РЭБОА) - временное перекрытие просвета аорты баллонным катетером, введенным через интродьюсер, установленный в бедренной артерии. У пациентов с политравмой баллон может быть помещен в I зону (супрацелиакальную) или III зону (инфраренальную). Размещение баллона во II зоне (паранефральной) не рекомендуется из-за повышенного риска ишемии внутренних органов. В мета-анализах доказано, что РЭБОА в большей степени повышает выживаемость пациентов с внутренним кровотечением, чем реанимационная торакотомия с пережатием аорты [32].

Всемирное общество хирургов неотложной помощи и многие авторы рекомендуют рассматривать возможность выполнения РЭБОА в III зоне при травмах таза с нестабильной гемодинамикой и угрозой остановки сердца [16,33,34]. Метод РЭБОА становится компонентом стратегии «контроля повреждений» (Damage Control Resuscitation), позволяет быстро стабилизировать гемодинамику и временно поддерживать церебральную и коронарную перфузию до окончательной остановки кровотечения внешней аппаратной фиксацией, тампонадой таза или ангиоэмболизацией [34-36]. Кроме того, анализ многоцентрового реестра показал, что у 37,5% пациентов с внутритазовым кро-

вотечением, перенесших РЭБОА в III зоне, не потребовалось дополнительных вмешательств для остановки кровотечения [37].

Метод РЭБОА при внутритазовых кровотечениях применяется редко, в 2,5-14% случаев, и при наиболее тяжелых травмах. Летальность среди пациентов, перенесших РЭБОА, достигает 38-86% [6,9,34,37].

Результаты анализа эффективности РЭБОА в сравнении с другими методами остановки внутритазового кровотечения противоречивы. Внебрюшинная тампонада таза и РЭБОА в III зоне значительно улучшают гемодинамические показатели у пациентов с внутритазовым кровотечением, но среднее АД в значительно большей степени повышается после РЭБОА [38]. В экспериментах установлено, что тампонада таза, как и РЭБОА значительно увеличивает продолжительность жизни животных с переломом тазовых костей и летальным кровотечением, но РЭБОА в III зоне в большей степени уменьшает кровопотерю [39]. У пациентов, которым выполнялась РЭБОА, летальность и количество гемотрансфузий были значительно выше, но время до окончательной остановки внутритазового кровотечения и продолжительность пребывания в отделении интенсивной терапии короче, чем у пациентов, которым первично выполнялась ангиоэмболизация, внешняя фиксация или тампонада таза [1,4-6]. По другим данным летальность и количество гемотрансфузий значительно не различались независимо от того выполнялась ли первоначально РЭБОА или тампонада таза [38]. Данные показатели были значительно меньше у больных, у которых перед ангиоэмболизацией применялась РЭБОА, а не тампонада [4].

Использование РЭБОА у пациентов с переломами костей таза может приводить к тяжелым последствиям и смертельным осложнениям, частота которых составляет 7-50%. Наиболее часто встречаются тяжелый рабдомиолиз (47%), острое повреждение почек (6-34%), тромбозы и эмболии артерий нижних конечностей (7-19%) [33,34,36]. Применение РЭБОА может увеличить внутривенное кровотечение при травме груди и абсолютно противопоказано при подозрении на повреждение грудного отдела аорты [32,40].

Клинические и экспериментальные исследования показали, что при травме таза РЭБОА в I зоне, по сравнению с РЭБОА в III зоне, обеспечивает более значительное повышение систолического АД, но в большей степени увеличивает риск развития реперфузионного синдрома и смертельной полиорганной недостаточности после дефляции баллона из-за более выраженной ишемии органов и тканей [39,41,42]. Применение методик с неполной или прерывистой окклюзией аорты может уменьшить риск развития реперфузионного синдрома [16]. Продолжительность перекрытия аорты в I зоне рекомендуется ограничить 30 минутами, в III зоне допустима окклюзия до 30-60 минут [41].

Тактика применения методов интервенционной радиологии

При политравме необходимо в первую очередь диагностировать и устранить угрожающие жизни повреждения и состояния.

У больных с нестабильной гемодинамикой рекомендуют выполнять в экстренном порядке рентгенографию грудной клетки, ультразвуковое исследование по протоколу FAST (Focused assessment with sonography for trauma, FAST) или eFAST (extended FAST) для выявления признаков тампонады сердца, внутривенного и внутрибрюшного кровотечения, а также рентгенографию таза для обнаружения нестабильных травм таза. Лапароцентез может быть альтернативой FAST для диагностики внутрибрюшного кровотечения [16,17,19].

У пациентов со стабильной гемодинамикой КТ является методом выбора первичной диагностики повреждений [19]. Мультиспиральная КТ с контрастированием позволяет более точно оценить тип перелома костей таза, выявить признаки внутритазового кровотечения. Обнаружение при КТ таза экстравазации контраста считается показанием к ангиографии и эмболизации поврежденных артерий. Во многих травмоцентрах при политравме все чаще применяется КТ «всего тела» (КТВТ), включающая сканирование головы, шеи, груди и таза. Длительность исследования по современным протоколам занимает от 2 до 5 минут. Один из последних мета-анализов подтвердил, что использование КТВТ вместо тактики выборочной лучевой диагностики значительно снижает летальность при политравме [43]. Применение КТВТ безопасно у пациентов с нестабильной гемодинамикой, позволяет сократить время до установки точного окончательного диагноза и начала экстренных операций, снизить общую радиационную нагрузку [44].

Больным с нестабильной гемодинамикой, у которых при FAST или лапароцентезе выявлены признаки внутрибрюшного кровотечения, показана экстренная лапаротомия. У пациентов с нестабильной гемодинамикой, у которых исключены источники кровотечения вне таза, следует рассмотреть возможность выполнения внешней фиксации, внебрюшинной тампонады таза или ангиографии/эмболизации [16,19,23]. Многие авторы в таких случаях настоятельно рекомендуют первоначально применять аппаратную наружную фиксацию и/или тампонаду таза, поскольку в большинстве случаев кровотечения при травме таза венозное. Ангиографию/ангиоэмболизацию предусматривают для пациентов, у которых, несмотря на внешнюю стабилизацию и/или тампонаду таза, сохраняется нестабильность гемодинамики [21,23]. Последний мета-анализ не выявил значимого различия летальности при сравнении групп пациентов с нестабильной гемодинамикой, которым первично применялась тампонада таза или незамедлительная ангиоэмболизация. В слу-

чаях невозможности без задержки выполнить ангиографию и эмболизацию применение экстренной тампонады с внешней фиксацией таза значительно сокращало время до остановки кровотечения, в среднем на 1,5 часа, снижало количество гемотрансфузий и летальность [18]. У пациентов с травмой таза выявлена положительная взаимосвязь между временем от поступления в травмоцентр до ангиоэмболизации и летальностью, которая значительно увеличивалась при превышении 30-минутного порога задержки эмболизации [45,46]. В связи с этим начинать гемостаз с ангиоэмболизации рекомендуют у пациентов со стабильной гемодинамикой и при возможности ее выполнить менее чем за 60 минут после поступления в травмоцентр [19,21].

Необходимость выполнения ангиографии/эмболизации следует также рассмотреть у пациентов, у которых гемодинамика стабилизировалась после операций, но при КТ таза выявлена экстравазация контраста. Если после ангиоэмболизации гемодинамика остается нестабильной и имеются признаки продолжающегося кровотечения, рекомендуется внешняя стабилизация и/или внебрюшинная тампонада таза, если они не выполнялись ранее, или повторная ангиография/ангиоэмболизация [16].

Неселективную одно- или двустороннюю эмболизацию внутренних подвздошных артерий рекомендуют применять только у пациентов с нестабильной гемодинамикой, при выявлении нескольких источников кровотечения или при неудачной попытке селективной эмболизации [19].

Возможность применения РЭБОА необходимо рассмотреть у пациентов с систолическим АД ниже 70 мм рт. ст., которое не стабилизируется инфузионной терапией и внешней не инвазивной фиксацией таза [35]. Если при FAST/eFAST отсутствуют признаки гемоперитонеума, окклюзия аорты выполняется в III зоне, при наличии признаков внутрибрюшного кровотечения баллон раздувается в I зоне, чтобы уменьшить кровотечение из органов брюшной полости и таза перед лапаротомией [32,41,42]. В случае сохранения гипотензии после РЭБОА нужно исключить другие источники кровотечения, включая внутригрудное. Если систолическое АД стабилизируется на уровне выше 120 мм рт. ст. и источник кровотечения неясен, выполняется КТ груди, живота и таза. Дефляция баллона во время исследования позволяет лучше визуализировать экстравазацию контраста и определить источники кровотечения, но, если систолическое АД при этом падает ниже 90 мм рт. ст., сканирование следует проводить с раздутым баллоном [41].

В травмоцентрах I уровня все большее распространение получает гибридная операционная, в которой пациентам с политравмой возможно выполнять реанимационные мероприятия, КТ, операции и эндоваскулярные вмешательства без необходимости перемещения

пациента. Оказание помощи больным с травмой таза в гибридной операционной значительно сокращает время до остановки кровотечения, повышает шансы на выживание, снижает количество гемотрансфузий, дней вентиляции легких, уменьшает частоту инфекционных осложнений [47,48].

Заключение

Методы эндоваскулярной хирургии (ангиоэмболизация и РЭБОА) не противопоставляются и не исключают применения внебрюшинной тампонады и внешней фиксации таза для остановки внутритазового кровотечения при политравме с повреждениями таза. Выбор методов гемостаза и алгоритм их применения определяются степенью нарушений гемодинамики, наличием угрожающих жизни сочетанных повреждений, данными лучевой диагностики, техническими и логистическими ресурсами травмоцентра.

Транскатетерная эмболизация артерий таза показана при выявлении признаков артериального кровоте-

чения с помощью КТ таза и ангиографии. У пациентов с нестабильной гемодинамикой ангиоэмболизацию допустимо применять при возможности выполнить ее не позднее 30-60 минут после выявления внутритазового кровотечения, в противном случае следует использовать внебрюшинную тампонаду и/или внешнюю фиксацию таза.

Метод РЭБОА может послужить важным компонентом стратегии «контроля повреждений» и мостом к применению методов окончательной остановки абдоминального и внутритазового кровотечений у пациентов с нестабильной гемодинамикой и систолическим АД ниже 70 мм рт. ст. Размещение баллона в III зоне аорты оптимально для остановки внутритазового кровотечения.

Выполнение экстренных операций и эндоваскулярных вмешательств в условиях гибридной операционной является перспективной стратегией, позволяющей улучшить результаты лечения политравмы с повреждениями таза за счет сокращения времени до остановки кровотечения. ■

Список литературы/References

1. Matsumoto S, Funabiki T, Hayashida K, et al. Effectiveness and usage trends of hemorrhage control interventions in patients with pelvic fracture in shock. *World. J. Surg.* 2020; 44(7): 2229-2236. <https://doi.org/10.1007/s00268-020-05441-1>
2. Martínez F, Alegret N, Carol F, et al. Pelvic fracture in the patient with multiple injuries: factors and lesions associated with mortality. *Emergencias.* 2018; 30(2): 91-97.
3. Awwad A, Dhillon PS, Ramjas G, et al. Trans-arterial embolisation (TAE) in haemorrhagic pelvic injury: review of management and mid-term outcome of a major trauma centre. *CVIR Endovasc.* 2018; 1(1): 32. <https://doi.org/10.1186/s42155-018-0031-3>
4. Asmar S, Bible L, Chehab M, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta vs pre-peritoneal packing in patients with pelvic fracture. *J. Am. Coll. Surg.* 2021; 232(1): 17-26.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2020.08.763>
5. Mikdad S, van Erp IAM, Moheb ME, et al. Pre-peritoneal pelvic packing for early hemorrhage control reduces mortality compared to resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in severe blunt pelvic trauma patients: a nationwide analysis. *Injury.* 2020; 51(8): 1834-1839. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.06.003>
6. Duchesne J, Costantini TW, Khan M, et al. The effect of hemorrhage control adjuncts on outcome in severe pelvic fracture: a multi-institutional study. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2019; 87(1): 117-124. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002316>
7. Ciechanowicz D, Samojsło N, Kozłowski J, et al. Incidence and etiology of mortality in polytrauma patients: an analysis of material from Multitrauma Centre of the University Teaching Hospital no 1 in Szczecin, over a period of 3 years (2017-2019). *Pol. Przegl. Chir.* 2020; 92(4): 1-6. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.1127>
8. Fu CY, Chan SY, Wang SY, et al. The effect of angioembolization for life-threatening retroperitoneal hemorrhage in patients with pelvic fracture. *Am. J. Emerg. Med.* 2019; 37(4): 603-607. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.06.043>
9. Coleman JR, Moore EE, Vintimilla DR, et al. Association between Young-Burgess pelvic ring injury classification and concomitant injuries requiring urgent intervention. *J. Clin. Orthop. Trauma.* 2020; 11(6): 1099-1103. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2020.08.009>
10. Costantini TW, Coimbra R, Holcomb JB, et al. Pelvic fracture pattern predicts the need for hemorrhage control intervention-Results of an AAST multi-institutional study. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2017; 82(6): 1030-1038. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001465>
11. Abboud AE, Boudabbous S, Anderegg E, et al. Incidence rate and topography of intra-pelvic arterial lesions associated with high-energy blunt pelvic ring injuries: a retrospective cohort study. *BMC Emerg. Med.* 2021; 21(1): 75. <https://doi.org/10.1186/s12873-021-00470-y>
12. Wu YT, Cheng CT, Tee YS, et al. Pelvic injury prognos-

sis is more closely related to vascular injury severity than anatomical fracture complexity: the WSES classification for pelvic trauma makes sense. *World J. Emerg. Surg.* 2020; 15(1): 48.

<https://doi.org/10.1186/s13017-020-00328-x>

13. Hussami M, Grabherr S, Meuli RA, Schmidt S. Severe pelvic injury: vascular lesions detected by ante- and post-mortem contrast medium-enhanced CT and associations with pelvic fractures. *Int. J. Legal Med.* 2017; 131(3): 731-738.

<https://doi.org/10.1007/s00414-016-1503-4>

14. Dreizin D, Goldmann F, LeBedis C, et al. An automated deep learning method for Tile AO/OTA pelvic fracture severity grading from trauma whole-body CT. *J. Digit. Imaging.* 2021; 34(1): 53-65.

<https://doi.org/10.1007/s10278-020-00399-x>

15. Do AS, Childs BR, Gael S, Vallier HA. Contrast blush on CT is a poor predictor of active bleeding on pelvic angiography. *OTA Int.* 2018; 1(3): e009.

<https://doi.org/10.1097/OI9.000000000000009>

16. Coccolini F, Stahel PF, Montori G, et al. Pelvic trauma: WSES classification and guidelines. *World J. Emerg. Surg.* 2017; 12: 5.

<https://doi.org/10.1186/s13017-017-0117-6>

17. American College of Surgeons. Advanced trauma life support, 10th edition. Chicago: American College of Surgeons, Committee on Trauma. 2018; 474.

18. Bugaev N, Rattan R, Goodman M, et al. Preperitoneal packing for pelvic fracture-associated hemorrhage: A systematic review, meta-analysis, and practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *Am. J. Surg.* 2020; 220(4): 873-888.

<https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2020.05.037>

19. Incagnoli P, Puidupin A, Ausset S, et al. Early management of severe pelvic injury (first 24 hours). *Anaesth. Crit. Care Pain Med.* 2019; 38(2): 199-207.

<https://doi.org/10.1016/j.accpm.2018.12.003>

20. Sato Y, Sekine K, Shibusawa T, et al. Effect of retroperitoneal pelvic packing on pelvic cavity pressure: a cadaveric study. *Orthopedics.* 2017; 40(6): e947-e951.

<https://doi.org/10.3928/01477447-20170918-01>

21. Hundersmarck D, Hietbrink F, Leenen LPH, Heng M. Pelvic packing and angio-embolization after blunt pelvic trauma: a retrospective 18-year analysis. *Injury.* 2021; 52(4): 946-955.

<https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.11.039>

22. Lustenberger T, Störmann P, Eichler K, et al. Secondary angio-embolization after emergent pelvic stabilization and pelvic packing is a safe option for patients with persistent hemorrhage from unstable pelvic ring injuries. *Front Surg.* 2020; 7: 601140.

<https://doi.org/10.3389/fsurg.2020.601140>

23. Burlew CC, Moore EE, Stahel PF, et al. Preperitoneal pelvic packing reduces mortality in patients with life-threatening hemorrhage due to unstable pelvic fractures. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2017; 82(2): 233-242.

<https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001324>

24. Sherman NC, Williams KN, Hennemeyer CT, et al. Effects of nonselective internal iliac artery angioembolization on pelvic venous flow in the swine model. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2021; 91(2): 318-324.

<https://doi.org/10.1097/TA.0000000000003190>

25. Dreizin D, Bodanapally U, Boscak A, et al. CT Prediction Model for Major Arterial Injury after Blunt Pelvic Ring Disruption. *Radiology.* 2018; 287(3): 1061-1069.

<https://doi.org/10.1148/radiol.2018170997>

26. Lee HJ, No HK, Choi NJ, et al. The size of pelvic hematoma can be a predictive factor for angioembolization in hemodynamically unstable pelvic trauma. *Ann. Surg. Treat. Res.* 2020; 98(3): 146-152.

<https://doi.org/10.4174/ast.2020.98.3.146>

27. Dreizin D, Zhou Y, Chen T, et al. Deep learning-based quantitative visualization and measurement of extraperitoneal hematoma volumes in patients with pelvic fractures: Potential role in personalized forecasting and decision support. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2020; 88(3): 425-433.

<https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002566>

28. Yoshikawa S, Shiraishi A, Kishino M, et al. Predictive ability and interobserver reliability of computed tomography findings for angioembolization in patients with pelvic fracture. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2018; 84(2): 319-324.

<https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001697>

29. Moon SN, Pyo JS, Kang WS. Accuracy of contrast extravasation on computed tomography for diagnosing severe pelvic hemorrhage in pelvic trauma patients: a meta-analysis. *Medicina.* 2021; 57(1): 63.

<https://doi.org/10.3390/medicina57010063>

30. Lai CY, Tseng IC, Su CY, et al. High incidence of surgical site infection may be related to suboptimal case selection for non-selective arterial embolization during resuscitation of patients with pelvic fractures: a retrospective study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020; 21(1): 335.

<https://doi.org/10.1186/s12891-020-03372-5>

31. Dreizin D, Liang Y, Dent J, et al. Diagnostic value of CT contrast extravasation for major arterial injury after pelvic fracture: A meta-analysis. *Am. J. Emerg. Med.* 2020; 38(11): 2335-2342.

<https://doi.org/10.1016/j.ajem.2019.11.038>

32. Castellini G, Gianola S, Biffi A, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in patients with major trauma and uncontrolled haemorrhagic shock: a systematic review with meta-analysis. *World J. Emerg. Surg.* 2021; 16(1): 41.

<https://doi.org/10.1186/s13017-021-00386-9>

33. Coccolini F, Ceresoli M, McGreevy DT, et al. Aortic balloon occlusion (REBOA) in pelvic ring injuries: preliminary results of the ABO Trauma Registry. *Updates Surg.* 2020; 72(2): 527-536.

<https://doi.org/10.1007/s13304-020-00735-4>

34. Pieper A, Thony F, Brun J, et al. Resuscitative

endovascular balloon occlusion of the aorta for pelvic blunt trauma and life-threatening hemorrhage: A 20-year experience in a level I trauma center. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2018; 84(3): 449-453.

<https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001794>

35. Millán M, Ordoñez CA, Parra MW, et al. Hemodynamically unstable non-compressible penetrating torso trauma: a practical surgical approach. *Colomb. Med.* 2021; 52(2): e4024592.

<https://doi.org/10.25100/cm.v52i2.4592>

36. Рева В.А., Семенов Е.А., Петров А.Н., Самохвалов И.М. Реанимационная эндоваскулярная баллонная окклюзия аорты (РЭБОА): первый опыт одного травмоцентра. *Диагностическая и интервенционная радиология.* 2019; 13(4): 27-35.

Reva VA, Semenov EA, Petrov AN, Samokhvalov IM. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA): first experience of one trauma-center. *Diagnosticheskaya i interventsionnaya radiologiya.* 2019; 13(4): 27-35 [In Russ].

<https://doi.org/10.25512/DIR.2019.13.4.03>

37. Harfouche M, Inaba K, Cannon J, et al. Patterns and outcomes of zone 3 REBOA use in the management of severe pelvic fractures: Results from the AAST Aortic Occlusion for Resuscitation in Trauma and Acute Care Surgery database. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2021; 90(4): 659-665.

<https://doi.org/10.1097/TA.0000000000003053>

38. Frassini S, Gupta S, Granieri S, et al. Emergency management of pelvic bleeding. *J. Clin. Med.* 2021; 10(1): 129.

<https://doi.org/10.3390/jcm10010129>

39. Do WS, Forte DM, Sheldon RR, et al. Preperitoneal balloon tamponade and resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta: Alternatives to open packing for pelvic fracture-associated hemorrhage. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2019; 87(1): 18-26.

<https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002266>

40. Maruhashi T, Minehara H, Takeuchi I, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta may increase the bleeding of minor thoracic injury in severe multiple trauma patients: a case report. *J. Med. Case Rep.* 2017; 11(1): 347.

<https://doi.org/10.1186/s13256-017-1511-0>

41. Magee GA, Fox CJ, Moore EE. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in pelvic ring fractures: the Denver Health protocol. *Injury.* 2021; 52(10): 2702-2706.

<https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.01.044>

42. Johnson NL, Wade CE, Fox EE, et al. Determination of optimal deployment strategy for REBOA in patients with non-compressible hemorrhage below the diaphragm. *Trauma Surg. Acute Care Open.* 2021; 6(1): e000660.

<https://doi.org/10.1136/tsaco-2020-000660>

43. Chidambaram S, Goh EL, Khan MA. A meta-analysis of the efficacy of whole-body computed tomography imaging in the management of trauma and injury. *Injury.* 2017; 48(8): 1784-1793.

<https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.06.003>

44. Ordoñez CA, Parra MW, Holguin A, et al. Whole-body computed tomography is safe, effective and efficient in the severely injured hemodynamically unstable trauma patient. *Colomb. Med.* 2020; 51(4): e4054362.

<https://doi.org/10.25100/cm.v51i4.4362>

45. Aoki M, Abe T, Matsumoto S, et al. Delayed embolization associated with increased mortality in pelvic fracture with hemodynamic stability at hospital arrival. *World J. Emerg. Surg.* 2021; 16(1): 21.

<https://doi.org/10.1186/s13017-021-00366-z>

46. Matsushima K, Piccinini A, Schellenberg M, et al. Effect of door-to-angioembolization time on mortality in pelvic fracture: every hour of delay counts. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2018; 84(5): 685-692.

<https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001803>

47. Loftus TJ, Croft CA, Rosenthal MD, et al. Clinical impact of a dedicated trauma hybrid operating room. *J. Am. Coll. Surg.* 2021; 232(4): 560-570.

<https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2020.11.008>

48. Ito K, Nagao T, Tsunoyama T, et al. Hybrid emergency room system improves timeliness of angioembolization for pelvic fracture. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2020; 88(2): 314-319.

<https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002544>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

ШАПКИН ЮРИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ – [ORCID: 0000-0003-0186-1892]

д.м.н., проф., заведующий кафедрой общей хирургии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского»

СЕЛИВЕРСТОВ ПАВЕЛ АНДРЕЕВИЧ – [ORCID: 0000-0002-3416-0470]

к.м.н., доцент кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского»

СТЕКОВНИКОВ НИКОЛАЙ ЮРЬЕВИЧ – [ORCID: 0000-0002-1407-8744]

к.м.н., доцент кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского»

Конфликт интересов, информация о клинической базе и финансировании

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.