

## Translation of *Pelvic trauma: WSES classification and guidelines*

### Травма таза: классификация и клинические рекомендации Всемирного общества неотложной хирургии WSES

Federico Coccolini,<sup>1\*</sup> Philip F. Stahel,<sup>2</sup> Giulia Montori,<sup>1</sup> Walter Biffi,<sup>3</sup> Tal M. Horer,<sup>4</sup> Fausto Catena,<sup>5</sup> Yoram Kluger,<sup>6</sup> Ernest E. Moore,<sup>7</sup> Andrew B. Peitzman,<sup>8</sup> Rao Ivatury,<sup>9</sup> Raul Coimbra,<sup>10</sup> Gustavo Pereira Fraga,<sup>11</sup> Bruno Pereira,<sup>11</sup> Sandro Rizoli,<sup>12</sup> Andrew Kirkpatrick,<sup>13</sup> Ari Leppaniemi,<sup>14</sup> Roberto Manfredi,<sup>1</sup> Stefano Magnone,<sup>1</sup> Osvaldo Chiara,<sup>15</sup> Leonardo Solaini,<sup>1</sup> Marco Ceresoli,<sup>1</sup> Niccolò Allievi,<sup>1</sup> Catherine Arvieux,<sup>16</sup> George Velmahos,<sup>17</sup> Zsolt Balogh,<sup>18</sup> Noel Naidoo,<sup>19</sup> Dieter Weber,<sup>20</sup> Fikri Abu-Zidan,<sup>21</sup> Massimo Sartelli,<sup>22</sup> Luca Ansaloni<sup>1</sup>

<sup>1</sup>General, Emergency and Trauma Surgery, Papa Giovanni XXIII Hospital, Bergamo, Italy; <sup>2</sup>Department of Orthopedic Surgery and Department of Neurosurgery, Denver Health Medical Center and University of Colorado School of Medicine, Denver, CO, USA; <sup>3</sup>Acute Care Surgery, The Queen's Medical Center, Honolulu, HI, USA; <sup>4</sup>Department of Cardiothoracic and Vascular Surgery & Department of Surgery Örebro University Hospital and Örebro University, Örebro, Sweden; <sup>5</sup>Emergency and Trauma Surgery, Maggiore Hospital, Parma, Italy; <sup>6</sup>Division of General Surgery Rambam Health Care Campus Haifa, Haifa, Israel; <sup>7</sup>Trauma Surgery, Denver Health, Denver, CO, USA; <sup>8</sup>Surgery Department, University of Pittsburgh, Pittsburgh, Pennsylvania, USA; <sup>9</sup>Virginia Commonwealth University, Richmond, VA, USA; <sup>10</sup>Department of Surgery, UC San Diego Health System, San Diego, USA; <sup>11</sup>Faculdade de Ciências Médicas (FCM) – Unicamp, Campinas, SP, Brazil; <sup>12</sup>Trauma & Acute Care Service, St Michael's Hospital, Toronto, ON, Canada; <sup>13</sup>General, Acute Care, Abdominal Wall Reconstruction, and Trauma Surgery Foothills Medical Centre, Calgary, AB, Canada; <sup>14</sup>Abdominal Center, University Hospital Meilahti, Helsinki, Finland; <sup>15</sup>Emergency and Trauma Surgery, Niguarda Hospital, Milan, Italy; <sup>16</sup>Digestive and Emergency Surgery, UGA-Université Grenoble Alpes, Grenoble, France; <sup>17</sup>Harvard Medical School, Division of Trauma, Emergency Surgery and Surgical Critical Care Massachusetts General Hospital, Boston, MA, USA; <sup>18</sup>Department of Traumatology, John Hunter Hospital and University of Newcastle, Newcastle, NSW, Australia; <sup>19</sup>Department of Surgery, University of KwaZulu-Natal, Durban, South Africa; <sup>20</sup>Department of General Surgery, Royal Perth Hospital, Perth, Australia; <sup>21</sup>Department of Surgery, College of Medicine and Health Sciences, UAE University, Al-Ain, United Arab Emirates; <sup>22</sup>General and Emergency Surgery, Macerata Hospital, Macerata, Italy

#### Резюме

Сложные травмы таза относятся к наиболее опасным и жизнеугрожающим повреждениям, возникающим при травмах. Существуют многочисленные классификации, некоторые из которых основаны на механизме повреждения, некоторые – на морфологии повреждений, а некоторые сфокусированы на нарушении механической стабильности, требующей хирургической фиксации. Тем не менее, оптимальная тактика лечения должна учитывать гемодинамический статус пациента, анатомическое нарушение функции тазового кольца и наличие сочетанных повреждений. Лечение пациентов с травмой таза направ-

лено на окончательное восстановление гомеостаза и нормальной патофизиологии, связанной с механической стабильностью тазового кольца. Следовательно, лечение повреждений таза должно быть основано на мультидисциплинарном подходе и, в конечном счете, на физиологии пациента и анатомии повреждения. В данной статье представлена классификация повреждений таза и клинические рекомендации, разработанные Всемирным обществом неотложной хирургии WSES.

#### Ключевые слова

Таз, травма, лечение, рекомендации, механизм, повреждение, ангиография, эндоваскулярная баллонная окклюзия аорты (ЭВБОА), аортальная баллонная окклюзия

Source: this paper is an abridged translation of: Coccolini F, Stahel PF, Montori G, *et al.* Pelvic trauma: WSES classification and guidelines. World J Emerg Surg 2017;12:5, DOI 10.1186/s13017-017-0117-6.

Acknowledgements: this paper was translated by Dr. Victor Reva, Sergei Kirov Military Medicine Academy, Saint Petersburg, Russia. E-mail: vrev@mail.ru

Licensee PAGEPress, Italy

Journal of Peritoneum (and other serosal surfaces) Translations: 86

This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License (by-nc 4.0) which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited.

(АБО), внебрюшинная тампонада таза, внешняя фиксация, внутренняя фиксация, рентгенография, переломы тазового кольца.

## Введение

Травма таза представляет собой одну из сложнейших проблем в хирургии повреждений, а ее встречаемость составляет 3% от общего числа повреждений опорно-двигательного аппарата [1–4]. Переломы костей таза обычно встречаются у молодых пациентов и характеризуются высокой общей суммой баллов по шкале тяжести травм ISS (от 25 до 48 баллов) [3]. Летальность остается высокой, в особенности у пациентов с нестабильной гемодинамикой, вследствие быстрого обескровливания, сложности достижения гемостаза и наличия сопутствующих повреждений [1, 2, 4, 5]. В связи с этим мультидисциплинарный подход является ключевым аспектом в проведении интенсивной терапии, остановке кровотечения и лечении переломов костей, что особенно важно в первые часы после травмы. В лечении травм таза круглосуточно должны принимать участие специалисты в хирургии повреждений, травматологи, интервенционные радиологи, анестезиологи, реаниматологи и урологи [6, 7].

По настоящее время ни одни клинические рекомендации, посвященные решению данной проблемы, не были опубликованы. Отмечено отсутствие взаимосвязи между видом анатомического повреждения тазового кольца и физиологическим состоянием пациента. Более того, за последние десятилетия лечение повреждений таза претерпело существенные изменения со значительным улучшением результатов за счет совершенствования методов диагностики и лечения. Для определения оптимальной тактики лечения анатомический характер повреждения должен быть дополнен гемодинамическим статусом пациента и наличием сочетанных повреждений. Анатомическое описание повреждения тазового кольца является фундаментальным при выборе алгоритма лечения, но не определяющим фактором. Действительно, в клинической практике первые тактические решения принимают, как правило, на основании данных о клиническом состоянии и наличии сочетанных повреждений и в меньшей степени на основании повреждения тазового кольца. В конечном счете, лечение повреждений таза требует оценки анатомии повреждения и вызванных травм физиологических нарушений.

В статье представлена классификация повреждений таза Всемирного общества неотложной хирургии и рекомендации по лечению.

Цель данной статьи – представить классификацию повреждений таза и клинические рекомендации, разработанные Всемирным обществом неотложной хирургии WSES.

Во Всемирное общество неотложной хирургии WSES входят хирурги со всего мира. Данная классификация и положения рекомендаций имеют целью определить направления в лечении травмы таза, принимая во внимание тот факт, что существуют альтернативные доступные алгоритмы лечения. В реальности, как уже указывалось в других рекомендациях, не все хирурги работают в одинаковых условиях и обладают одинаковым оборудованием и доступными технологиями [8].

## Примечания к применению рекомендации

Рекомендации являются научно обоснованными с классом рекомендации, подтвержденным доказательствами. В Рекомендациях описаны диагностические и лечебные подходы к оптимальному оказанию помощи при повреждениях таза. Практические рекомендации, обнародованные в данной работе, не являются стандартом в клинической практике. Они помогают сформировать план действий, основываясь на лучших из доступных доказательствах и единогласном заключении экспертов, однако, они не исключают применение других подходов, существующих в рамках стандартных алгоритмов. К примеру, их не стоит использовать для того, чтобы добиться строго следования конкретному методу лечения. Такой метод должен быть окончательно определен с учетом условий конкретного медицинского учреждения (уровень квалификации, опыт, оснащение и т.д.) и характеристики каждого пациента. Тем не менее, ответственность за исход лечения несут врачи, принимающие непосредственное участие в лечении, а не группа экспертов.

## Методы

С целью оценки основных проблем, связанных с гемодинамикой и нарушением механики при лечении травмы таза, были сформулированы восемь конкретных вопросов:

1. Какие основные диагностические мероприятия необходимо проводить перед началом лечения гемодинамически нестабильной травмы таза?
2. Какова роль тазового пояса при гемодинамически нестабильных переломах таза?
3. Какова роль эндоваскулярной баллонной окклюзии аорты (ЭВБОА) при гемодинамически нестабильной травме таза?
4. Каким пострадавшим с нестабильными переломами тазового кольца требуется выполнение внебрюшинной тампонады таза?
5. Каковы показания к наружной фиксации костей таза у пациентов с гемодинамически нестабильными переломами тазового кольца?
6. Каким пациентам с гемодинамически нестабильными переломами тазового кольца необходимо выполнять эмболизацию сосудов?
7. Каковы показания к окончательной хирургической фиксации переломов тазового кольца?
8. Каков наиболее оптимальный временной промежуток (окно) для выполнения окончательной внутренней фиксации костей таза?

Библиографический поиск проводился в базах данных MEDLINE, SCOPUS, EMBASE за период времени с января 1980 по декабрь 2015 гг. по сочетанию ключевых слов посредством употребления союзов «И/ИЛИ»: таз, тазовый, повреждения, травма, реанимация, крестцовый, костные винты, переломы, наружная фиксация, внутренняя фиксация, передняя и задняя фиксация, нестабильность/стабильность гемодинамики, тампонада, лобковый симфиз, ангиоэмболизация, тазовый пояс, аортальный, баллон, окклюзия, реанимационный, определенный, стабилизация. Ограничений в параметрах поиска не было. Временной промежуток изучения был выбран из учета полноценного доступа к клиническим исследованиям, согласительной конференции, сравнительным исследованиям, конгрессам,

клиническим рекомендациям, государственным изданиям, многоцентровым исследованиям, систематическим обзорам, мета-анализам, большим сериям клинических случаев, оригинальным статьям, рандомизированным контролируемым исследованиям. Клинические случаи и малые серии клинических случаев были исключены. Не было найдено ни одного рандомизированного контролируемого исследования. Обзоры, представленные в виде описания, также подвергались анализу с целью выявления подходящих исследований. Схема отбора литературы представлена на рис. 1. Оценку уровня доказательности (УД) проводили по системе GRADE [9] (Таб. 1).

Обсуждение данных клинических рекомендаций проводили по дельфийскому методу. Группа экспертов в определенной области под руководством главного координатора контактировали независимо друг от друга для выражения научно обоснованного заключения по разным вопросам лечения повреждений таза с нестабильностью гемодинамики и механической нестабильностью. Структуру травмы таза подразделяли на гемодинамически и механически стабильную и нестабильную травму. Проводилось изучение консервативных и хирургических методов лечения всех сочетаний данных состояний.

Главный координатор систематизировал различные ответы, собранные в первом раунде обсуждения и составлял первый проект заключения, который пересматривался каждым членом расширенной группы экспертов независимо друг от друга. Затем главный координатор вводил определенные поправки, коррекции и замечания. Окончательная версия, по которой был достигнут консенсус, составила данные опубликованные рекомендации.

### Механизм повреждений

Перелом костей таза происходит вследствие высокоэнергетической травмы, являющейся основным механизмом повреждения. К такой травме относятся падения с высоты, спортивные травмы, дорожно-транспортные происшествия (пешеход, мотоциклист, велосипедист), прижатие пострадавшего транспортным средством [1, 5]. От 10 до 15% пациентов с переломами костей таза поступают в приемное отделение (отделение скорой помощи стационара) в состоянии шока, и треть из них умирает с летальностью, достигающей по последним данным 32% [10]. Причинами смерти, в большинстве случаев, служат неконтролируемое кровотечение и истощение физиологических возможностей организма.

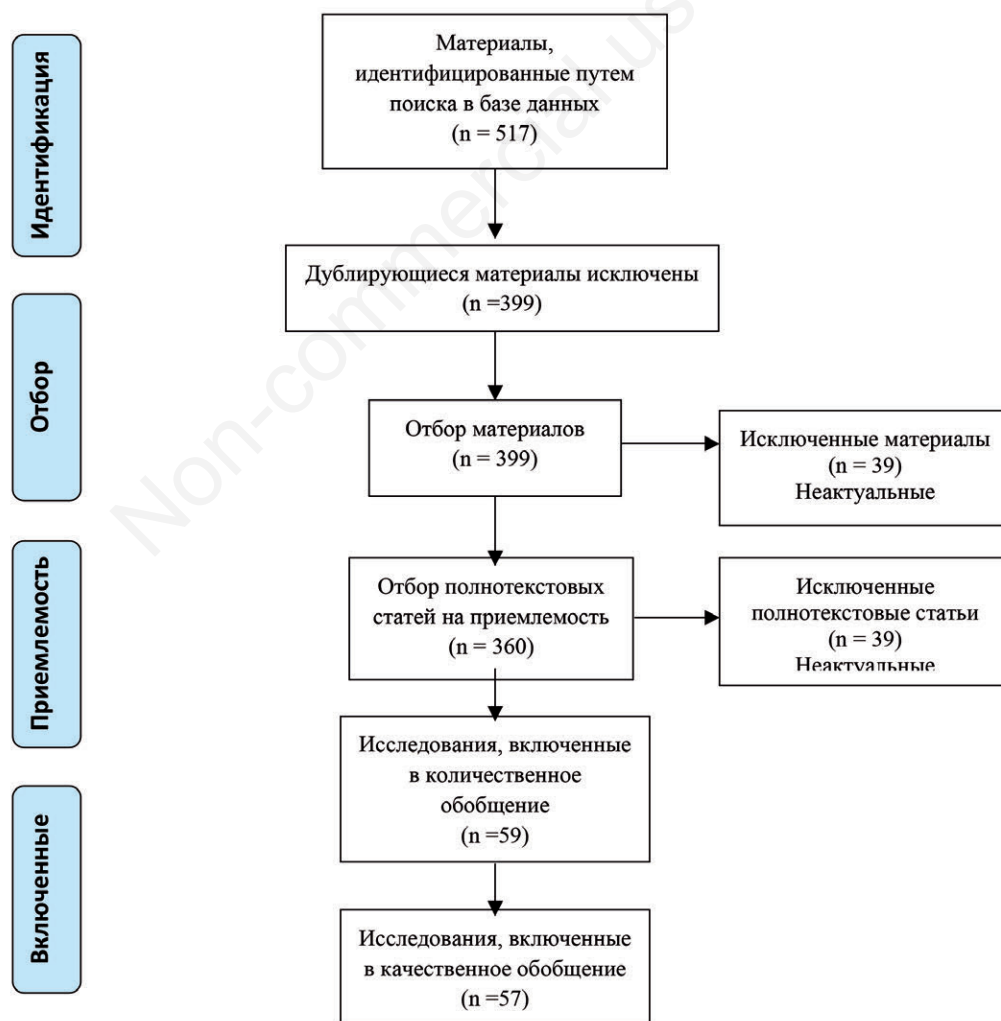


Рисунок 1. Блок-схема PRISMA.

## Анатомия таза и анатомия повреждений таза

Тазовое кольцо представляет собой замкнутое костное пространство, в котором находятся органы мочеполовой системы, прямая кишка, сосуды и нервы. Кровотечения при переломах костей таза в 80% случаев – венозные и в 20% – артериальные [7, 11]. К основным венозным стволам, являющимися источниками кровотечения, относятся пресакральное венозное сплетение и вены предпузырного пространства. Из артерий в большинстве случаев повреждаются передние ветви внутренней подвздошной артерий, половая и запирающая артерия спереди, верхняя ягодичная и латеральная крестцовая артерия сзади [7, 11]. Еще одной причиной кровотечения являются сами переломы костей [1]. В зависимости от того или иного типа перелома костей таза вероятность кровотечения разная. Прямой связи между типом перелома таза и кровотечением не существует, однако, по данным ряда иссле-

дований, при некоторых видах переломов, таких как APC-III, чаще возникает необходимость в большем объеме трансфузии [12]. Часть кровотечений происходит собственно из зоны перелома, что было наглядно продемонстрировано в работах, начиная с 1973 г. Необходимость в фиксации костей таза путем их репозиции была доказана Huittinen с соавт. [13]. При тяжелых травмах вероятность сочетанных торако-абдоминальных повреждений составляет 80%. Встречаются и другие сопутствующие повреждения, такие как повреждение мочевого пузыря, мочеиспускательного канала (1,6-25%), влагалища, нервов, сфинктерного аппарата и прямой кишки (18-64%), мягких тканей (до 72% случаев). При наличии гематомы промежности или обширных повреждений мягких тканей следует особенно пристально обращать внимание на возможность указанных выше повреждений [1, 3, 14]. Лечение таких пациентов должно осуществляться на основе мультидис-

**Таблица 1. Система оценки уровня доказательности и уровня рекомендации GRADE**

Уровень рекомендации	Анализ соотношения риск/польза	Качество подтверждающей доказательной базы	Значение
1A Сильная рекомендация, доказательство высокого качества	Польза заметно перевешивает риск, или наоборот	РКИ без значимых ограничений или безоговорочные доказательства в рамках обсервационных	Сильная рекомендация, применяется в отношении большинства пациентов в разных обстоятельствах, безоговорочно исследований
1B Сильная рекомендация, доказательство среднего качества	Польза заметно перевешивает риск, или наоборот	РКИ со значимыми ограничениями (противоречивые результаты, методологические изъяны, опосредованный анализ или неточные заключения) или исключительная сила доказательств, полученных в ходе обсервационных исследований	Сильная рекомендация, применяется в отношении большинства пациентов в разных обстоятельствах, безоговорочно
1C Сильная рекомендация, доказательство слабого или очень слабого качества	Польза заметно перевешивает риск, или наоборот	Обсервационные исследования или серии клинических случаев	Сильная рекомендация, которая может быть изменена при доступности доказательства более высокого качества
2A Слабая рекомендация, доказательство высокого качества	Польза и риск равнозначны	РКИ без значимых ограничений или безоговорочные доказательства в рамках обсервационных исследований	Слабая рекомендация, эффективность принимаемого решения зависит от пациента, условий лечения и социальных условий
2B Слабая рекомендация, доказательство среднего качества	Польза и риск равнозначны	РКИ со значимыми ограничениями (противоречивые результаты, методологические изъяны, опосредованный анализ или неточные заключения) или исключительная сила доказательств, полученных в ходе обсервационных исследований	Слабая рекомендация, эффективность принимаемого решения зависит от пациента, условий лечения и социальных условий
2C Слабая рекомендация, доказательство слабого или очень слабого качества	Неопределенность в оценке пользы, риска; польза и риск могут быть равнозначны	Обсервационные исследования или серии клинических случаев	Очень слабая рекомендация; альтернативные методы лечения могут быть в равной мере целесообразны и заслуживают внимания

циплинарного подхода в сотрудничестве со смежными специалистами. Важно, что во избежание последствий, связанных с повреждением мочеиспускательного канала или контаминацией каловыми массами при повреждениях кишки, показано выполнение ряда процедур, таких как надлобковая катетеризация мочевого пузыря, колостомия с хирургической обработкой раны, санацией и дренированием, а также профилактическое назначение антибиотиков [1]. Несмотря на то, что эти виды повреждений следует всегда иметь в виду, главной целью остается гемодинамическая и механическая стабилизация тазового кольца.

### Патофизиология повреждений

Повреждения на уровне тазового кольца нарушают целостность кольца как такового с последующим увеличением объема полости малого таза. Увеличение объема, особенно при повреждениях по типу «открытой книги», сопряженное с повреждением мягких тканей и сосудов, способствует усилению кровотечения в забрюшинное пространство путем уменьшения эффекта «биологической тампонады» (полость малого таза может вместить до нескольких литров крови), и может приводить к нарушениям гемодинамики [7, 15]. Ключевым моментом в лечении тяжело пострадавших и пациентов с кровотечением является раннее распознавание и коррекция вызванной травмой (травма-индуцированной) коагулопатии. Интенсивная терапия, направленная на устранение физиологических нарушений и внезапную активацию и деактивацию некоторых прокоагулянтных и антикоагулянтных факторов, приводит к возникновению этого состояния, часто оказывающегося смертельным. Применение протокола массивной гемотрансфузии является основой лечения пациентов с кровотечением. Как было четко продемонстрировано в литературе, при назначении препаратов крови, факторов свертывания и других лекарственных средств следует руководствоваться определенным подходом, основанным на комплексной оценке системы гемостаза пациента [16–22]. Некоторые авторы определяют нормальное состояние гемодинамики как отсутствие потребности в инфузионной терапии или гемотрансфузии для поддержания артериального давления (АД), а также отсутствие признаков гипоперфузии; с другой стороны, стабильность гемодинамики – это состояние, при котором достигается постоянное АД или улучшение показателей на фоне инфузионной терапии с достижением АД >90 мм рт.ст. и пульса <100 уд. в мин. [23]; гемодинамическая нестабильность – это состояние, при котором систолическое АД пострадавшего на момент поступления <90 мм рт.ст. или >90 мм рт.ст., но требующее болюсной инфузии/трансфузии и/или инотропных препаратов и/или значение дефицита оснований (BD) при поступлении >6 ммоль/л и/или шоковый индекс >1 [24, 25] и/или необходимость в трансфузии не менее 4–6 доз эритроцитарной взвеси в первые 24 часа [5, 16, 26]. «Продвинутый» протокол оказания помощи при травме (Advanced Trauma Life Support (ATLS)) определяет «нестабильность» гемодинамики пациента по следующим признакам: АД <90 мм рт.ст. и пульс >120 уд. в мин., признаки вазоконстрикции кожи (холодные, влажные кожные покровы, сниженный капиллярный ответ), нарушение сознания и/или одышка [26]. Настоящая классификация и рекомендации используют определения, предложенные ATLS. Некоторые авторы высказывались о том, что такие

факторы, как разрыв крестцово-подвздошного сочленения, женский пол, длительность гипотонии, значение гематокрита 30% и менее, пульс 130 уд. в мин и более, перелом запирающего кольца со смещением, расхождение лобкового симфиза, могут служить хорошими предикторами массивного внутритазового кровотечения [2, 15, 27]. Однако, к сожалению, тяжесть кровопотери не всегда зависит от типа повреждения, а между степенью повреждения, выявленного с помощью лучевых методов, и потребности в экстренной остановке кровотечения существует слабая корреляция [7, 15, 28].

### Классификация Всемирного общества неотложной хирургии WSES

Анатомия повреждения тазового кольца не является определяющим в тактике лечения травм таза. Подразделение травм таза на легкие, средней тяжести и тяжелые основано на анатомической классификации (компрессия в передне-заднем направлении APC; боковая компрессия LC; вертикальное смещение VS; комбинированный механизм CM) и, что особенно важно, на состоянии гемодинамики. Как уже отмечалось, по определению ATLS к признакам нестабильности гемодинамики относятся: АД <90 мм рт.ст., пульс >120 уд. в мин, признаки вазоконстрикции кожи (холодные, влажные кожные покровы, замедление капиллярного ответа), нарушение сознания и/или одышка [26].

Согласно классификации Всемирного общества неотложной хирургии WSES повреждения тазового кольца подразделяются на 3 класса:

- *Легкие* (WSES I степени), включающие в себя гемодинамически и механически стабильные повреждения;
- *Средней тяжести* (WSES II, III степени), включающие в себя гемодинамически стабильные и механически нестабильные повреждения;
- *Тяжелые* (WSES IV степени), включающие в себя гемодинамически нестабильные повреждения независимо от механической стабильности.

Классификация, представленная в табл. 2, учитывает классификацию Young-Burgees (рис. 2), гемодинамический статус и сочетанные повреждения.

#### *Легкие травмы таза:*

- *WSES I степени* (следует выделять курсивом и жирным шрифтом, т.к. представляет собой другую классификацию) включает APC-I, LC-I, гемодинамически стабильные переломы тазового кольца.

#### *Травмы таза средней степени тяжести:*

- *WSES II степени* включает APC II-III и LC II-III гемодинамически стабильные переломы тазового кольца.
- *WSES III степени* включает VS и CM гемодинамически стабильные переломы тазового кольца.

#### *Тяжелые травмы таза:*

- *WSES IV степени* включает любые гемодинамически нестабильные повреждения тазового кольца.

На основании настоящей классификации Всемирное общество неотложной хирургии WSES определяет алгоритм лечения травм таза, изображенный на рис. 3.

### Основные принципы и краеугольные камни в лечении травм таза

Лечение повреждений таза, как и для всех пациентов с политравмой, требует, ко всему прочему, особого акцента на физиологии; принимаемые решения могут быть более

эффективными при комплексной оценке анатомии, механических последствий травмы и их физиологических проявлений. В повседневной клинической практике первые решения принимаются на основе оценки клинического состояния пострадавшего и наличия сочетанных повреждений и в меньшей степени на основе повреждения тазового кольца. Первоочередной целью лечения травмы является восстановление нарушенной физиологии. Основными задачами адекватного лечения травм таза являются остановка кровотечения и стабилизация гемодинамики, восстановление возможных коагуляционных нарушений, механической целостности и стабильности тазового кольца, а также предотвращение развития осложнений (септических, со стороны органов мочеполового тракта, кишечника, сосудов, сексуальной дисфункции, нарушений ходьбы); и в конечном счете окончательная стабилизация таза.

**Рекомендации по диагностике травмы таза**

- *Время от момента поступления в приемное отделение (отделение скорой помощи стационара) до окончательной остановки кровотечения должно быть минимизировано с целью улучшения исходов лечения пациентов с гемодинамически нестабильными переломами костей таза [УД 2А].*
- *Сывороточный лактат и дефицит оснований являются чувствительными диагностическими маркерами, позволяющими оценить степень травматического и геморрагического шока, а также позволяющими мони-*

- торировать ответную реакцию на проводимую интенсивную терапию [УД 1В].*
- *Пострадавшим с механически и гемодинамически нестабильными переломами костей таза рекомендовано выполнение рентгенографии таза и расширенного протокола УЗИ (eFAST) в отделении скорой помощи, что позволяет выявить повреждения, требующие ранней стабилизации таза, ранней ангиографии, принятия неотложных мер по восстановлению целостности таза, а также требующие выполнения лапаротомии [УД 1В].*
- *Пострадавшим с травмой таза с нормальной или стабильной гемодинамикой следует применять дополнительные методы диагностики в виде мультиспиральной КТ с внутривенным введением контраста для исключения внутритазового кровотечения [УД 1В].*
- *КТ-сканирование с трехмерной реконструкцией изображения костей снижает риск повреждения мягких тканей во время выполнения инвазивных процедур, риск неврологических нарушений после фиксации переломов, общее время операции, дозу облучения и снижает требуемый уровень хирургических навыков [УД 1В].*
- *При наличии клинически выявленной гематомы промежности и повреждений костей таза, выявленных по данным рентгенографии, рекомендовано выполнение ретроградной уретрографии и/или уретроцистографии с контрастным КТ-сканированием [УД 1В].*
- *При обоснованном подозрении на повреждение прямой кишки обязательно выполнение пальцевого исследования промежности и ректального обследования [УД 1В].*

**Таблица 2. Классификация повреждений таза Всемирного общества неотложной хирургии WSES (\*: у пациентов с нестабильной гемодинамикой и нарушением механической стабильности при отсутствии других повреждений и патологических КТ-признаков может возникнуть необходимость в экстренной установке аппарата внешней фиксации. LC: Боковое сдавление, APC: Сдавление в передне-заднем направлении, VS: Вертикальный сдвиг, CM: Комбинированное повреждение, NOM: Неоперативное лечение, OM: Оперативное лечение, РЕВОА: Эндовазкуляряная баллонная окклюзия аорты)**

	Степень повреждения	Классификация Young-Burgees	Гемодинамика	Механическая стабильность	Компьютерная томография	Первоочередное лечение
ЛЕГКИЕ	I степени	APC I – LC I	Стабильная	Стабилен	Да	NOM (неоперативное лечение)
СРЕДНЕЙ ТЯЖЕСТИ	II степени	LC II/III, APC II/III	Стабильная	Нестабилен	Да	Тазовый пояс на месте происшествия ± Ангиоэмболизация (при экстравазации на КТ) Операция: Передняя рамка внешней фиксации*
	III степени	VS, CM	Стабильная	Нестабилен	Да	Тазовый пояс на месте происшествия ± Ангиоэмболизация (при экстравазации на КТ) Операция: Установка С-рамы*
ТЯЖЕЛЫЕ	IV степени	Любой тип повреждения	Нестабильная	Любой вид	Нет	Тазовый пояс на месте происшествия Внебрюшинная тампонада таза ± Механическая фиксация ± ЭВБОА ± Ангиоэмболизация

- В случае положительных данных ректального обследования рекомендуется выполнить проктоскопию [УД 1С].

Стратегия диагностического поиска в протившоковой палате должна быть стандартизирована и оптимизирована для того, чтобы избежать напрасного промедления в окончательной остановке кровотечения. Было показано, что время от момента получения травмы до доставки в операционную имеет обратную корреляционную связь с выживаемостью пострадавших с внутритазовым кровотечением [29].

К чувствительным **лабораторным маркерам** продолжающегося кровотечения относятся показатели сывороточного лактата и дефицита оснований, полученные при анализе газов артериальной крови [29]. И наоборот, уровень гемоглобина и гематокрита не является чувствительным в раннем выявлении выраженности травматического шока [29]. Так как пациенты с травматическим шоком и коагулопатией, развившейся вследствие нестабильной травмы тазового кольца, имеют значимо более высокую посттравматическую летальность [16], наличие коагулопатии должно быть выявлено в ранние сроки путем выполнения таких тестов, проводимых у постели больного, как тромбоэластография (ТЭГ) или ротационная тромбоэластометрия (РОТЭМ). Эти тесты позволяют осуществлять целевую интенсивную терапию с использованием компонентов крови и улучшают цифры выживаемости после травмы [17, 19–22]. В первую очередь оценка травмы таза должна основываться на механизме травмы (особенно в случае высокоэнергетической травмы, чаще встречающейся при механических травмах) и данных физикального обследования, направленного на поиск деформации тазового кольца и его нестабильности, тазовой или промежностной гематомы или ректального/уретрального кровотечения [1]. Маневр Lelly (тест нагрузки на

тазовое кольцо) может оказаться полезным в оценке стабильности тазового кольца, однако его следует выполнять с осторожностью, так как иногда происходит усиление кровотечения ввиду смещения отломков костей. В случае гемодинамической нестабильности, особенно при механической травме, рентгенография груди и таза и расширенный вариант ориентировочного ультразвукового исследования при травме (eFAST) выполняют в соответствии с протоколом ATLS. Рентгенографию груди и eFAST выполняют для того, чтобы исключить другие источники кровотечения в полости груди и живота [1, 7, 30, 31]. Рекомендации Восточной ассоциации хирургии повреждений (EAST) [2] указывают на то, что eFAST не обладает достаточной чувствительностью в исключении диагноза тазового кровотечения, однако, этот метод можно считать подходящим для исключения необходимости в лапаротомии нестабильным пострадавшим.

**Рентгенография таза (РТ)** у гемодинамически нестабильных пострадавших помогает идентифицировать жизнеугрожающее повреждение тазового кольца [18, 32, 33]. Важно отметить, что ее выполнение не должно приводить к отсрочке в выполнении мероприятий, направленных на коррекцию жизнеугрожающих последствий. Уровни чувствительности и специфичности этого метода диагностики достаточно низкие (50-68% и 98%, соответственно), а частота ложно отрицательных результатов высока (32%) [23, 34]. По этой причине некоторые авторы предлагают не выполнять рентгенографию таза у стабильных пострадавших [11, 23, 34]. Основными видами повреждений, соотносящимися с нестабильностью гемодинамики, являются переломы крестца, переломы по типу «открытой книги», а также переломы с вертикальным смещением костей таза (APC II-III, LC II-III и VS) [34]. Для точного определения морфологии повреждения принципиально необходимо

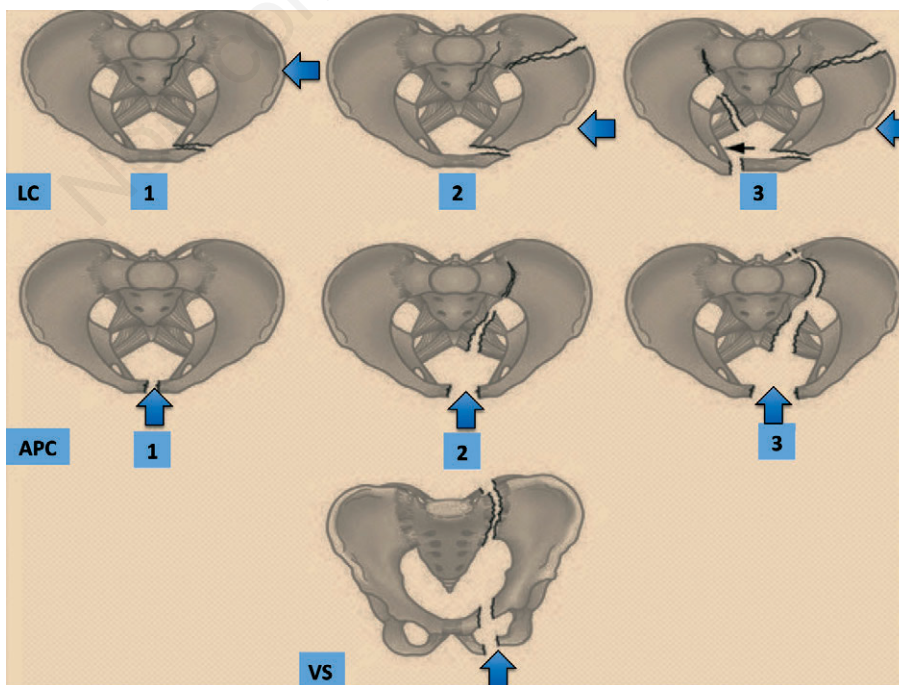
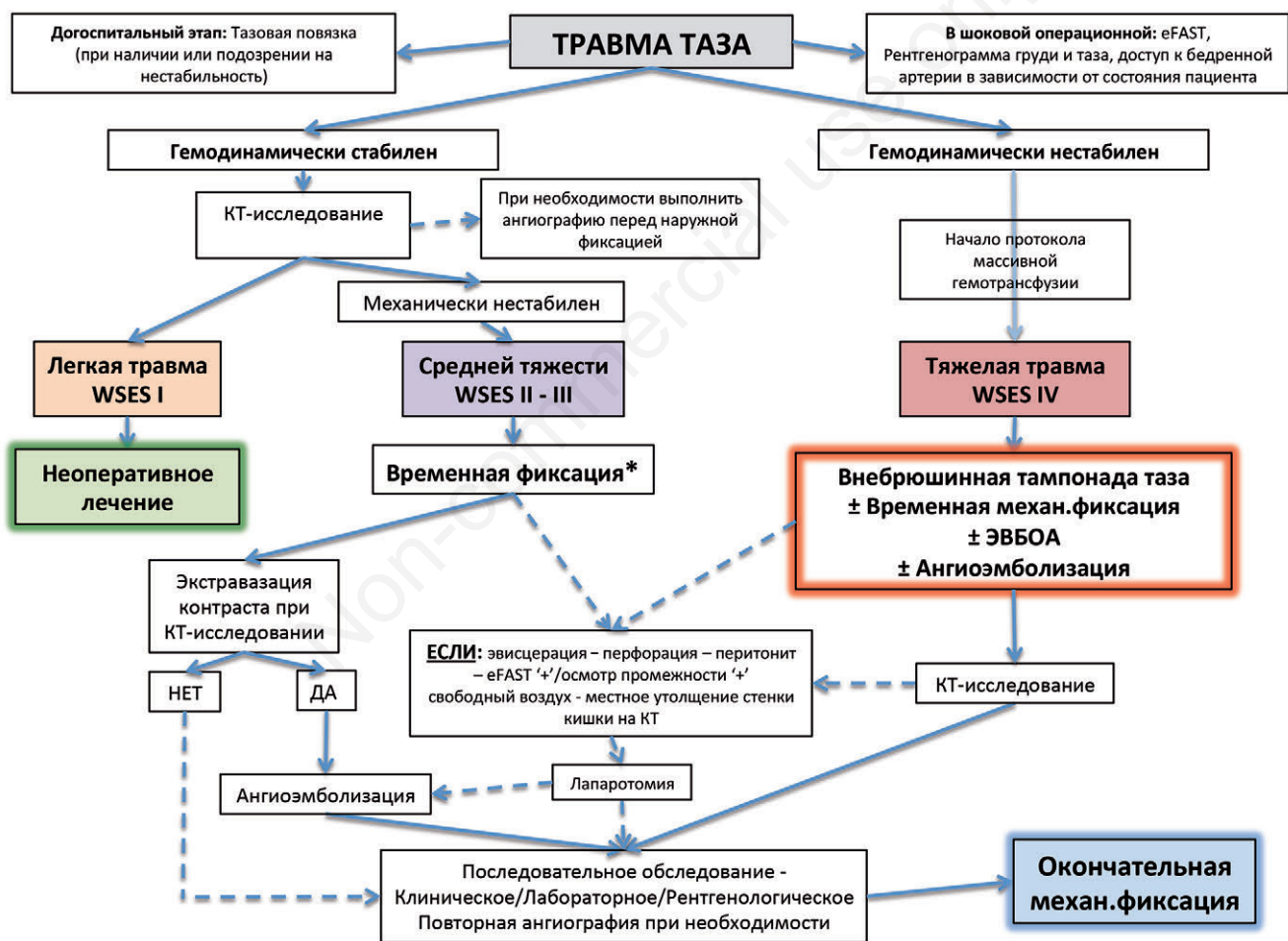


Рисунок 2. Классификация переломов костей таза по Young-Burgees.

достичь ранней стабилизации таза и как можно раньше спланировать последующий лечебно-диагностический алгоритм. Более того, РТ важна для оценки вывиха в тазобедренном суставе для того, чтобы правильно выполнить соответствующий вариант вправления [34]. Однако данные только РТ не позволяют спрогнозировать наступление летального исхода, развития кровотечения или определить необходимость в выполнении ангиографии [2]. У гемодинамически стабильных пациентов, не имеющих ни нестабильности тазового кольца, ни вывиха в тазобедренном суставе, ни положительных данных физического обследования, которым запланировано выполнение КТ, рентгенографией таза можно пренебречь [11].

По окончании первичного обследования проводят рентгенологическую диагностику. В случае нормальной или стабильной гемодинамики **компьютерная томография (КТ)** является «золотым стандартом» диагностики с чувствительностью и специфичностью по отношению к пере-

ломам костей 100% [1, 23, 34]. Двумя основными факторами, которые следует учитывать в процессе принятия правильного решения и направлении пациента для выполнения ангиографии таза, являются наличие экстравазации при внутривенном контрастировании на КТ и размер тазовой гематомы [2, 35]. КТ обладает точностью 98% в выявлении пациентов с экстравазацией, однако отсутствие экстравазации по данным КТ не всегда исключает наличие активного внутритазового кровотечения [2, 28]. При наличии тазовой гематомы объемом  $\geq 500\text{см}^3$  следует активно подозревать наличие артериального повреждения даже в случае отсутствия видимой экстравазации контраста [2]. КТ также полезно для оценки различных повреждений других органов, забрюшинного пространства, костей, но также упрощает процесс принятия решения о дальнейшем хирургическом лечении [34]. Одно из недавних исследований выступает в поддержку использования мультиспиральной КТ с трехфазным протоколом



**Рисунок 3.** Алгоритм лечения травм таза (\*: при гемодинамически стабильных и механически нестабильных переломах костей таза без других повреждений, требующих оперативного лечения, и с отрицательными данными КТ, пострадавшим можно быть выполнена окончательная механическая стабилизация. eFAST, расширенный протокол УЗИ при травме, NOM, неоперативное лечение. Стабильная гемодинамика определяется как состояние, при котором сохраняется постоянное АД или АД повышается до цифр  $>90$  мм рт.ст., и пульс  $<100$  уд. в мин после инфузии растворов. Нестабильная гемодинамика определяется как состояние при котором систолическое АД на момент поступления  $<90$  мм рт.ст. или  $>90$  мм рт.ст., но требует болюсного введения растворов или компонентов крови и/или вазопрессоров, или дефицит оснований на момент поступления  $>6$  ммоль/л, или шоковый индекс  $>1$ , или потребность в гемотрансфузии не меньше 4-6 доз эритроцитарной взвеси в течение первых 24 ч).



(артериальная, порталная фазы и сканирование с отсрочкой) и последующей цифровой субтракционной ангиографией (DSA) в случае подозрения на артериальное кровотечение, таким образом позволяя лучше выявить кровотечение или гематому [35]. Этот протокол мог бы значительно уменьшить частоту последующих вмешательств, предпринимаемых по поводу других источников кровотечения [35].

**КТ с трехмерной реконструкцией костей** помогает уменьшить объем повреждения тканей во время инвазивной процедуры, уменьшая труд медицинского персонала и ускоряя время реабилитации пациента [36]. Chen с коллегами сообщили хорошие показатели позиционирования винтов в 93,8% случаев после трехмерной КТ-реконструкции томограммы, особенно у пациентов с переломами крестца и разрывом крестцово-подвздошного сочленения [36]. Такой подход также позволяет снизить число неврологических расстройств после хирургической фиксации, время операции и облучения.

В 7-25% случаев переломов тазового кольца повреждается нижний отдел мочевыводящих путей и уретры. Однако, диагностика поврежденной уретры достаточно сложна при первичной оценке и около 23% таких повреждений пропускают [14]. Клинические симптомы, свидетельствующие о повреждении уретры, - это гематома промежности/мошонки, поступление крови из наружного отверстия мочеиспускательного канала, высокое расположение простаты или невозможность ее пальпации при ректальном исследовании, наличие нестабильных переломов таза. Введение трансуретрального катетера без других предварительных исследований у пациентов с повреждением таза может быть сопряжено с тяжелыми последствиями: либо по типу острого полного разрыва уретры, либо по типу формирования хронической стриктуры, импотенции и недержания мочи [14]. По этой причине рекомендации ATLS, Всемирной организации здравоохранения и некоторые авторы [14] предложили выполнять **ретроградную уретрограмму (РУГ)** перед катетеризацией уретры. РУГ рекомендована в случае наличия местных клинических симптомов или если имеются признаки разрыва на обзорной РТ, особенно при наличии тяжелого повреждения мягких тканей, смещения костных отломков или множественных переломов [14]. В случае положительного результата РУГ или в случае, когда имеется высокая степень подозрения на повреждение уретры, рекомендована эпицистостомия с отсроченной цистографией [14]. Магнитно-резонансное исследование кажется многообещающим в распознавании типа повреждения и может быть эффективным способом в комбинации с РУГ или в качестве альтернативы РУГ, но только у стабильных пациентов [14]. Однако, последовательность выполнения РУГ и **уретроцистограммы с контрастной КТ** не определена [2]. Выполнение РУГ до КТ может увеличить частоту неопределенного или ложноотрицательного результата КТ [2]. По этой причине, когда гемодинамический статус позволяет в случае подозрения на повреждение уретры, рекомендовано отсроченное контрастное КТ-сканирование с урологическим исследованием [2].

Высокая встречаемость аноректальных повреждений (18-64%) требует тщательного исследования ано-ректальной области. В первую очередь **промежностное и ректальное пальцевое исследование** должно быть выполнено для выявления наличия крови, оценки слабости стенки прямой кишки и невозможности пропальпиро-

вать простату. В случае положительного ректального исследования следует серьезно подумать о выполнении **жесткой проктоскопии** [3].

Классификация Tile и классификация Young-Burgees (Рис. 2) являются наиболее часто используемыми при повреждениях тазового кольца. Эти классификации основаны на направлении сил, вызывающих перелом и соответствующей нестабильности таза с выделением четырех видов повреждения: латеральная компрессия (LC), передне-задняя компрессия (APC) (наружная ротация), вертикальное смещение (VS), комбинированный механизм (CM) [12]. Классификация Young-Burgees больше подходит для специалистов, с другой стороны вторая выглядит легче запоминаемой и более практичной.

### Роль тазового пояса в лечении гемодинамически нестабильных переломов таза

- *Применение неинвазивной внешней компрессии таза рекомендовано в качестве раннего средства стабилизации тазового кольца и снижает объем тазового кровотечения в начальной фазе интенсивной терапии [УД 1А].*
- *Тазовые пояса более эффективны для остановки тазового кровотечения, чем обертывание простыней [УД 1С].*
- *Неинвазивные внешние тазовые компрессирующие устройства должны быть сняты как только это становится возможным с физиологической точки зрения, и заменены аппаратом внешней фиксации или окончательной стабилизацией таза, если это показано [УД 1В].*
- *Тазовые пояса следует позиционировать с осторожностью у беременных женщин и пожилых пациентов [УД 2А].*
- *У пациентов с наложенным тазовым поясом, когда это возможно, раннее перемещение с транспортного щита существенно снижает вероятность появления пролежней [УД 1А].*

Тазовый пояс (ТП) может быть как «импровизированным» (например, простынь), так и коммерческим (таким как T-POD® (Bio Cybernetics International, La Verne, CA, USA), SAM-Sling® (SAM Medical Products, Newport, OR, USA), Pelvi Binder® (Pelvic Binder Inc., Dallas, TX, USA)). Сегодня в соответствии с протоколом ATLS, ТП следует накладывать перед механической фиксацией костей таза, когда имеются признаки перелома тазового кольца [26]. Для того чтобы правильно наложить ТП следует обернуть его вокруг больших вертелов и лобкового симфиза и, стягивая его, зафиксировать перелом таза и свести нижние конечности, что позволяет уменьшить внутренний объем таза. Коммерческие тазовые пояса более эффективны для остановки тазового кровотечения, чем импровизированные [36]. Однако в условиях ограниченных ресурсов или при отсутствии коммерческих устройств, импровизированный тазовый пояс может быть эффективен и безопасен.

ТП является неинвазивным устройством с хорошим соотношением «цена-эффективность», которое может быть использовано врачами и очевидцами событий во время выполнения манипуляций по стабилизации пострадавших, особенно в ближайшем периоде оказания помощи и на догоспитальном этапе [1, 28, 37]. Иногда ТП может быть использован в качестве промежуточного этапа перед окончательной механической стабилизацией у пациентов со стабильной гемодинамикой и механической нестабильностью без каких-либо других повреждений, требующих устранения, и с отрицательным результатом КТ-сканирования; этим пациентам во многих случаях

можно непосредственно выполнять окончательную механическую стабилизацию. Биомеханические исследования на трупах показали эффективное снижение объема таза и положительный эффект в плане остановки кровотечения [38–41]. Эти данные были подтверждены *in vivo* [42–44]. Рекомендации по лечению травм таза Восточной ассоциации хирургии повреждений США (EAST), включающие данные из крупного ретроспективного исследования Гросе с соавт., рекомендовали использовать ТП для сведения нестабильного тазового кольца [2, 42]. Вероятно, изолированное использование ТП не приводит к уменьшению летальности [2, 42]. Авторы сообщили о снижении количества введенных доз крови с 17,1 до 4,9 ( $p=0,0001$ ) в течение первых 24 ч, и с 18,6 до 6 доз спустя 48 ч у пациентов, которым применялись аппараты внешней фиксации и ТП, соответственно [42]. Однако сравнивая ТП с аппаратом внешней фиксации у пациентов с переломами в зоне крестцово-подвздошного сочленения, Krieg с соавт. выявили большую потребность в гемотранфузии в первые 24 и 48 ч у пациентов, которым выполнена внешняя фиксация [43].

Если пояс не снят вскоре после наложения и если наложен с чрезмерным усилием, то могут развиваться некоторые осложнения: ТП не следует оставлять на срок более 24–48 ч. Некрозы кожи и пролежни могут развиваться после постоянного нахождения ТП в течение свыше 2–3 ч с давлением превышающим 9,3 кПа [40]. Поскольку в настоящее время долгосрочный эффект тазового пояса остается невыясненным, включая потенциальный риск осложнений со стороны мягких тканей от длительной компрессии [45], общей рекомендацией является снятие тазового пояса настолько быстро, насколько это возможно [26], и рассмотрение вопроса о замене пояса наружной фиксацией таза.

У пожилых пациентов даже небольшая травма может привести к тяжелым переломам костей таза и кровотечению вследствие хрупкости костей и ослаблению функции регуляторных систем, проявляющейся в виде вазоспазма [46]. Переломы по типу латеральной компрессии встречаются наиболее часто, и такие переломы обычно не смещены. Вероятно, по этой причине ангиография имеет большой гемостатический эффект по сравнению с ТП [44].

Даже у беременных женщин таз может быть сведен с внутренней ротацией ног и правильным позиционированием ТП [47].

### Роль эндоваскулярной баллонной окклюзии аорты (ЭВБОА) при переломах тазового кольца с нестабильной гемодинамикой

- Реанимационная торакотомия с пережатием аорты представляет собой неотложное мероприятие временной остановки кровотечения у пациентов в критическом состоянии с продолжающимся посттравматическим кровотечением, не реагирующих на проводимую интенсивную терапию [УД 1А].
- ЭВБОА может служить обособленной инновационной альтернативой пережатию аорты [УД 2В].
- У гемодинамически нестабильных пациентов с подозрением на внутритазовое кровотечение (систолическое АД <90 мм рт.ст. или отсутствие ответа на прямое переливание компонентов крови), ЭВБОА в зоне III следует рассматривать в качестве временной меры перед окончательным лечением [УД 2В].
- У пациентов с тяжелой травмой и подозрением на травму таза, артериальный сосудистый доступ через

бедренную артерию (т.е. введение интродьюсера 5 Fr) можно рассматривать в качестве первого шага для возможного выполнения ЭВБОА [УД 2С].

- Частичную ЭВБОА и/или перемежающуюся ЭВБОА следует рассматривать для уменьшения времени окклюзии и ишемического повреждения [УД 2С].

Эндоваскулярная баллонная окклюзия аорты (ЭВБОА) в последние годы стала рассматриваться в качестве альтернативы неотложной реанимационной торакотомии у гемодинамически нестабильных пострадавших [48–51]. Использование ЭВБОА и других эндоваскулярных и гибридных методов лечения травм (EVTM) учащается по всему миру в общей структуре оказания помощи при различных повреждениях, включая внутритазовое кровотечение, и сейчас является частью алгоритмов оказания помощи и рекомендаций в крупных травмоцентрах [6, 48–50, 52–58]. Несколько ретроспективных публикаций о применении ЭВБОА при оказании помощи при травмах было недавно опубликовано японскими авторами, где ЭВБОА широко используется на протяжении последних 10–15 лет, но лишь несколько сообщений посвящены внутритазовому кровотечению и ЭВБОА [53, 57, 59, 60]. Однако метод сам по себе как метод остановки кровотечения широко использовался в эндоваскулярной хирургии под именем «баллонной окклюзии аорты» (АБО) [61–64]. ЭВБОА определяют как «промежуточное звено перед операцией» и при тазовом кровотечении рассматривают как альтернативу реанимационной торакотомии с последующей открытой операцией или ангиоэмболизацией (или оба метода) для окончательной остановки кровотечения. ЭВБОА может выполняться в зоне I (над чревным стволом или в нисходящей грудной аорте) или в зоне III (инфраренально), но не в зоне II (параренально), где раздувание баллона не рекомендуется вследствие риска висцеральной ишемии органов. Представляется, что ЭВБОА в III зоне является оптимальной для остановки внутритазового кровотечения, т.к. предотвращается ишемическое воздействие на висцеральные органы и остается возможной длительная окклюзия (на срок 4–6 ч) [48, 49, 52]. Пострадавшие, однако, могут иметь множественные повреждения и неясный источник кровотечения на момент поступления, что делает проблематичным принятие решения о том, является ли окклюзия III зоны подходящей для стабилизации гемодинамики. В большинстве опубликованных случаев, ЭВБОА была сначала выполнена в I зоне, и только потом баллон перемещали в зону III. ЭВБОА позволяет увеличить систолическое АД у пациентов с кровотечением, сохраняя в то же время кровотоки в бассейне сонных и коронарных артерий, и хотя эти данные подтверждаются исследованиями на животных, в имеющейся литературе отсутствует очевидное доказательство улучшения выживаемости [49, 65–68]. При этом кто-то может посчитать, что опубликованные случаи применения ЭВБОА являются комбинацией различных механизмов развития кровотечения и различных источников кровотечения, поскольку отсутствует достаточная доказательная база о применении метода при изолированных тазовых кровотечениях [57, 59]. Свежие данные из исследований AORTA, ABO Trauma Registry и DIRECT IABO демонстрируют предварительные результаты в пользу применения метода у пострадавших в целом, и некоторые доказательства, свидетельствующие о том, что ЭВБОА в зоне III, частичная ЭВБОА и перемежающаяся ЭВБОА могут оказывать положительный эффект на частоту

выживаемости [54]. Вероятно, ЭВБОА в зоне III имеет определенный смысл, такой как выигрыш во времени путем временной стабилизации гемодинамики для принятия стратегического решения о дальнейшей хирургической тактике. Метод также дает время как для инфузионной терапии, так и для подготовки к вмешательствам по остановке кровотечения (хирургия/ангиография или гибридные процедуры) [49, 52, 54, 69]. ЭВБОА существенно зависит от наличия функционирующего доступа к бедренной артерии, и его ранняя установка может обладать существенной ценностью [52, 70]. ЭВБОА по поводу внутритазового кровотечения у гемодинамически нестабильных пациентов имеет преимущество минимально инвазивной процедуры с меньшей метаболической и хирургической нагрузкой на пострадавшего, но эти данные базируются только на мнении экспертов и данных экспериментов на животных, а не на прочных клинических доказательствах [66, 68, 71–74]. Хотя частота использования ЭВБОА существенно возрастает по всему миру, особенно в США, несмотря на недостаток доказательств высокого качества, требуются данные проспективных исследований и РКИ. Следует учитывать два важных фактора при использовании ЭВБОА по поводу внутритазового кровотечения:

- сосудистый доступ для ЭВБОА. Именно функциональный доступ к бедренной артерии должен быть налажен в первую очередь, и по-прежнему остается вопросом, кто будет его выполнять, на каком этапе и в каком месте это следует делать. Основное правило состоит в том, чтобы это делал только квалифицированный и опытный персонал; с другой стороны, однако, любой хирург, который работает в ОРИТ или выполняет сосудистые операции, также может справиться с этим. В конце концов, следует иметь в виду, что наличие артериальной линии привносит некоторые дополнительные аспекты в лечение: с одной стороны, когда интродьюсер установлен, он должен быть подсоединен к какой-либо соответствующей другой линии (т.е. для инфузии, мониторинга, и т.д.), с другой стороны, это также обеспечивает наиболее точные показатели АД.
- предположительная локализация источника кровотечения является ключевым моментом в определении зоны раздувания баллона. Утверждают, что для остановки тазового кровотечения зона III является предпочтительной [48, 49, 52].

Кроме того существует ряд существенных ограничений по выполнению ЭВБОА. Как уже указывалось, ЭВБОА является только временным решением, и этот метод должен сопровождаться окончательной остановкой кровотечения. Одной из основных проблем ЭВБОА является повреждение органов вследствие ишемии-реперфузии с последующим развитием полиорганной недостаточности, которая может быть предотвращена сокращением времени окклюзии аорты, применением перемежающейся ЭВБОА (iREBOA), окклюзии III зоны и новых методов, таких как описанная ранее частичная ЭВБОА (pREBOA) [67, 75, 76].

Выполнение ЭВБОА не лишено рисков. В ходе выполнения манипуляций на гемодинамически нестабильном пациенте в противошоковой операционной, достижение чрескожного или открытого хирургического доступа к бедренной артерии или доступа под ультразвуковым наведением может занять много времени. Сосудистые повреждения могут иметь место при тяжелых повреждениях таза, или также могут произойти у пожилых пациен-

тов с кальцинированными сосудами, и сегодня большинство специалистов по лечению травм оставляют ЭВБОА только для пациентов в критическом состоянии, с множественными источниками кровотечения, в качестве «моста» к применению окончательной операции тактики *damage control*.

В конечном счете новая развивающаяся концепция лечения травм с применением эндоваскулярных и гибридных вмешательств (EVTM), которая предусматривает ранний сосудистый доступ к артерии, ЭВБОА, ангиоэмболизацию и имплантацию стент-графтов для остановки кровотечения с применением гибридных (открытых и эндоваскулярных) процедур. Эта концепция рассматривает применение всех вышеперечисленных методов в раннем лечении пострадавших и в конечном счете может обуславливать необходимость наличия сосудистого хирурга в бригаде, оказывающей помощь пациентам с политравмой [52, 69, 70].

### Роль внебрюшинной тампонады таза при гемодинамически нестабильных переломах костей таза

- Пострадавших с гемодинамической нестабильностью, обусловленной переломами костей таза, следует рассматривать как кандидатов для выполнения им внебрюшинной тампонады таза, особенно в стационарах, не имеющих ангиографической службы [УД 1С].
- Прямая внебрюшинная тампонада таза представляет собой эффективное хирургическое средство ранней остановки кровотечения у пострадавших с гипотонией и разрывами тазового кольца, сопровождающимся тазовым кровотечением [УД 1В].
- Внебрюшинную тампонаду таза следует выполнять в сочетании со стабилизацией таза для того, чтобы добиться максимально эффективной остановки кровотечения [УД 2А].
- Пострадавших с нестабильной гемодинамикой, обусловленной переломами костей таза, и продолжающимся кровотечением после ангиографии следует всегда рассматривать на предмет внебрюшинной тампонады таза [УД 2А].
- Внебрюшинная тампонада таза является эффективным средством остановки кровотечения при обусловленной переломами костей таза нестабильности гемодинамики у пациентов, которым предварительно была наложена передняя рамка аппарата внешней фиксации или С-рама [УД 2А].

Основным источником острого забрюшинного кровотечения у пациентов с гемодинамически нестабильными переломами костей тазового кольца является венозное кровотечение, имеющееся в 80-90% всех случаев. Кровотечение происходит из пресакральных и паравезикальных венозных сплетений и из кровоточащих поверхностей губчатых костей в зоне переломов крестца, подвздошной кости и крестцово-подвздошного сочленения [77]. Только в 10-20% случаев источником внутритазового кровотечения являются поврежденные артерии [77]. Артериальное кровотечение может являться причиной нестабильности гемодинамики, несмотря на механическую стабилизацию таза [78]. Более того, артериальное кровотечение почти в 100% случаев сопровождается венозным кровотечением [46, 79]. Так как венозное кровотечение не может быть остановлено путем ангиоэмболизации, некоторые исследования показали, что традиционный, пропаган-

дируемый ATLS, подход к лечению гемодинамически нестабильных травм таза путем эмболизации сосудов приводит к плохим результатам с уровнем летальности, превышающим 40% [80, 81]. Представление о преимущественно венозном характере забрюшинного кровотечения обуславливает рациональный подход в виде внебрюшинной тампонады таза для неотложной хирургической остановки кровотечения [4, 82].

Внебрюшинная тампонада таза (ВТТ) в последние годы стала основной операцией по остановке внутритазового кровотечения у пациентов с гемодинамической нестабильностью. Сообщается, что ВТТ является быстрым и легко выполнимым вмешательством [4, 79], которое может быть выполнено как в условиях операционной, так и в протившоковом зале [4]. При достаточном опыте ВТТ выполняется в течение 20 минут и с минимальной кровопотерей [79, 83]. Со времени первого описания техники этого вмешательства, применяемого для пациентов с повреждением тазового кольца, группами хирургов из Ганновера и Цюриха, исходы были значительно улучшены путем раннего использования методов многоэтапного хирургического лечения (*damage control*), включая временную наружную стабилизацию нестабильных переломов костей, чрезбрюшинную тампонаду таза и хирургическую остановку кровотечения [84–86].

Позднее учеными из Денвера была описана методика «прямой» предбрюшинной тампонады таза (ВТТ) с использованием определенной техники вмешательства через отдельный надлобковый срединный доступ, обеспечивающий прямой внебрюшинный доступ к ретциеву пространству [83]. Модифицированная техника ВТТ позволяет более эффективно тампонировать скрытое препитонеальное пространство тремя лапаротомными тампонами с каждой стороны от мочевого пузыря ниже пограничной линии в направлении подвздошных сосудов [79, 83, 87], без необходимости вскрытия забрюшинного пространства [82, 83]. При наличии сочетанных внутрибрюшных повреждений срединная лапаротомия может быть выполнена через отдельный доступ, расположенный проксимальнее надлобкового доступа [88]. Было показано, что выполнение тампонады таза и лапаротомии из отдельных доступов позволяет снизить риск перекрестного инфицирования, связанного с контаминацией забрюшинного пространства вследствие внутрибрюшных повреждений, и тем самым снижает риск развития инфекции после выполнения тампонады с последующей фиксацией переломов костей таза [88]. Повторная операция после ВТТ должна быть выполнена в течение 48–72 часов.

В ходе ретроспективных обсервационных исследований выявлено, что применение унифицированных мультидисциплинарных клинических протоколов, которые включают раннее хирургическое лечение (внешняя фиксация таза и прямая ВТТ) пострадавших с гипотонией, имеющих нестабильные переломы костей таза и нестабильную гемодинамику, привело к существенному уменьшению объема перелитых компонентов крови и к значимому снижению летальности [5, 6, 87]. В более поздних обсервационных исследованиях было показано, что экстраперитонеальная тампонада таза является безопасной и быстрой процедурой, связанной с существенно сниженной летальностью среди пострадавших с нестабильной гемодинамикой и переломами костей таза по сравнению с пострадавшими, получавшими стандартное лечение без тампонады таза [89–91].

При гемодинамически и механически нестабильных переломах костей таза ВТТ следует выполнять одновременно с внешней фиксацией тазового кольца [46, 56, 79]. Cothren с соавторами показали, что внешней фиксации и ВТТ может быть достаточно для остановки кровотечения у тяжело пострадавших с переломами костей таза, сообщая о том, что только у 13% пациентов в последующем была выполнена ангиоэмболизация по поводу экстравазации контраста из поврежденных артерий [82]. У пострадавших в крайне тяжелом состоянии стабилизация тазового кольца может быть быстро достигнута наложением тазового пояса. Дополнительная установка под пояс скрученных хирургических полотенец позволяет осуществить компрессию в случае повреждения крестцово-подвздошного сочленения [92].

Некоторым пациентам с продолжающимся кровотечением и/или сохраняющейся потребностью в гемотрансфузии после тампонады таза рекомендовано выполнение последующей (вторичной) ангиоэмболизации [4, 29, 56, 79, 87, 93]. Показания к ангиоэмболизации возникают в 13–20% случаев после выполнения ВТТ [56, 87, 91]. Однако, Lotterman с соавторами сообщили, что 80% пациентов, которым выполнялась ВТТ имели признаки повреждения артерий по данным ангиографии [94].

В ряде публикаций ВТТ рассматривается как альтернатива ангиографии [79, 87, 91, 93]. Некоторые работы [87, 91, 93] сравнивают использование ВТТ и ангиоэмболизации. В недавнем проспективном квази-рандомизированном исследовании Li с соавторами [91] показали, что показатель «время до выполнения процедуры» и само время выполнения процедуры были значимо меньше в группе Тампонады, чем в группе Ангиоэмболизации. Различий в объеме перелитой эритроцитной взвеси в первые 24 часа после процедуры, необходимости в дополнительных процедурах (ангиография или ВТТ), уровне летальности между группами выявлено не было [91]. В текущих протоколах по лечению травмы таза ВТТ и ангиография рассматриваются как взаимодополняющие процедуры.

### **Роль внешней фиксации таза при гемодинамически нестабильных переломах тазового кольца**

- *Внешняя фиксация таза обеспечивает жесткую временную стабильность тазового кольца и создает условия для ранней остановки внутритазового кровотечения при гемодинамически нестабильных повреждениях тазового кольца (УД 1А).*
- *Внешняя фиксация, обеспечивая надежное противодействие, требуется для стабилизации тазового кольца перед выполнением внебрюшинной тампонады таза (УД 2А).*
- *Передняя фиксационная рамка с установкой стержней надacetабулярно или в крылья подвздошных костей обеспечивает адекватную временную стабилизацию таза при повреждениях типа APC II/III и LC II/III. Установка задней тазовой C-рамы может быть показано для остановки кровотечения при вертикально нестабильных повреждениях с разрывом крестцово-подвздошного сочленения (УД 2А).*
- *Использование C-рамы противопоказано при раздробленных и трансфораминальных переломах крестца, переломах крыла подвздошной кости и при повреждениях таза типа LC (УД 2В).*

Биомеханика повреждений таза и лежащий в основе травмы механизм определяют показания к внешней фик-

сации [58, 95]. У гемодинамически нестабильных пострадавших следует временно стабилизировать повреждения тазового кольца для предотвращения дальнейшего кровотечения и для усиления эффективности других методов гемостаза, включая ангиографию и тампонаду таза [28, 46, 58, 96, 97]. Разумным обоснованием для выполнения неотложной внешней фиксации таза является: 1) уменьшение объема внутритазового пространства при повреждениях по типу «открытой книги» для снижения интенсивности кровотечения в забрюшинное пространство и 2) обеспечение стабильного противодавления установленным в таз тампоном для эффективной тампонады таза. Например, при отсутствии адекватного противодавления со стороны задних отделов таза выполнение тампонады не эффективно, поэтому перед выполнением ВТТ необходима внешняя фиксация нестабильных повреждений тазового кольца [56, 87, 98]. Технические аспекты принятия решения о выполнении внешней фиксации в варианте *damage control* при нестабильных переломах тазового кольца описаны в соответствующих руководствах [58]. По существу, определяя показания и технику внешней фиксации таза следует исходить из классификации повреждений таза Young-Burgees [58, 59]. Нестабильные травмы таза в результате переднезаднего (APC-II/APC-III) и бокового сдавления (LC-II/LC-III) необходимо фиксировать передними аппаратами с введением стержней Шанца в крылья подвздошных костей или надацетабулярно. Хотя введение стержней в крылья подвздошных костей проще, что позволяет быстро установить рамку по типу *damage control*, однако, сопротивляемость стержней Шанца, введенных в этой зоне, к вырывающим нагрузкам крайне низкая, что приводит к высокому риску нестабильности аппарата и утрате репозиции. Надацетабулярное введение стержней, наоборот, следует тщательно выполнять под рентгенологическим контролем с помощью С-дуги, но такие рамки имеют крайне высокую сопротивляемость вырывающим нагрузкам вследствие наличия прочного надацетабулярного костного коридора [58]. В отличие от ротационно-нестабильных повреждений таза типа APC и LC, травмы по типу «вертикального сдвига» (VS) лучше всего фиксировать с использованием задней С-рамы [84, 86, 100–103]. Следует отметить, что травматолог должен быть осведомлен о возможных рисках и потенциальных осложнениях, связанных с техникой установки С-рамы. Для безопасной ее установки требуется некоторый опыт, способствующий закреплению навыка [104, 105]. Использование С-рамы противопоказано при раздробленных и трансформинальных переломах крестца, переломах крыла подвздошной кости и повреждениях в результате бокового удара [58]. В связи этим во многих травмоцентрах отказались от использования С-рамы.

### **Роль ангиоэмболизации при гемодинамически нестабильных переломах костей таза**

- Ангиоэмболизация является эффективным способом остановки артериального забрюшинного тазового кровотечения (УД 1А).
- Экстравазация при КТ-исследовании и наличие внутритазовой гематомы являются наиболее важными критериями нуждаемости в ангиоэмболизации (УД 1С).
- Выполнение тазовой ангиографии/ангиоэмболизации следует предусмотреть в случае сохраняющейся нестабильности гемодинамики или подтвержденном продолжающемся кровотечении, несмотря на стаби-

лизацию костей таза, проведение агрессивной гемостатической терапии и отсутствие других внетазовых источников кровотечения (УД 2А).

- Пострадавшим с КТ-признаками экстравазации из артерий таза может быть эффективно выполнена тазовая ангиография/ангиоэмболизация независимо от их гемодинамического статуса (УД 2А).
- Тазовая ангиография/ангиоэмболизация может быть выполнена пострадавшему с признаками продолжающегося кровотечения повторно, даже если ангиография с или без ангиоэмболизации уже выполнялась, и если другие внетазовые источники кровотечения исключены (УД 2В).
- Пожилых пациентов с переломами костей таза следует рассматривать в качестве кандидатов на ангиографию/ангиоэмболизацию независимо от состояния гемодинамики (УД 2С).

С 1980-х годов было показано, что чрескожная транскатетерная ангиоэмболизация является эффективным малоинвазивным способом остановки продолжающегося кровотечения при гемодинамически нестабильных переломах костей таза [106–109]. В большинстве клинических рекомендаций ранняя ангиоэмболизация в сочетании с внешней фиксацией таза, если это показано, является основным средством остановки продолжающегося кровотечения [10, 46, 93, 110–117]. С другой стороны важно заметить, что существует множество факторов, которые чрезвычайно важны в принятии решения. Изолированное использование ангиоэмболизации сопряжено с увеличением летальности среди пациентов с внутритазовым кровотечением [118]. Летальность значительно снижается при использовании комбинированного протокола, включающего первичную внебрюшинную тампонаду таза с последующей (вторичной) ангиоэмболизацией, если последняя показана [28, 56, 79, 86, 89]. Это обусловлено тем, что в 85% случаев источниками внутритазового кровотечения являются переломы костей, повреждения мягких тканей или крупных венозных структур [2]. Кроме того, у 90% пациентов с нестабильными переломами костей таза повреждения носят сочетанный характер. Продолжающееся кровотечение при травмах живота, груди или конечностей может быть основной причиной развития травматического шока, и именно такое кровотечение зачастую требует более неотложных мероприятий, нежели внутритазовое кровотечение. Таким образом, основополагающими принципами лечения являются агрессивная гемостатическая терапия, стабилизация костей таза, быстрое выявление и устранение кровотечения внетазовой локализации. Использование этих принципов позволяет улучшить результаты лечения тяжело пострадавших [6, 16, 46, 116]. Вероятно, тазовая ангиография/ангиоэмболизация (АГ/АЭ) помогает лишь малому числу пациентов, и поэтому ее следует использовать только после устранения других внетазовых и неартериальных источников кровотечения [2]. Экстравазация контраста в артериальную фазу КТ-исследования является хорошим показателем нуждаемости в АГ/АЭ [114]. Характер перелома, напротив, не может служить достаточным основанием для выполнения ангиографии [119]. Тазовая АГ/АЭ является эффективным методом остановки кровотечения. Однако, у некоторых пострадавших кровотечения все равно будет продолжаться, и в таких случаях, как было показано, повторная АГ/АЭ является эффективным методом [115]. Было обнаружено, что пожилые пациенты

чаще, чем молодые нуждаются в АГ/АЭ, даже несмотря на нормальный уровень АД на момент поступления и механически стабильные переломы костей таза. Поэтому следует рассмотреть возможность АГ/АЭ у данной группы пациентов даже когда риск развития внутритазового кровотечения кажется низким [120].

### Показания к окончательной хирургической фиксации переломов тазового кольца

- *Нестабильные повреждения задних отделов таза являются показанием к репозиции и стабильной внутренней фиксации. Ротационно-нестабильные (типа APC-II, LC-II) и/или вертикально нестабильные (типа APC-III, LC-III, VS, CM) повреждения являются стандартными показаниями к хирургической фиксации переломов (УД 2А).*
- *В некоторых случаях повреждения таза в результате бокового удара с наличием ротационной нестабильности (LC-II, LC-III) требуют временной внешней фиксации в дополнение к фиксации заднего полукольца (УД 2А).*
- *Фиксация лонного сочленения пластинами является методом выбора для передней фиксации переломов по типу «открытой книги», когда диастаз между лонными костями превышает 2,5 см (APC-II, APC-III) (УД 1А).*
- *Способы фиксации заднего полукольца таза являются предметом дискуссии. Метод остеосинтеза выбирается индивидуально и в соответствии с предпочтениями хирурга. Позвоночно-тазовая фиксация предпочтительна при вертикально-нестабильных переломах крестца, так как позволяет давать раннюю нагрузку весом тела (УД 2С).*
- *Первичная окончательная стабилизация таза может быть выполнена при гемодинамически стабильных и механически нестабильных повреждениях, отсутствии других повреждений, требующих лечения, и при отрицательном результате КТ-сканирования (УД 2В).*

Анатомичная репозиция и стабильная фиксация ротационно- и вертикально-нестабильных травм таза является необходимым условием ранней функциональной реабилитации. Достигнуто общее мнение о том, что переломы костей таза с нестабильностью в заднем полукольце требуют внутренней фиксации [95, 121]. Классификации, основанные на механизме травмы, включая широко используемую классификацию Young-Burgees, позволяют определить показания для оперативного лечения [58, 122]. Например, стабильные виды повреждений, такие как повреждения по типу передне-заднего сдавления 1 типа (APC-I) и бокового сдавления 1 типа (LC-I), можно лечить без операции с проведением ранней функциональной реабилитации и нагрузкой на конечность со стороны повреждения [123, 124]. Ротационно-нестабильные APC-II/APC-III (по типу «открытой книги») и LC-II (переломы по типу «полумесяца») переломы, а также ротационно- и вертикально-нестабильные повреждения LC-III («wind-swept» – сочетание передне-задней компрессии с одной стороны по типу «открытой книги» и контралатеральное повреждение по типу латеральной компрессии), а также повреждения по типу «вертикального смещения» (VS) и повреждения в результате комбинированного механизма (CM), наоборот, нуждаются в окончательной внутренней фиксации [123, 124]. В настоящее время известно несколько методик внутренней хирургической фиксации переломов, включая открытую репозицию и фиксацию лонного сочленения пластинами, минимально-инвазивную чрез-

кожную фиксацию илиосакральными винтами нестабильных переломов крестца и разрывов крестцово-подвздошного сочленения, остеосинтез крыла подвздошной кости пластинами, позвоночно-тазовую фиксацию (именуемую как «трехсторонний остеосинтез» в случае комбинации с илиосакральными винтами) или остеосинтез задней пластиной по поводу повреждений заднего полукольца, включая вертикально-нестабильные переломы крестца [125–133]. Кроме того в некоторых случаях переломы в результате боковой компрессии (LC) фиксируют наружным дополнительным фиксатором на срок 6 недель, что позволяет предотвратить ротационную нестабильность в переднем полукольце [58, 134]. Минимально инвазивная «внутренняя фиксация» переднего полукольца является альтернативным решением в указанных случаях [135]. В конечном счете целью внутренней фиксации нестабильных повреждений тазового кольца является возможность ранней функциональной реабилитации, сокращение сроков нетрудоспособности, уменьшение хронической боли и осложнений, которые традиционно связаны с длительной иммобилизацией [136, 137].

### Идеальное время для выполнения окончательной внутренней фиксации таза

- *Перед выполнением окончательного остеосинтеза состояние гемодинамически нестабильных пострадавших и пострадавших в критическом состоянии с признаками коагулопатии должно быть устойчиво стабилизировано (УД 1В).*
- *Окончательная фиксация таза может быть безопасно выполнена в первые 24 часа после травмы гемодинамически стабильным пациентам и пострадавшим в «пограничном состоянии» (УД 2А).*
- *У тяжелопострадавших, имеющих выраженные физиологические нарушения, окончательную фиксацию костей таза следует отложить как минимум на 4 суток (УД 2А).*

Выбор оптимальных сроков окончательной внутренней фиксации нестабильных травм таза остается предметом дискуссий [138–145]. Общепринято, что у пациентов с признаками тяжелого травматического шока выполнение ранней окончательной фиксации таза нецелесообразно ввиду определенного риска летального исхода вследствие продолжающегося кровотечения и развития «смертельной триады» коагулопатии, ацидоза и гипотермии [22, 146]. В одном проспективном многоцентровом когортном исследовании было показано существенное увеличение объема кровопотери и повышение уровня сывороточных интерлейкинов (ИЛ-6 и ИЛ-8), что отражает усиленный системный воспалительный ответ, у тяжелопострадавших после ранней окончательной фиксации таза на первый или второй день после получения травмы [147]. Установлено, что выполнение непродолжительной ранней первичной фиксации таза позволяет сократить частоту развития полиорганной недостаточности и снизить летальность [148]. Более того было показано, что частота развития послеоперационных осложнений при выполнении окончательного остеосинтеза в период со 2-й по 4-й день после травмы значимо выше, а при выполнении отсроченной операции на 6-8-е сутки после травмы – ниже [149]. Многие авторы соглашаются с традиционной тактикой лечения гемодинамически нестабильных пострадавших с переломами костей таза в виде первичной внешней фиксации по типу *damage control* и отсроченной

окончательной внутренней фиксации спустя 4 сут после травмы на фоне проведения успешной и эффективной интенсивной терапии [28, 41, 58, 95, 118, 150–152]. Использование таких определений и классификационных признаков позволяет обозначить направления для дальнейшего выделения группы нестабильных пострадавших с политравмой, имеющих повреждения тазового кольца и требующих применения тактики многоэтапного хирургического лечения (*damage control*), и группы стабильных или «пограничных» пациентов, которым можно безопасно оказывать полный объем помощи путем первичной окончательной фиксации таза [141, 146]. В этой связи многочисленные обзорные когортные исследования группы травматологов-ортопедов из медицинской клиники MetroHealth в Кливленде показали, что ранняя фиксация переломов костей таза у стабильных и «пограничных» пациентов в течение 24 ч от момента поступления снижает риск развития осложнений и улучшает исходы лечения [139, 141, 144, 145]. Международной согласительной группой недавно было предложено новое определение политравмы, основанное на тяжести повреждений и оценке нарушений физиологических параметров [153]. Это новое определение политравмы, ожидающее будущих исследований адекватности, в сочетании с недавно разработанной системой градации [141], вероятно, позволит уточнить идеальные временные интервалы для окончательной фиксации таза.

### Многоэтапное хирургическое лечение при тяжелой черепно-мозговой травме

Тяжелые черепно-мозговые травмы (ЧМТ) часто встречаются у пострадавших с политравмой, имеющих сочетанную травму таза. В настоящее время не существует общепринятых протоколов лечения тяжелых сочетанных повреждений головы и таза. Одним из наиболее важных моментов является сочетание переломов костей таза с кровотечением и последующей коагулопатией, которое ведет к усугублению течения ЧМТ вследствие развития вторичного кровотечения и последующему прогрессированию геморрагических контузионных очагов по замкнутому порочному кругу. Исходя из этого приоритетным является быстрая остановка кровотечения, а также профилактика и правильное устранение коагулопатии. Тщательный мониторинг течения травмы головного мозга с возможным ранним повторным КТ-сканированием в режиме перфузии головного мозга может пойти на пользу. В большинстве травмоцентров такие пострадавшие получают лечение в соответствии с назначениями нейрохирургов [150]. С одной стороны по результатам некоторых исследований ранняя фиксация таза может ухудшать исходы лечения у пострадавших с ЧМТ, особенно у пожилых пациентов, однако, другие исследования не подтверждают эту обеспокоенность, полагая, что исходы, наоборот, хуже у тех пострадавших, которым ранняя стабилизация переломов не была выполнена [44, 154–156]. Как правило, нейрохирурги обеспокоены возможным дополнительным повреждением головного мозга в результате колебаний АД, наблюдающихся в ходе операции остеосинтеза [150]. В целом это приводит к появлению сомнений в тактике и дополнительной отсрочке, требуемой для стабилизации пациента и подготовке его к операции [150]. Тактика многоэтапного лечения нестабильных повреждений таза (*damage control orthopedics*) и минимальные физиологические нарушения, возникаю-

щие при установке наружного фиксатора, делают применение как минимум наружной фиксации приемлемым методом лечения практически для всех пациентов с ЧМТ [150]. Однако, данные литературы не дают на этот счет четких указаний.

### Смертность, летальность и исходы лечения

В результате повреждений таза, особенно открытых, могут развиваться осложнения со значимыми функциональными нарушениями: недержание мочи и кала, импотенция, диспареуния, остаточные нарушения движений, промежностные и тазовые абсцессы, хроническая боль и такие сосудистые осложнения, как тромбозы и эмболии [1, 3].

Большинство (44,7%) смертей, обусловленных травмой таза, происходят в день получения травмы, а основными факторами, коррелирующими с летальностью, являются возраст, тяжесть травмы по шкале ISS, нестабильность тазового кольца, размер и степень загрязнения ран, повреждение прямой кишки, выведение колостомы, количество перелитых компонентов крови, тяжесть повреждения головного мозга по шкале AIS, дефицит оснований в анализе газов крови на момент поступления [3, 5].

Совсем недавно одно исследование, оценивающее эффективность мультидисциплинарного подхода, показало улучшение исходов лечения тяжелых травм таза [5]. Прежде всего определенный алгоритм принятия решения существенно ( $p=0,005$ ) сократил время от момента поступления пациента до выполнения мероприятий по остановке продолжающегося кровотечения путем ВТТ [5]. Кроме того введение протокола массивной гемотрансфузии позволило существенно сократить использование растворов, инфузия которых выполнялась до начала гемотрансфузии и оптимизировать использование эритроцитарной взвеси и свежезамороженной плазмы (в соотношении 2:1) в первые часы после травмы [5]. Более того опытные травматологи-ортопеды могут увеличить ( $p=0,004$ ) число пациентов, требующих окончательного остеосинтеза нестабильных переломов костей таза, что в свою очередь позволяет улучшать результаты лечения [5]. Схожие сведения о важности использования установленных рекомендаций были получены Valogh с соавторами [16] и совсем недавно подтверждены многоцентровым исследованием Costantini с соавторами [10].

---

### Выводы

Лечение пострадавших с травмой таза следует проводить с учетом физиологических и механических нарушений. Для наиболее эффективного принятия важных тактических решений следует учитывать морфологию повреждения и связанные с травмой физиологические и механические последствия.

---

### Сокращения

АБО, аортальная баллонная окклюзия; АГ, ангиография; АД, артериальное давление; АЭ, ангиоэмболизация; ВТТ – внебрюшинная тампонада таза; ИЛ, интерлейкин; КТ, компьютерная томография; ОРИТ, отделение реанимации и

интенсивной терапии; РКИ, рандомизированное клиническое испытание; РОТЭМ, ротационная тромбоэластометрия; РТ – рентгенография таза; РУГ, ретроградная уретрограмма; ТП, тазовый пояс; ТЭГ, тромбоэластография; УД, уровень доказательности; ЧМТ, черепно-мозговая травма; AIS, abbreviated injury severity (сокращенный индекс тяжести повреждения); АРС – переломы по типу передне-задней компрессии; ATLS, Advanced Trauma Life Support; BD, base deficit (дефицит оснований); СМ – переломы с комбинированным механизмом; DSA, Digital Subtraction Angiography (цифровая субтракционная ангиография); EAST, The Eastern Association for the Surgery of Trauma (Восточная ассоциация хирургии повреждений); eFAST, extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (сокращенное ультразвуковое исследование при травме); ISS, injury severity score (шкала тяжести повреждения); LC – переломы по типу боковой компрессии; РЕВОА, ЭВБОУА, эндовазкулярная баллонная окклюзия аорты; iРЕВОА, перемежающаяся (прерывистая) ЭВБОУА; pРЕВОА, частичная (неполная) ЭВБОУА; VS – переломы с вертикальным смещением; WSES – Всемирное общество неотложной хирургии.

## References

- Arvieux C, Thony F, Broux C, et al. Current management of severe pelvic and perineal trauma. *J Visc Surg.* 2012;149:e227-38.
- Cullinane DC, Schiller HJ, Zielinski MD, et al. Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guidelines for hemorrhage in pelvic fracture-update and systematic review. *J Trauma.* 2011;71:1850-68.
- Grotz MR, Allami MK, Harwood P, Pape HC, Krettek C, Giannoudis PV. Open pelvic fractures: epidemiology, current concepts of management and outcome. *Injury.* 2005;36:1-13.
- Magnone S, Coccolini F, Manfredi R, et al. Management of hemodynamically unstable pelvic trauma: results of the first Italian consensus conference (cooperative guidelines of the Italian Society of Surgery, the Italian Association of Hospital Surgeons, the Multi-specialist Italian Society of Young Surgeons, the Italian Society of Emergency Surgery and Trauma, the Italian Society of Anesthesia, Analgesia, Resuscitation and Intensive Care, the Italian Society of Orthopaedics and Traumatology, the Italian Society of Emergency Medicine, the Italian Society of Medical Radiology -Section of Vascular and Interventional Radiology- and the World Society of Emergency Surgery). *World J Emerg Surg.* 2014;9:18.
- Perkins ZB, Maytham GD, Koers L, Bates P, Brohi K, Tai NR. Impact on outcome of a targeted performance improvement programme in haemodynamically unstable patients with a pelvic fracture. *Bone Joint J.* 2014;96-B:1090-7.
- Biffl WL, Smith WR, Moore EE, et al. Evolution of a multidisciplinary clinical pathway for the management of unstable patients with pelvic fractures. *Ann Surg.* 2001;233:843-50.
- Goslings JC, Ponsen KJ, van Delden OM. Injuries to the pelvis and extremities. In: *ACS Surgery: Principles and Practice: Decker Intellectual Properties.* 2013.
- Coccolini F, Montori G, Catena F, et al. Liver trauma: WSES position paper. *World J Emerg Surg.* 2015;10:39.
- Oxford Centre for Evidence-based Medicine - Levels of Evidence (March 2009). 2009. (Accessed at <http://www.cebm.net/ocebml-levels-of-evidence/>).
- Costantini TW, Coimbra R, Holcomb JB, et al. Current management of hemorrhage from severe pelvic fractures: Results of an American Association for the Surgery of Trauma multi-institutional trial. *J Trauma Acute Care Surg.* 2016;80:717-23. discussion 23-5.
- Pereira SJ, O'Brien DP, Luchette FA, et al. Dynamic helical computed tomography scan accurately detects hemorrhage in patients with pelvic fracture. *Surgery.* 2000;128:678-85.
- Burgess AR, Eastridge BJ, Young JW, et al. Pelvic ring disruptions: effective classification system and treatment protocols. *J Trauma.* 1990;30:848-56.
- Huittinen VM, Slatis P. Postmortem angiography and dissection of the hypogastric artery in pelvic fractures. *Surgery.* 1973;73:454-62.
- Luckhoff C, Mitra B, Cameron PA, Fitzgerald M, Royce P. The diagnosis of acute urethral trauma. *Injury.* 2011;42:913-6.
- Blackmore CC, Cummings P, Jurkovich GJ, Linnau KF, Hoffer EK, Rivara FP. Predicting major hemorrhage in patients with pelvic fracture. *J Trauma.* 2006;61:346-52.
- Balogh Z, Caldwell E, Heetveld M, et al. Institutional practice guidelines on management of pelvic fracture-related hemodynamic instability: do they make a difference? *J Trauma.* 2005;58:778-82.
- Da Luz LT, Nascimento B, Shankarakutty AK, Rizoli S, Adhikari NK. Effect of thromboelastography (TEG(R)) and rotational thromboelastometry (ROTEM(R)) on diagnosis of coagulopathy, transfusion guidance and mortality in trauma: descriptive systematic review. *Crit Care.* 2014;18:518.
- Duane TM, Tan BB, Golay D, Cole Jr FJ, Weireter Jr LJ, Britt LD. Blunt trauma and the role of routine pelvic radiographs: a prospective analysis. *J Trauma.* 2002;53:463-8.
- Gonzalez E, Moore EE, Moore HB, et al. Goal-directed Hemostatic Resuscitation of Trauma-induced Coagulopathy: A Pragmatic Randomized Clinical Trial Comparing a Viscoelastic Assay to Conventional Coagulation Assays. *Ann Surg.* 2016;263:1051-9.
- Kashuk JL, Moore EE, Sawyer M, et al. Postinjury coagulopathy management: goal directed resuscitation via POC thrombelastography. *Ann Surg.* 2010;251:604-14.
- Rossaint R, Cerny V, Coats TJ, et al. Key issues in advanced bleeding care in trauma. *Shock.* 2006;26:322-31.
- Stahel PF, Moore EE, Schreier SL, Flierl MA, Kashuk JL. Transfusion strategies in postinjury coagulopathy. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2009;22:289-98.
- Paydar S, Ghaffarpasand F, Foroughi M, et al. Role of routine pelvic radiography in initial evaluation of stable, high-energy, blunt trauma patients. *Emerg Med J.* 2013;30:724-7.
- Mutschler M, Nienaber U, Brockamp T, et al. Renaissance of base deficit for the initial assessment of trauma patients: a base deficit-based classification for hypovolemic shock developed on data from 16,305 patients derived from the TraumaRegister DGU(R). *Crit Care.* 2013;17:R42.
- Mutschler M, Nienaber U, Munzberg M, et al. The Shock Index revisited - a fast guide to transfusion requirement? A retrospective analysis on 21,853 patients derived from the TraumaRegister DGU. *Crit Care.* 2013;17:R172.
- Committee of trauma of ACS. *Advanced Trauma Life Support (ATLS) Student manual 9th ed.* ACS. Chicago. 2012.
- Salim A, Teixeira PG, DuBose J, et al. Predictors of positive angiography in pelvic fractures: a prospective study. *J Am Coll Surg.* 2008;207:656-62.
- Marzi I, Lustenberger T. Management of Bleeding Pelvic Fractures. *Scand J Surg.* 2014;103:104-11.



29. Rossaint R, Bouillon B, Cerny V, et al. Management of bleeding following major trauma: an updated European guideline. *Crit Care*. 2010;14:R52.
30. Kirkpatrick AW, Sirois M, Laupland KB, et al. Hand-held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: the Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (EFAST). *J Trauma*. 2004;57:288-95.
31. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012;38:577-91.
32. Gonzalez RP, Fried PQ, Bukhalo M. The utility of clinical examination in screening for pelvic fractures in blunt trauma. *J Am Coll Surg*. 2002;194:121-5.
33. Yugueros P, Sarmiento JM, Garcia AF, Ferrada R. Unnecessary use of pelvic x-ray in blunt trauma. *J Trauma*. 1995;39:722-5.
34. Guillamondegui OD, Pryor JP, Gracias VH, Gupta R, Reilly PM, Schwab CW. Pelvic radiography in blunt trauma resuscitation: a diminishing role. *J Trauma*. 2002;53:1043-7.
35. Hallinan JT, Tan CH, Pua U. Emergency computed tomography for acute pelvic trauma: where is the bleeder? *Clin Radiol*. 2014;69:529-37.
36. Chen B, Zhang Y, Xiao S, Gu P, Lin X. Personalized image-based templates for iliosacral screw insertions: a pilot study. *Int J Med Robot*. 2012;8:476-82.
37. Fleiter N, Reimertz C, Lustenberger T, et al. Importance of the correct placement of the pelvic binder for stabilisation of haemodynamically compromised patients. *Z Orthop Unfall*. 2012;150:627-9.
38. Bottlang M, Krieg JC, Mohr M, Simpson TS, Madey SM. Emergent management of pelvic ring fractures with use of circumferential compression. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A Suppl 2:43-7.
39. DeAngelis NA, Wixted JJ, Drew J, Eskander MS, Eskander JP, French BG. Use of the trauma pelvic orthotic device (T-POD) for provisional stabilisation of anterior-posterior compression type pelvic fractures: a cadaveric study. *Injury*. 2008;39:903-6.
40. Hedrick-Thompson JK. A review of pressure reduction device studies. *J Vasc Nurs*. 1992;10:3-5.
41. Spanjersberg WR, Knops SP, Schep NW, van Lieshout EM, Patka P, Schipper IB. Effectiveness and complications of pelvic circumferential compression devices in patients with unstable pelvic fractures: a systematic review of literature. *Injury*. 2009;40:1031-5.
42. Croce MA, Magnotti LJ, Savage SA, Wood 2nd GW, Fabian TC. Emergent pelvic fixation in patients with exsanguinating pelvic fractures. *J Am Coll Surg*. 2007;204:935-9. discussion 40-2.
43. Krieg JC, Mohr M, Ellis TJ, Simpson TS, Madey SM, Bottlang M. Emergent stabilization of pelvic ring injuries by controlled circumferential compression: a clinical trial. *J Trauma*. 2005;59:659-64.
44. Tinubu J, Scalea TM. Management of fractures in a geriatric surgical patient. *Surg Clin North Am*. 2015;95:115-28.
45. Bakhshayesh P, Boutefnouchet T, Totterman A. Effectiveness of non invasive external pelvic compression: a systematic review of the literature. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016;24:73.
46. Abrassart S, Stern R, Peter R. Unstable pelvic ring injury with hemodynamic instability: what seems the best procedure choice and sequence in the initial management? *Orthop Traumatol Surg Res*. 2013;99:175-82.
47. Amorosa LF, Amorosa JH, Wellman DS, Lorich DG, Helfet DL. Management of pelvic injuries in pregnancy. *Orthop Clin North Am*. 2013;44:301-15. viii.
48. Stannard A, Eliason JL, Rasmussen TE. Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA) as an Adjunct for Hemorrhagic Shock. *J Trauma*. 2011;71:1869-72.
49. Morrison JJ, Galgon RE, Jansen JO, Cannon JW, Rasmussen TE, Eliason JL. A systematic review of the use of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in the management of hemorrhagic shock. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2016;80:324-34.
50. Biffl WL, Fox CJ, Moore EE. The role of REBOA in the control of exsanguinating torso hemorrhage. *J Trauma Acute Care*. 2015;78:1054-8.
51. Delamare L, Crognier L, Conil JM, Rousseau H, Georges B, Ruiz S. Treatment of intra-abdominal haemorrhagic shock by Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA). *Anaesthesia, critical care & pain medicine*. 2015;34:53-5.
52. Hörer TM, Skoog P, Pirouzram A, Nilsson KF, Larzon T. A small case series of aortic balloon occlusion in trauma: lessons learned from its use in ruptured abdominal aortic aneurysms and a brief review. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2016;42(5):585-92.
53. Ogura T, Lefor AT, Nakano M, Izawa Y, Morita H. Nonoperative management of hemodynamically unstable abdominal trauma patients with angioembolization and resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta. *J Trauma Acute Care*. 2015;78:132-5.
54. DuBose JJ, Scalea TM, Brenner M, Skiada D, Inaba K, Cannon J, et al; AAST AORTA Study Group. The AAST prospective Aortic Occlusion for Resuscitation in Trauma and Acute Care Surgery (AORTA) registry: data on contemporary utilization and outcomes of aortic occlusion and resuscitative balloon occlusion of the aorta (REBOA). *J Trauma Acute Care Surg*. 2016;81(3):409-19.
55. Burlew CC, Moore EE, Moore FA, et al. Western Trauma Association Critical Decisions in Trauma: Resuscitative thoracotomy. *J Trauma Acute Care*. 2012;73:1359-64.
56. Burlew CC, Moore EE, Smith WR, et al. Preperitoneal pelvic packing/external fixation with secondary angioembolization: optimal care for life-threatening hemorrhage from unstable pelvic fractures. *J Am Coll Surg*. 2011;212:628-35. discussion 35-7.
57. Martinelli T, Thony F, Decléty P, et al. Intra-Aortic Balloon Occlusion to Salvage Patients With Life-Threatening Hemorrhagic Shocks From Pelvic Fractures. *J Trauma*. 2010;68:942-8.
58. Stahel PF, Mauffrey C, Smith WR, et al. External fixation for acute pelvic ring injuries: decision making and technical options. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013;75:882-7.
59. Brenner ML, Moore LJ, DuBose JJ, et al. A clinical series of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta for hemorrhage control and resuscitation. *J Trauma Acute Care*. 2013;75:506-11.
60. Norii T, Crandall C, Terasaka Y. Survival of severe blunt trauma patients treated with resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta compared with propensity score-adjusted untreated patients. *J Trauma Acute Care*. 2015;78:721-8.
61. Mayer D, Aeschbacher S, Pfammatter T, et al. Complete Replacement of Open Repair for Ruptured Abdominal Aortic Aneurysms by Endovascular Aneurysm Repair A Two-Center 14-Year Experience. *Ann Surg*. 2012;256:688-96.
62. Malina M, Holst J. Balloon control for ruptured AAAs: when

- and when not to use? J Cardiovasc Surg. 2014;55:161-7.
63. Malina M, Veith F, Ivancev K, Sonesson B. Balloon occlusion of the aorta during endovascular repair of ruptured abdominal aortic aneurysm. Journal of endovascular therapy: an official journal of the International Society of Endovascular Specialists. 2005;12:556-9.
  64. Larzon T, Skoog P. One hundred percent of ruptured aortic abdominal aneurysms can be treated endovascularly if adjunct techniques are used such as chimneys, periscopes and embolization. J Cardiovasc Surg. 2014;55:169-78.
  65. Morrison J, Ross J, Houston R, Watson D, Rasmussen T. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta reduces mortality in a lethal model of non-compressible torso hemorrhage. Brit J Surg. 2013;100:8.
  66. Morrison JJ, Ross JD, Houston R, Watson DB, Sokol KK, Rasmussen TE. Use of Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta in a Highly Lethal Model of Noncompressible Torso Hemorrhage. Shock. 2014;41:130-7.
  67. Russo RM, Neff LP, Lamb CM, Cannon JW, Galante JM, Clement NF, Grayson JK, Williams TK. Partial resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in swine model of hemorrhagic shock. J Am Coll Surg. 2016;223(2):359-68.
  68. White JM, Cannon JW, Stannard A, Markov NP, Spencer JR, Rasmussen TE. Endovascular balloon occlusion of the aorta is superior to resuscitative thoracotomy with aortic clamping in a porcine model of hemorrhagic shock. Surgery. 2011;150:400-9.
  69. Horer TM, Hebron D, Swaid F, et al. Aorta Balloon Occlusion in Trauma: Three Cases Demonstrating Multidisciplinary Approach Already on Patient's Arrival to the Emergency Room. Cardiovascular and interventional radiology 2015.BRS
  70. EndoVascular hybrid Trauma and bleeding Management (EVTM) declaration. (Accessed at www.jevtm.com).
  71. Morrison JJ, Ross JD, Markov NP, Scott DJ, Spencer JR, Rasmussen TE. The inflammatory sequelae of aortic balloon occlusion in hemorrhagic shock. J Surg Res. 2014;191:423-31.
  72. Horer TM, Skoog P, Nilsson KF, et al. Intraperitoneal metabolic consequences of supraceliac aortic balloon occlusion in an experimental animal study using microdialysis. Ann Vasc Surg. 2014;28:1286-95.
  73. Markov NP, Percival TJ, Morrison JJ, et al. Physiologic tolerance of descending thoracic aortic balloon occlusion in a swine model of hemorrhagic shock. Surgery. 2013;153:848-56.
  74. Park TS, Batchinsky AI, Belenkiy SM, Jordan BS, Baker WL, Necsoiu CN, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA): comparison with immediate transfusion following massive hemorrhage in swine. J Trauma Acute Care Surg. 2015;79(6):930-6.
  75. Hörer TMCP, Jans A, Nilsson K. A case of partial aortic balloon occlusion in an unstable multi-trauma patient. Trauma. 2016;18:150-4.
  76. Johnson MA, Neff LP, Williams TK, DuBose JJ; EVAC Study Group. Partial resuscitative balloon occlusion of the aorta (P-REBOA): clinical technique and rationale. J Trauma Acute Care Surg. 2016;81(5 Suppl 2 Proceedings of the 2015 Military Health System Research Symposium):S133-7.
  77. Gansslen A, Hildebrand F, Pohlemann T. Management of hemodynamic unstable patients "in extremis" with pelvic ring fractures. Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2012; 79:193-202.
  78. Lustenberger T, Wutzler S, Stormann P, Laurer H, Marzi I. The role of angio- embolization in the acute treatment concept of severe pelvic ring injuries. Injury. 2015;46 Suppl 4:S33-8.
  79. Suzuki T, Smith WR, Moore EE. Pelvic packing or angiography: competitive or complementary? Injury. 2009;40:343-53.
  80. Agnew SG. Hemodynamically unstable pelvic fractures. Orthop Clin North Am. 1994;25:715-21.
  81. Hou Z, Smith WR, Strohecker KA, et al. Hemodynamically unstable pelvic fracture management by advanced trauma life support guidelines results in high mortality. Orthopedics. 2012;35:e319-24.
  82. Cothren CC, Osborn PM, Moore EE, Morgan SJ, Johnson JL, Smith WR. Preperitoneal pelvic packing for hemodynamically unstable pelvic fractures: a paradigm shift. J Trauma. 2007; 62:834-9. discussion 9-42.
  83. Smith WR, Moore EE, Osborn P, et al. Retroperitoneal packing as a resuscitation technique for hemodynamically unstable patients with pelvic fractures: report of two representative cases and a description of technique. J Trauma. 2005;59: 1510-4.
  84. Ertel W, Eid K, Keel M, Trentz O. Therapeutical Strategies and Outcome of Polytraumatized Patients with Pelvic InjuriesA Six-Year Experience. European Journal of Trauma. 2000;26:278-86.
  85. Giannoudis PV, Pape HC. Damage control orthopaedics in unstable pelvic ring injuries. Injury. 2004;35:671-7.
  86. Lustenberger T, Fau MC, Benninger E, Fau BE, Lenzlinger PM, Lenzlinger Pm F, Keel MJB, Keel MJ. C-clamp and pelvic packing for control of hemorrhage in patients with pelvic ring disruption. J Emerg Trauma Shock. 2011;4:477-82.
  87. Osborn PM, Smith WR, Moore EE, et al. Direct retroperitoneal pelvic packing versus pelvic angiography: A comparison of two management protocols for haemodynamically unstable pelvic fractures. Injury. 2009;40:54-60.
  88. Burlew CC, Moore EE, Smith WR, Johnson JL, Biffi WL, Barnett CC, Stahel PF. Preperitoneal pelvic packing/external fixation with secondary angioembolization: optimal care for life-threatening hemorrhage from unstable pelvic fractures. J Am Coll Surg. 2011;212(4):628-35.
  89. Chiara O, di 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;11:22.
  90. Jang JY, Shim H, Jung PY, Kim S, Bae KS. Preperitoneal pelvic packing in patients with hemodynamic instability due to severe pelvic fracture: early experience in a Korean trauma center. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2016;24:3.
  91. Li Q, Dong J, Yang Y, Wang G, Wang Y, Liu P, Robinson Y, Zhou D. Retroperitoneal packing or angioembolization for haemorrhage control of pelvic fractures-Quasi-randomized clinical trial of 56 haemodynamically unstable patients with Injury Severity Score  $\geq 33$ . Injury. 2016;47(2):395-401.
  92. Brenner ML, Moore LJ, DuBose JJ, et al. A clinical series of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta for hemorrhage control and resuscitation. J Trauma Acute Care Surg. 2013;75:506-11.
  93. Tai DK, Li WH, Lee KY, et al. Retroperitoneal pelvic packing in the management of hemodynamically unstable pelvic fractures: a level I trauma center experience. J Trauma. 2011; 71:E79-86.
  94. Totterman A, Madsen JE, Skaga NO, Roise O. Extraperitoneal pelvic packing: a salvage procedure to control massive traumatic pelvic hemorrhage. J Trauma. 2007;62:843-52.
  95. Halawi MJ. Pelvic ring injuries: Emergency assessment and management. J Clin Orthop Trauma. 2015;6:252-8.
  96. Esmer E, Esmer E, Derst P, Schulz M, Siekmann H, Delank

- KS; das TraumaRegister DGU®. Influence of external pelvic stabilization on hemodynamically unstable pelvic fractures. *Unfallchirurg*. 2015. [Epub ahead of print].
97. Poenaru DV, Popescu M, Anglitoiu B, Popa I, Andrei D, Birsasteanu F. Emergency pelvic stabilization in patients with pelvic posttraumatic instability. *Int Orthop*. 2015;39:961-5.
  98. Rommens PM, Hofmann A, Hessmann MH. Management of Acute Hemorrhage in Pelvic Trauma: An Overview. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2010;36:91-9.
  99. Burgess A. Invited commentary: Young-Burgess classification of pelvic ring fractures: does it predict mortality, transfusion requirements, and non- orthopaedic injuries? *J Orthop Trauma*. 2010;24:609.
  100. Heini PF, Witt J, Ganz R. The pelvic C-clamp for the emergency treatment of unstable pelvic ring injuries. A report on clinical experience of 30 cases. *Injury*. 1996;27 Suppl 1:S-A38-45.
  101. Pohlemann T, Culemann U, Tosounidis G, Kristen A. Application of the pelvic C-clamp. *Unfallchirurg*. 2004;107:1185-91.
  102. Tiemann AH, Schmidt C, Gonschorek O, Josten C. Use of the "c-clamp" in the emergency treatment of unstable pelvic fractures. *Zentralbl Chir*. 2004;129:245-51.
  103. Witschger P, Heini P, Ganz R. Pelvic clamps for controlling shock in posterior pelvic ring injuries. Application, biomechanical aspects and initial clinical results. *Orthopade*. 1992;21:393-9.
  104. Koller H, Balogh ZJ. Single training session for first time pelvic C-clamp users: correct pin placement and frame assembly. *Injury*. 2012;43:436-9.
  105. Koller H, Keil P, Seibert F. Individual and team training with first time users of the Pelvic C-Clamp: do they remember or will we need refresher trainings? *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013;133:343-9.
  106. Metsemakers WJ, Vanderschot P, Jennes E, Nijs S, Heye S, Maleux G. 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;44:964-8.
  107. Panetta T, Sclafani SJ, Goldstein AS, Phillips TF, Shaftan GW. Percutaneous transcatheter embolization for massive bleeding from pelvic fractures. *J Trauma*. 1985;25:1021-9.
  108. Rossaint R, Duranteau J, Stahel PF, Spahn DR. Nonsurgical treatment of major bleeding. *Anesthesiol Clin*. 2007;25:35-48. viii.
  109. Velmahos GC, Toutouzas KG, Vassiliu P, et al. A prospective study on the safety and efficacy of angiographic embolization for pelvic and visceral injuries. *J Trauma*. 2002;53:303-8. discussion 8.
  110. Agolini SF, Shah K, Jaffe J, Newcomb J, Rhodes M, Reed 3rd JF. Arterial embolization is a rapid and effective technique for controlling pelvic fracture hemorrhage. *J Trauma*. 1997;43:395-9.
  111. Eastridge BJ, Starr A, Minei JP, O'Keefe GE, Scalea TM. The importance of fracture pattern in guiding therapeutic decision-making in patients with hemorrhagic shock and pelvic ring disruptions. *J Trauma*. 2002;53:446-50. discussion 50-1.
  112. Hagiwara A, Minakawa K, Fukushima H, Murata A, Masuda H, Shimazaki S. Predictors of death in patients with life-threatening pelvic hemorrhage after successful transcatheter arterial embolization. *J Trauma*. 2003;55:696-703.
  113. Heetveld MJ, Harris I, Schlaphoff G, Sugrue M. Guidelines for the management of haemodynamically unstable pelvic fracture patients. *ANZ J Surg*. 2004;74:520-9.
  114. Miller PR, Moore PS, Mansell E, Meredith JW, Chang MC. External fixation or arteriogram in bleeding pelvic fracture: initial therapy guided by markers of arterial hemorrhage. *J Trauma*. 2003;54:437-43.
  115. Shapiro M, McDonald AA, Knight D, Johannigman JA, Cuschieri J. The role of repeat angiography in the management of pelvic fractures. *J Trauma*. 2005;58:227-31.
  116. Thorson CM, Ryan ML, Otero CA, et al. Operating room or angiography suite for hemodynamically unstable pelvic fractures? *J Trauma Acute Care Surg*. 2012;72:364-70. discussion 71-2.
  117. Verbeek DO, Sugrue M, Balogh Z, et al. Acute management of hemodynamically unstable pelvic trauma patients: time for a change? Multicenter review of recent practice. *World J Surg*. 2008;32:1874-82.
  118. Chu CH, Tennakoon L, Maggio PM, Weiser TG, Spain DA, Staudenmayer KL. Trends in the management of pelvic fractures, 2008-2010. *J Surg Res*. 2016;202:335-40.
  119. Sarin EL, Moore JB, Moore EE, et al. Pelvic fracture pattern does not always predict the need for urgent embolization. *J Trauma*. 2005;58:973-7.
  120. Kimbrell BJ, Velmahos GC, Chan LS, Demetriades D. Angiographic embolization for pelvic fractures in older patients. *Arch Surg*. 2004;139:728-32. discussion 32-3.
  121. Jones CB. Posterior pelvic ring injuries: when to perform open reduction and internal fixation. *Instr Course Lect*. 2012; 61:27-38.
  122. Bazylewicz D, Konda S. A Review of the Definitive Treatment of Pelvic Fractures. *Bull Hosp Jt Dis* (2013). 2016;74:6-11.
  123. Sembler Soles GL, Lien J, Tornetta 3rd P. Nonoperative immediate weightbearing of minimally displaced lateral compression sacral fractures does not result in displacement. *J Orthop Trauma*. 2012;26:563-7.
  124. Suzuki T, Morgan SJ, Smith WR, Stahel PF, Flierl MA, Hak DJ. Stress radiograph to detect true extent of symphyseal disruption in presumed anteroposterior compression type I pelvic injuries. *J Trauma*. 2010;69:880-5.
  125. Hak DJ, Baran S, Stahel P. Sacral fractures: current strategies in diagnosis and management. *Orthopedics*. 2009;32(10).
  126. Kach K, Trentz O. Distraction spondylolysis of the sacrum in "vertical shear lesions" of the pelvis. *Unfallchirurg*. 1994;97: 28-38.
  127. Lindahl J, Makinen TJ, Koskinen SK, Soderlund T. Factors associated with outcome of spinopelvic dissociation treated with lumbopelvic fixation. *Injury*. 2014;45:1914-20.
  128. Min KS, Zamorano DP, Wahba GM, Garcia I, Bhatia N, Lee TQ. Comparison of two-transsacral-screw fixation versus triangular osteosynthesis for transforaminal sacral fractures. *Orthopedics*. 2014;37:e754-60.
  129. Putnis SE, Pearce R, Wali UJ, Bircher MD, Rickman MS. Open reduction and internal fixation of a traumatic diastasis of the pubic symphysis: one-year radiological and functional outcomes. *J Bone Joint Surg (Br)*. 2011;93:78-84.
  130. Sagi HC. Technical aspects and recommended treatment algorithms in triangular osteosynthesis and spinopelvic fixation for vertical shear transforaminal sacral fractures. *J Orthop Trauma*. 2009;23:354-60.
  131. Sagi HC, Militano U, Caron T, Lindvall E. A comprehensive analysis with minimum 1-year follow-up of vertically unstable transforaminal sacral fractures treated with triangular osteosynthesis. *J Orthop Trauma*. 2009;23:313-9. discussion 9-21.

132. Schildhauer TA, Josten C, Muhr G. Triangular osteosynthesis of vertically unstable sacrum fractures: a new concept allowing early weight-bearing. *J Orthop Trauma*. 2006;20:S44-51.
133. Suzuki T, Hak DJ, Ziran BH, et al. Outcome and complications of posterior transiliac plating for vertically unstable sacral fractures. *Injury*. 2009;40:405-9.
134. Scaglione M, Parchi P, Digrandi G, Latessa M, Guido G. External fixation in pelvic fractures. *Musculoskelet Surg*. 2010;94:63-70.
135. Vaidya R, Colen R, Vigdorichik J, Tonnos F, Sethi A. Treatment of unstable pelvic ring injuries with an internal anterior fixator and posterior fixation: initial clinical series. *J Orthop Trauma*. 2012;26:1-8.
136. Barei DP, Shafer BL, Beingessner DM, Gardner MJ, Nork SE, Routt ML. The impact of open reduction internal fixation on acute pain management in unstable pelvic ring injuries. *J Trauma*. 2010;68:949-53.
137. Stahel PF, Hammerberg EM. History of pelvic fracture management: a review. *World J Emerg Surg*. 2016;11:18.
138. Balbachevsky D, Belloti JC, Doca DG, et al. Treatment of pelvic fractures - a national survey. *Injury*. 2014;45 Suppl 5:S46-51.
139. Childs BR, Nahm NJ, Moore TA, Vallier HA. Multiple Procedures in the Initial Surgical Setting: When Do the Benefits Outweigh the Risks in Patients With Multiple System Trauma? *J Orthop Trauma*. 2016;30:420-5.
140. Enninghorst N, Toth L, King KL, McDougall D, Mackenzie S, Balogh ZJ. Acute definitive internal fixation of pelvic ring fractures in polytrauma patients: a feasible option. *J Trauma*. 2010;68:935-41.
141. Nahm NJ, Moore TA, Vallier HA. Use of two grading systems in determining risks associated with timing of fracture fixation. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;77:268-79.
142. Pape HC, Tornetta 3rd P, Tarkin I, Tzioupis C, Sabeson V, Olson SA. Timing of fracture fixation in multitrauma patients: the role of early total care and damage control surgery. *J Am Acad Orthop Surg*. 2009;17:541-9.
143. Schreiber VM, Tarkin IS, Hildebrand F, et al. The timing of definitive fixation for major fractures in polytrauma-a matched-pair comparison between a US and European level I centres: analysis of current fracture management practice in polytrauma. *Injury*. 2011;42:650-4.
144. Vallier HA, Cureton BA, Ekstein C, Oldenburg FP, Wilber JH. Early definitive stabilization of unstable pelvis and acetabulum fractures reduces morbidity. *J Trauma*. 2010;69:677-84.
145. Vallier HA, Moore TA, Como JJ, et al. Complications are reduced with a protocol to standardize timing of fixation based on response to resuscitation. *J Orthop Surg Res*. 2015;10:155.
146. Pape HC, Giannoudis PV, Krettek C, Trentz O. Timing of fixation of major fractures in blunt polytrauma: role of conventional indicators in clinical decision making. *J Orthop Trauma*. 2005;19:551-62.
147. Pape HC, Griensven MV, Hildebrand FF, et al. Systemic inflammatory response after extremity or truncal fracture operations. *J Trauma*. 2008;65: 1379-84.
148. Probst C, Probst T, Gaensslen A, Krettek C, Pape HC. Timing and duration of the initial pelvic stabilization after multiple trauma in patients from the German trauma registry: is there an influence on outcome? *J Trauma*. 2007;62:370-7. discussion 6-7.
149. Pape H, Stalp M, v Griensven M, Weinberg A, Dahlweit M, Tscherne H. [Optimal timing for secondary surgery in polytrauma patients: an evaluation of 4,314 serious-injury cases]. *Chirurg*. 1999;70:1287-93.
150. D'Alleyrand JC, O'Toole RV. The evolution of damage control orthopedics: current evidence and practical applications of early appropriate care. *Orthop Clin North Am*. 2013;44: 499-507.
151. Katsoulis E, Giannoudis PV. Impact of timing of pelvic fixation on functional outcome. *Injury*. 2006;37:1133-42.
152. Pape HC, Giannoudis P, Krettek C. The timing of fracture treatment in polytrauma patients: relevance of damage control orthopedic surgery. *Am J Surg*. 2002;183:622-9.
153. Pape HC, Lefering R, Butcher N, et al. The definition of polytrauma revisited: An international consensus process and proposal of the new 'Berlin definition'. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;77:780-6.
154. Scalea TM. Optimal timing of fracture fixation: have we learned anything in the past 20 years? *J Trauma*. 2008;65: 253-60.
155. Scalea TM, Boswell SA, Scott JD, Mitchell KA, Kramer ME, Pollak AN. External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: damage control orthopedics. *J Trauma*. 2000;48: 613-21. discussion 21-3.
156. Scalea TM, Scott JD, Brumback RJ, et al. Early fracture fixation may be "just fine" after head injury: no difference in central nervous system outcomes. *J Trauma*. 1999;46:839-46.