

КОНЦЕПЦИЯ «DAMAGE CONTROL» ПРИ ПОЛИТРАВМЕ: КАКОВЫ СТАНДАРТЫ В 2021 ГОДУ?

DAMAGE CONTROL IN POLYTRAUMA: WHAT ARE THE STANDARDS IN 2021?

Roman Pfeifer
Yannik Kalbas
Hans-Christoph Pape

Клиника травматологии Университетской клиники Цюриха, Цюрихский университет, Цюрих, Швейцария

Roman Pfeifer
Yannik Kalbas
Hans-Christoph Pape

Department of Trauma, University Hospital Zurich, University of Zurich, Zurich, Switzerland

С момента введения концепции «Damage Control» для лечения больных с тяжелыми повреждениями данная стратегия приобретает всё большую универсальность и распространенность.

Цель данной статьи – описание основных изменений за последние годы.

Основные темы данного обзора: 1) термин «политравма»; 2) показания и оценка пациентов; 3) хирургические стандарты в лечении скелетной травмы.

Ключевые слова: политравма; damage control; диагностика; лечение.

С момента введения концепции «Damage Control» для лечения больных с тяжелыми повреждениями данная стратегия приобретает все большую универсальность и распространенность [1]. Показатели смертности заметно снизились в последние десятилетия. Концепция «Damage Control» применяется в лечении торакоабдоминальных и мышечно-скелетных повреждений. Достижения в области реанимации и интенсивной терапии с применением концепции «Damage Control» привели к возможности ранней стабилизации серьезных переломов (например, позвоночника, таза и длинных трубчатых костей), что привело к разработке новых протоколов и концепций, таких как раннее соответствующее лечение (Early Appropriate Care (EAC)), стратегия безопасной окончательной операции (Safe Definitive Surgery (SDS) и быстрое индивидуальное безопасное лечение («Prompt-Individualised-Safe Management» (P.R.I.S.M.)) [2-4]. Также со временем менялись и стандартизировались показания к проведению операции «Damage Control» и сами хирургические процедуры.

Цель данной статьи – описание основных изменений, произошедших в последние годы. Основные темы данного обзора: 1) понятие «политравма»; 2) показания и оценка пациентов; 3) хирургические стандарты в лечении скелетной травмы.

Данный обзор поможет понять принципы применения концепции, оценить изменения и новые термины.

Since the introduction of the «Damage Control» concept in treatment of severely injured patients, this strategy continue to become more standardized and is widely accepted.

This manuscript aims to summarize the pivotal changes over the recent years.

Main topics of the review are: 1. nomenclature and definition of polytrauma; 2. indications and assessment of the patients; 3. surgical standards in orthopedic trauma.

Key words: polytrauma; damage control; diagnostics; treatment.

Since the introduction of the «Damage Control» concept in treatment of severely injured patients, this strategy continue to become more standardized and is widely accepted [1]. Mortality rates have dropped substantially over the past decades. Damage control concept is implemented in management of thoracic- abdominal trauma and musculoskeletal injuries. Improvements in resuscitation (damage control resuscitation) and ICU management succeeded in major fracture (such as spine, pelvis and long bone fractures) can be definitely stabilized early, which led to the development of new protocols and concepts, such as Early Appropriate Care (EAC), Safe Definitive Surgery (SDS), and ‘Prompt-Individualised-Safe Management’ (P.R.I.S.M.) [2-4]. Finally, indications and surgical procedures to perform damage control surgery have been adjusted over the last decades and become more standardized.

This manuscript aims to summarize the pivotal changes over the recent years. The following review focuses on three different topics:

1. Nomenclature and Definition of Polytrauma
2. Indications and assessment of the patient
3. Surgical standards in treatment of musculoskeletal injuries

This overview will hopefully be helpful in understanding the principles of use and specify why changes have been made and new terms were developed.

Для цитирования: Roman Pfeifer, Yannik Kalbas, Hans-Christoph Pape КОНЦЕПЦИЯ «DAMAGE CONTROL» ПРИ ПОЛИТРАВМЕ: КАКОВЫ СТАНДАРТЫ В 2021 ГОДУ? //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2021. № 2, С. 10-18.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/321>

DOI: 10.24412/1819-1495-2021-2-10-18

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИТРАВМЫ

В прошлом для оценки пациентов с тяжелыми повреждениями использовались различные определения. В литературе по травматологии главным образом упоминают сокращенную шкалу травмы (AIS) и шкалу тяжести травмы (ISS), которые используются для описания тяжести анатомического повреждения [5]. Это глобальный стандарт оценки больных с политравмой (ISS \geq 16 баллов). Кроме того, шкала ISS регулярно используется для категоризации травматологических центров, т.е. для установки отличий между травматологическими центрами первого уровня и другими центрами. Тем не менее, многочисленные публикации указывают на высокую вариабельность оценки между отдельными обозревателями и подчеркивают отсутствие оценки физиологии пациентов [6-8]. В 2014 г. в согласованном документе экспертов различных мировых хирургических ассоциаций (Американская ассоциация хирургии травмы (American Association for the Surgery of Trauma (AAST)), Европейское общество травмы и неотложной хирургии (European Society for Trauma and Emergency Surgery (ESTES)), Немецкое сообщество травматологии (German Trauma Society (DGU)), Британское сообщество травматологии (British Trauma Society (BTS)), Новозеландская ассоциация хирургии травмы (New Zealand Association for the Surgery of Trauma (ANZAST)) было представлено берлинское определение политравмы, которое включает комбинацию анатомической оценки с применением шкалы AIS, физиологическую оценку и особенности пациентов [9]. Данное определение было утверждено на основании исследования больших баз данных по политравме.

Frenzel et al. в своем недавнем исследовании сравнили 11 определений и применили их к 375 пациентам. Данный анализ показал, что берлинское определение отражает клиническую действительность, и было предложено использовать его для прозрачной оценки результатов лечения, предоставленных различными учреждениями, с объективным сравнением опубликованных исследований [10, 11]. Pothmann et al. сравнили согласованность наблюдений различных исследователей в отношении нескольких определений политравмы (ISS = 16, 18, 20, 25 баллов) с берлинским определением.

187 пациентов включены в анализ коэффициента согласия наблюдателей в отношении определений политравмы. Авторы обнаружили, что добавление физиологических переменных ассоциируется с улучшением индивидуального рейтинга по сравнению с только шкалой ISS [12].

В течение последних десятилетий в литературе появилось большое количество концепций, стратегий и определений «damage control». В следующем параграфе представлен обзор терминов, изменений и новых определений [13].

«Damage Control» абдоминальной полости. Данная концепция впервые была описана на примере больных с тяжелой абдоминальной обескровливающей травмой с целью ограничения физиологического ухудшения и

NOMENCLATURE AND DEFINITION OF POLYTRAUMA

Numerous definitions have been used in the past to define severely injured patients. The literature in a field of trauma mainly uses the AIS (abbreviated injury scale) or the ISS (injury severity score) to describe the anatomical injury severity [5]. It became a global standard tool to assess polytrauma patients (e.g. ISS \geq 16 points). Moreover, the ISS is regularly utilized for the categorization of trauma centers, i.e. to distinguish level I certified trauma centers from others. However, numerous publications pointed out high inter-rater variability of this tool and emphasize the lack of patients physiology measures [6-8]. In the year 2014, a consensus paper from experts of different surgical societies worldwide (American Association for the Surgery of Trauma (AAST), European Society for Trauma and Emergency Surgery (ESTES), German Trauma Society (DGU), British Trauma Society (BTS), New Zealand Association for the Surgery of Trauma (ANZAST) introduced the «Berlin definition» of polytrauma, which includes the combination of anatomical scoring using AIS, physiological assessment and patient characteristics [9]. Using large polytrauma databases this definition was validated and verified.

In a recent study, Frenzel et al. compared 11 different definitions by applying them to 375 patients. This analysis has shown that the Berlin definition reflecting clinical reality and suggested to use it for a transparent evaluation of treatment results provided by different institutions and allowing objective comparison of published studies [10, 11]. Pothmann et al. compared the inter-observer reliability (IR) between several polytrauma definitions (ISS 16, 18, 20, and 25 points) with Berlin polytrauma definition. One hundred and eighty-seven patients were included for analyzation IR of the polytrauma definitions. The authors found that the addition of physiologic variables is associated with an improvement in individual rating when compared with the ISS alone [12].

Over the last decades numerous damage control concepts, strategies and definitions were introduced in the literature that might be confusing. Within the next paragraph we are going to provide an overview of terms used and specify why changes have been made and new terms were developed [13].

Abdominal Damage Control: This concept was first described for patients with severe abdominal exsanguinating trauma with the aim to limit physiologic deterioration and to avoid prolonged surgical interventions and

предотвращения длительных хирургических вмешательств [14]. Данный показатель использовался в присутствии или развитии смертельной триады, включающей гипотермию, ацидоз и коагулопатию. Недавно Roberts et al. обновили показатели [15].

Реанимация «Damage Control». Представляет неотъемлемую часть стратегии «damage control» для лечения острого кровотечения. Во время лечения необходимо ориентироваться на физиологические нарушения (смертельная триада) у больных с сильным кровотечением. Лечение включает допустимую гипотензию, согревание пациента, ограниченное применение кристаллоидов и использование гемостатических препаратов (транексамовая кислота) [16].

Одномоментное хирургическое лечение (Early Total Care (ETC)). Концепция ETC появилась в 1980-х годах. Она включает раннюю хирургическую стабилизацию переломов в течение суток после госпитализации. Такая стратегия лечения ассоциировалась с уменьшением смертности и продолжительности госпитализации [17]. Сегодня данный термин используется в отношении проведения всех операций у больных с множественными повреждениями независимо от их состояния на момент первой операции.

Ортопедия «Damage Control». Данная концепция предполагает использование принципов «damage control» в лечении больных с политравмой и сопутствующей мышечно-скелетной травмой. Основная цель – стабилизация и фиксация серьезных переломов (длинных трубчатых костей, таза, позвоночника) для минимизации эффектов «второго удара». Показания к применению включают смертельную триаду, наличие повреждений мягких тканей, обширную торакальную или грудную травму, тяжелую черепно-мозговую травму [18].

Раннее соответствующее лечение (Early Appropriate Care (EAC)). Концепция предполагает, что ранняя (в пределах 36 часов) окончательная стабилизация осевых повреждений (переломы длинных трубчатых костей, повреждения позвоночника и вертлужной впадины) безопасна у больных с нормализованной кислотно-щелочной системой [19]. Рекомендованные пороговые показатели для выполнения окончательной фиксации: pH $\geq 7,25$, избышек оснований $\geq -5,5$ ммоль/л, молочная кислота < 4 ммоль/л [19].

Стратегия безопасной окончательной операции (Safe Definitive Surgery (SDS)). Данная концепция представляет собой динамический синтез стратегий ETC и DCO с ориентировкой на физиологическую реакцию пациентов [2]. Стратегия учитывает смертельную триаду (гипотермия, ацидоз и коагулопатия) и наличие сопутствующих повреждений мозга, груди и брюшной полости. Благодаря повторному обследованию и оценке физиологии, возможны динамическая адаптация стратегии лечения и ранний индивидуальный подход [2].

Быстрое индивидуальное безопасное лечение (Prompt-Individualised-Safe Management' (PR.I.S.M.)). Концепция основана на понимании следующих фактов: индивидуальная реакция каждого пациента на одно и то же повреждение, наличие индиви-

operative times [14]. Its indication has been used in the presence or the development of the triad of death, which is composed of hypothermia, acidosis and coagulopathy. Recently, the indications were refined by Roberts and coauthors as follows: [15].

Damage Control Resuscitation: Damage Control Resuscitation is an integral part of the Damage Control strategy in treatment of acute hemorrhage. The aims in treatment focus on physiologic derangements (triad of death) in patients with severe hemorrhage. It includes permissive hypotension, rewarming of the patient, limited use of crystalloids and use of hemostatic drugs such as tranexamic acid [16].

Early Total Care (ETC): This concept has been introduced in the 1980s and includes an early operative stabilization of major fractures within 24 hours after admission. This management strategy was associated with reduced morbidity and length of stay [17]. Nowadays, this term is used to perform all surgeries in multiply injured patients regardless their status within the first surgical period.

Damage Control Orthopedics: The principles of Damage Control Surgery were transferred to the management of polytraumatized patients with associated musculoskeletal trauma. The main aim is the stabilization and fixation of major fractures (long bone fractures, pelvis and spine injuries) in order to minimize the effects of the «second hit». The indication is the triad of death and the presence of relevant «soft tissue trauma», which includes also extensive thoracic or abdominal trauma and severe brain injuries [18].

Early Appropriate Care (EAC): This concept suggests that early (within 36 hours) definitive fracture stabilization of axial injuries (long bone fracture, pelvic, spine and acetabulum injuries) is safe in patients with normalized acid-base system (19). The threshold recommendations were pH ≥ 7.25 , base excess ≥ -5.5 mmol/L, or lactate < 4.0 mmol/L, to proceed with definitive fixation [19].

Safe Definitive Surgery (SDS): This concept is a dynamic synthesis of ETC and DCO strategies with the main focus on patients physiological response [2]. This strategy is guided by the triad of death (hypothermia, acidosis and coagulopathy) and the presence of concomitant brain, thoracic and abdominal injuries. Due to repeated re-evaluation and assessment of patients regarding their physiology, dynamic adaptation of the treatment strategy and early individual approach is possible [2].

Prompt-Individualised-Safe Management' (PR.I.S.M.): This concept is based on the understanding that every patient responds in a different way to the same degree of injury, every patient has a different genetic constitution, and the fact that the trauma service provision and re-

дуальных генетических особенностей, различия в уровне медицины и ресурсов в разных странах. Приоритет по-прежнему отдается безопасности пациентов [4].

ПОКАЗАНИЯ И ОЦЕНКА

Если это возможно, то больной с тяжелыми повреждениями получает окончательную операцию как можно скорее после госпитализации. Раздельный подход, включающий концепции ETC и DCO, обсуждается не первый год. Обе концепции не учитывают динамику физиологических показателей пациента в посттравматический период. Динамика раннего окончательного лечения включает оценку реанимации и оценку четырех порочных циклов (геморрагический шок, коагулопатия, ацидоз, степень повреждения тканей) [20]. В своем широком литературном обзоре Roberts et al. описали параметры и показания к операции «damage control» при повреждениях туловища [15]. Показания к хирургии «damage control» включают гипотермию ($< 34^{\circ}\text{C}$), ацидоз (молочная кислота < 5 ммоль/л), $\text{pH} < 7,2$, дефицит оснований > 15 ммоль/л и коагулопатию (протромбиновое время и частичное тромбoplastиновое время $> 1,5$ выше нормальных показателей, отсутствие видимого свертывания крови [15, 21-23]. В некоторых публикациях рассматривается роль молочной кислоты у больных с тяжелыми повреждениями, включающими скелетную травму. Систематический обзор с ориентировкой на тупую травму показал пороговый показатель молочной кислоты, равный 2 и 2,5 ммоль/л в момент госпитализации [25, 26]. Тем не менее, ориентировка только на уровень молочной кислоты в момент госпитализации может сбивать с толку.

Для оценки посттравматической коагулопатии авторы в основном предлагают использовать динамические тесты функции тромбоцитов (например, ротационную тромбоэластомерию) для контроля переливания крови и реанимации [27-29]. Данные тесты способствуют ранней идентификации посттравматического фибринолиза и стратификации его фенотипов в отдельные группы риска [27, 28]. Конечно, для оценки коагулопатии хорошо подходят другие лабораторные тесты: международное нормализованное отношение, частичное тромбoplastиновое время, уровень тромбоцитов, фибриноген, D-димер.

В общем, стратегия реанимации изменилась в сторону допустимой гиповолемии с целью снижения объемов препаратов, вводимых для профилактики гипотермии и коагулопатии [29]. Эти обновленные принципы были включены в пересмотренные критерии для описания пограничного состояния политравмы (табл. 1) [20].

ХИРУРГИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ

Недавняя дискуссия в литературе показывает, что помимо физиологии и гемодинамики для начального обследования пациента большое значение имеют и другие факторы, например, локальное состояние мягких тканей и факторы травмы [4, 30]. В недавнем обзоре литературы с исследованием мнения экспертов резюмировали показания и вмешательства к ортопедии «damage control» у нестабильных пациен-

sources including man power are dissimilar from country to country. Safety of the patient remains a priority [4].

INDICATION AND ASSESSMENT

Whenever possible, severely injured patients should undergo definitive surgery of major fractures as soon as possible after admission. For many years, a dichotomic approach including ETC and DCO has been discussed. Both concept do not respect the dynamics of post-traumatic patient physiology. The dynamics of early definitive treatment includes the assessment of the dynamics to resuscitation and evaluation of «four vicious cycles» (hemorrhagic shock (HS), coagulopathy, acidosis and amount of tissue trauma) [20]. In an extensive literature review, Roberts et al. summarized parameters and indications for damage control surgery in truncal injuries [15]. The presence of hypothermia ($< 34^{\circ}\text{C}$), acidosis (lactate < 5 mmol/L, $\text{pH} < 7.2$, base deficit > 15 mmol/L) and coagulopathy (PT and PTT > 1.5 times normal, absence of visible blood clotting) demonstrate an indication for damage control surgery [15, 21-23]. Several publications pointed out the role of lactate levels in severely injured patients with orthopedic trauma. A systematic review with a focus on blunt trauma revealed an admission lactate between 2.0 and 2.5 mmol/L as threshold value [20, 24]. Others pointed out the role of lactate clearance as a predictor for mortality [25, 26]. However, it must be noted that the focus only on lactate during the initial assessment might be misleading.

For the assessment of post-traumatic coagulopathy, authors mainly suggest to use dynamic platelet function tests, such as rotational thrombelastometry (ROTEM or TAG) to guide transfusion and resuscitation of the patient [27-29]. These tests allow early identification of post-injury fibrinolysis and stratification of fibrinolysis phenotypes in to different risk groups [27, 28]. Of course, other laboratory tests, such as INR, PTT, platelet count, fibrinogen, D-dimer, have value in assessment of the coagulopathy as well.

In general the resuscitation strategy has changed toward permissive hypovolemia with the aim to reduce the amount of volume administered to prevent hypothermia and coagulopathy due to dilution [29]. These updated principles were included in the revised criteria to describe the *borderline* condition of polytrauma, as published recently (table 1) [20].

SURGICAL STANDARDS

Recent literature discussion indicates that beside the physiology and hemodynamics other factors are of importance in initial patient assessment, such as local soft tissue conditions and trauma system environment [4, 30]. Recently published literature review and expert opinion survey summarized indications and interventions in damage control orthopedics in unstable polytrauma patients and in those with isolated musculoskeletal injuries [30].

Таблица 1
Пересмотренные параметры для оценки больных с травмой в пограничном состоянии в 2020 г. [20]

		Параметры
Статические параметры	Комбинация повреждений	Политравма, ISS > 20 баллов, AIS груди > 2 баллов Шкала торакальной травмы (TTS), значение выше степени 2
	Локальное повреждение груди	Двухсторонний ушиб легких: первая обзорная рентгенограмма КТ груди: односторонний двухсегментный ушиб, двухсторонний ушиб одного или двух сегментов, болтающаяся грудная клетка
	Локальное повреждение туловища или конечности	Множественные переломы ребер + повреждение корпуса (AIS ≥ 2 баллов)
	Повреждение туловища	Политравма с травмой живота/таза, RR 90 мм рт. ст. (Moore 3) и геморрагический шок
	Обширная операция при неопасных для жизни состояниях	Операция при неопасных для жизни состояниях После повторной оценки (дни 1-3) согласно индивидуальной физиологии пациента: безопасная окончательная операция и damage control
	Продолжительность первого хирургического вмешательства	Предполагаемое время операции > 6 ч Повторная оценка во время операции: - коагулопатия (ROTEM/FIBTEM) - молочная кислота (< 2-2,5 ммоль/л) - стабильная температура тела - необходимость в > 3 ед. эритроцитарной массы в час
Динамические параметры	Потребность в переливании крови	- Массивное переливание (10 ед. эритроцитарной массы за 6 ч) - Целенаправленная терапия (протоколы массивного переливания)
	Во время операции	- ROTEM/FIBTEM - Клиренс лактата < 2,5 ммоль/л (24 ч)

Table 1
Revised parameters to assess the borderline trauma patient in 2020 (20)

		Parameters
Static parameters	Injury combination	Polytrauma ISS > 20 and AIS chest > 2 Thoracic Trauma Score (TTS) > grade 2
	Local injury chest	Bilateral lung contusion: 1 st plain film or Chest CT: unilateral bisegmental contusion, bilateral uni- or bisegmental contusion, flail chest
	Local injury trunc / extr.	Multiple long bone fractures + truncal injury AIS 2 or more
	Truncal	Polytrauma with abdominal/pelvic trauma RR, 90 mm Hg (Moore 3) and hem. shock
	Major Surgery for non life saving conditions	«Non life saving» surgeries Flexible (day 1, 2, 3) after reassessment according to individual patient physiology: Safe definitive surgery (SDS) and damage control (DCO)
	Duration of 1 st operative intervention	Presumed operation time > 6 hours intraoperative reassessment: - coagulopathy (ROTEM/FIBTEM) - lactate (< 2.0 - 2.5 mmol/L) - body temperature stable - requirement > 3 pRBC / hour
Dynamic parameters	Blood transfusion requirements	Massive transfusion (10 units RBCs per 6 hours) Initiates «goal directed therapy» (massive transfusion protocols)
	Intra/perioperative	- ROTEM/FIBTEM - Lactate clearance < 2.5 mmol/l (24 hrs.)

тов с политравмой и у больных с изолированными мышечно-скелетными повреждениями [30]. Список показаний и вмешательств представлен в таблице 2. The list of indications and interventions is shown in table 2. In summary, in unstable spinal injuries (e.g. occipito-cervical dislocations) Halo-fixation can be used to

Таблица 2

Список показаний и вмешательств с разрешением на хирургию «damage control» при политравме с мышечно-скелетными повреждениями

	Показания	Вмешательства
ПОЗВОНОЧНИК	Вывих в затылочно-шейном отделе	Гало-фиксация
	Нестабильные переломы в грудном и поясничном отделе позвоночника	Чрескожная дорсальная фиксация
ТАЗ	Нестабильные переломы тазового кольца	Внешняя фиксация таза
	Сложные повреждения тазового кольца и сопутствующие повреждения нервов и сосудов	Внешняя фиксация таза
	Открытые повреждения таза	Внешняя фиксация таза
	Повреждения заднего отдела тазового кольца	Чрескожная фиксация винтами
	Перелом таза типа C, разрыв повздошно-крестцового сочленения, перелом крестца	C-зажим
	Нестабильная гемодинамика с нестабильным переломом таза	Тампонада таза
КОНЕЧНОСТИ	Обескровливающее кровотечение при переломах таза	Внутри-аортальная окклюзия баллонным катетером
	Открытые переломы с инфицированием мягких тканей	Внешняя фиксация трубчатых костей
	Открытые переломы с крупными дефектами мягких тканей	Внешняя фиксация трубчатых костей
	Большие костные дефекты	Внешняя фиксация трубчатых костей
	Сложные внутрисуставные переломы	Внешняя фиксация трубчатых костей
	Переломы с сопутствующими повреждениями сосудов	Внешняя фиксация трубчатых костей
МЯГКИЕ ТКАНИ	Сложные околопротезные переломы	Внешняя фиксация трубчатых костей
	Поражение Мореля-Лавалле	Вакуумная терапия
	Инфицирование мягких тканей	Вакуумная терапия
	Крупные дефекты мягких тканей	Вакуумная терапия
	Синдром сдавливания	Фасциотомия
	Повреждение конечности и нервов	Ампутация
	Сосудистые повреждение с ишемией > 6-8 ч	Ампутация
Повреждение конечности с неконтролируемым кровотечением	Ампутация	

Table 2

List of indications and interventions with agreement for damage control surgery of musculoskeletal injuries in polytrauma

	Indications	Interventions
SPINE	Occipito-cervical dissociation	Halo fixation
	Unstable thoracic and lumbar spine fractures	Percutaneous dorsal instrumentation
PELVIS	Unstable pelvic ring fractures	External pelvic fixation
	Complex pelvic ring injuries with concomitant nerve or vascular injuries	External pelvic fixation
	Open pelvic injuries	External pelvic fixation
	Posterior pelvic ring injuries	Percutaneous screw fixation
	Type C pelvic fracture disruption of sacroiliac joint and sacrum fracture	C-clamp
	Hemodynamic instability with unstable pelvic fracture	Pelvic packing
EXTREMITIES	Exsanguinating haemorrhage related to pelvic injuries	REBOA
	Open fractures with soft tissue contamination	External fixation of long bones
	Open fractures with large soft tissue defects	External fixation of long bones
	Large bone defects	External fixation of long bones
	Complex intra-articular fractures	External fixation of long bones
	Fractures with concomitant vascular injury	External fixation of long bones
SOFT TISSUES	Complex peri-prosthetic fractures	External fixation of long bones
	Morell-Lavallée lesion	VAC therapy
	Soft tissue contamination	VAC therapy
	Large soft tissue defects	VAC therapy
	Compartment syndrome	Compartment fasciotomy
	Mangled extremity with neurologic injuries	Amputation
	Vascular injuries with ischemia more than 6–8 hours	Amputation
Mangled extremity with uncontrollable haemorrhage	Amputation	

В общем, при нестабильных повреждениях позвоночника (например, вывихи в затылочной и шейной области) для временной фиксации можно использовать гало-фиксацию. При тораколумбарных переломах позвоночника можно применять чрескожные дорсальные методы. Внешняя фиксация считается стандартом для повреждений конечностей и нестабильных переломов тазового кольца. При нестабильной гемодинамике эффективны тампонада таза и/или внутри-аортальная окклюзия баллонным катетером. Поэтапный подход также используется при изолированных мышечно-скелетных повреждениях в комбинации с повреждениями мягких тканей, сосудов, бактериальной контаминацией ран или сложными повреждениями суставов. Так как термин «damage control» используется только в отношении больных с множественными повреждениями, во избежание путаницы консенсусная группа предложила использовать термин «мышечно-скелетная временная хирургия» (MusculoSkeletal Temporary Surgery).

Cimbanassi et al. опубликовали результаты консенсусной конференции с оценкой экспертов следующих четырех моментов: 1) переломы таза; 2) закрытые переломы длинных трубчатых костей; 3) открытые переломы длинных трубчатых костей; 4) повреждения конечностей [31]. У пациента с нестабильной гемодинамикой и переломом таза экстраперитонеальная тампонада таза, ангиоэмболизация, внешняя фиксация, С-зажим и эндоваскулярная баллонная окклюзия аорты не являются взаимоисключающими. При открытых переломах рекомендуется ранняя (в течение суток) санация и раннее закрытие переломов типа 1, 2, 3а. При повреждениях конечностей сохранение конечности рассматривается при неопасных для жизни повреждениях [31].

ВЫВОДЫ

С момента введения концепции «damage control» для лечения больных с тяжелыми повреждениями данная стратегия становится все более унифицированной. В последние десятилетия четко определены показания и вмешательства при хирургии «damage control». Появилось несколько новых концепций (SDS, EAC, PR.I.S.M.), которые требуют дальнейших клинических исследований. Исследование мнений экспертов позволило определить стандарты хирургии при политравме и изолированной травме. Авторы предложили четкую терминологию, которая позволяет избежать путаницы.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

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

achieve temporary stabilization. In thoracolumbar spine fractures a percutaneous dorsal instrumentation might be an option as well. In extremity trauma and unstable pelvic ring injuries external fixation is considered as standard. In hemodynamic instability, pelvic packing and/or REBOA is considered valuable. Staged approach is also applied in isolated musculoskeletal injuries with accompanied by severe soft tissue trauma, vascular injuries, wounds with gross bacterial contamination or complex articular injuries. As the term «damage control» is used only for multiply injured patients, the consensus group suggested to use the term «MusculoSkeletal Temporary Surgery» or «MuST Surgery» in order to avoid confusions.

Cimbanassi et al. published the results of the consensus conference that had gathered numerous experts focusing on the following four topics: 1. Pelvic fractures; 2. Closed long bone fractures; 3. Open long bone fractures; 4. Mangled extremities [31]. In hemodynamically unstable pelvic fracture patient, extraperitoneal pelvic packing, angioembolization, external fixation, C-clamp, and resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta are not mutually exclusive. In open fractures, early debridement within 24 hours should be recommended and early closure of most grade I, II, IIIa performed. In mangled extremities, limb salvage should be considered for non-life-threatening injuries [31].

CONCLUSION

Since the introduction of the «Damage Control» concept in treatment of severely injured patients, this strategy continue to become more standardized. Over the last decades, indications and interventions in damage control surgery were more clearly defined. Several new concepts (SDS, EAC, PR.I.S.M.) were introduced and need to be clinically proven in the future. Expert opinion survey revealed current surgical standards in polytrauma and monotrauma. Authors proposed a distinct terminology and nomenclature to avoid confusions.

Information on financing and conflict of interests

The study was conducted without sponsorship.

The authors declare the absence of any clear or potential conflicts of interests relating to publication of this article.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Volpin G, Pfeifer R, Saveski J, Hasani I, Cohen M, Pape HC. Damage control orthopaedics in polytraumatized patients- current concepts. *J Clin Orthop Trauma*. 2021; 12(1): 72-82.
2. Pape HC, Pfeifer R. Safe definitive orthopaedic surgery (SDS): repeated assessment for tapered application of Early Definitive Care and

Damage Control?: an inclusive view of recent advances in polytrauma management. *Injury*. 2015; 46(1): 1-3.

3. Nahm NJ, Como JJ, Wilber JH, Vallier HA. Early appropriate care: definitive stabilization of femoral fractures within 24 hours of injury is safe in most patients with multiple injuries. *J Trauma*. 2011; 71(1): 175-185.

4. Giannoudis PV, Giannoudis VP, Horwitz DS. Time to think outside the box: 'Prompt-Individualised-Safe Management' (P.R.I.S.M.) should prevail in patients with multiple injuries. *Injury*. 2017; 48(7): 1279-1282.
5. Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Jr, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974; 14(3): 187-196.
6. Butcher N, Balogh ZJ. AIS>2 in at least two body regions: a potential new anatomical definition of polytrauma. *Injury*. 2012; 43(2): 196-199.
7. Butcher NE, Enninghorst N, Sisak K, Balogh ZJ. The definition of polytrauma: variable interrater versus intrarater agreement—a prospective international study among trauma surgeons. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013; 74(3): 884-889.
8. Butcher NE, Balogh ZJ. Update on the definition of polytrauma. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2014; 40(2): 107-111.
9. Pape HC, Lefering R, Butcher N, Peitzman A, Leenen L, Marzi I, 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(5): 780-786.
10. Frenzel S, Krenn P, Heinz T, Negrin LL. Does the applied polytrauma definition notably influence outcome and patient population? - a retrospective analysis. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2017; 25(1): 87.
11. Weihs V, Heel V, Dedeyan M, Lang NW, Frenzel S, Hajdu S, et al. Age and traumatic brain injury as prognostic factors for late-phase mortality in patients defined as polytrauma according to the New Berlin Definition: experiences from a level I trauma center. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2020; Oct 17. doi: 10.1007/s00402-020-03626-w.
12. Pothmann CEM, Baumann S, Jensen KO, Mica L, Osterhoff G, Simmen HP, et al. Assessment of polytraumatized patients according to the Berlin Definition: Does the addition of physiological data really improve interobserver reliability? *PLoS One*. 2018; 13(8): e0201818.
13. Pfeifer R, Pape HC. Trends in nomenclature to describe concepts in trauma patients: time for standardization. *Injury*. 2020; 51(11): 2353-2355.
14. Rotondo MF, Schwab CW, McGonigal MD, Phillips GR, 3rd, Fruchterman TM, Kauder DR, et al. 'Damage control': an approach for improved survival in exsanguinating penetrating abdominal injury. *J Trauma*. 1993; 35(3): 375-382; discussion 82-83.
15. Roberts DJ, Bobrovitz N, Zygun DA, Ball CG, Kirkpatrick AW, Faris PD, et al. Indications for use of damage control surgery in civilian trauma patients: A content analysis and expert appropriateness rating study. *Ann Surg*. 2016; 263(5): 1018-1027.
16. Rossaint R, Bouillon B, Cerny V, Coats TJ, Duranteau J, Fernandez-Mondejar E, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fourth edition. *Crit Care*. 2016; 20: 100.
17. Bone LB, Johnson KD, Weigelt J, Scheinberg R. Early versus delayed stabilization of femoral fractures. A prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Am*. 1989; 71(3): 336-340.
18. 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(8): 551-562.
19. Moore TA, Simske NM, Vallier HA. Fracture fixation in the polytrauma patient: markers that matter. *Injury*. 2020; 51 Suppl 2: S10-S4.
20. Pape HC, Halvachizadeh S, Leenen L, Velmahos GD, Buckley R, Giannoudis PV. Timing of major fracture care in polytrauma patients - An update on principles, parameters and strategies for 2020. *Injury*. 2019; 50(10): 1656-1670.
21. Roberts DJ, Bobrovitz N, Zygun DA, Kirkpatrick AW, Ball CG, Faris PD, et al. Evidence for use of damage control surgery and damage control interventions in civilian trauma patients: a systematic review. *World J Emerg Surg*. 2021; 16(1): 10.
22. Roberts DJ, Bobrovitz N, Zygun DA, Ball CG, Kirkpatrick AW, Faris PD, et al. Indications for use of thoracic, abdominal, pelvic, and vascular damage control interventions in trauma patients: a content analysis and expert appropriateness rating study. *J Trauma Acute Care Surg*. 2015; 79(4): 568-579.
23. Roberts DJ, Bobrovitz N, Zygun DA, Ball CG, Kirkpatrick AW, Faris PD, et al. Indications for use of damage control surgery and damage control interventions in civilian trauma patients: a scoping review. *J Trauma Acute Care Surg*. 2015; 78(6): 1187-1196.
24. Halvachizadeh S, Baradaran L, Cinelli P, Pfeifer R, Sprengel K, Pape HC. How to detect a polytrauma patient at risk of complications: a validation and database analysis of four published scales. *PLoS One*. 2020; 15(1): e0228082.
25. Dezman ZDW, Comer AC, Smith GS, Hu PF, Mackenzie CF, Scalea TM, et al. Repeat lactate level predicts mortality better than rate of clearance. *Am J Emerg Med*. 2018; 36(11): 2005-2009.
26. Dezman ZD, Comer AC, Smith GS, Narayan M, Scalea TM, Hirshon JM. Failure to clear elevated lactate predicts 24-hour mortality in trauma patients. *J Trauma Acute Care Surg*. 2015; 79(4): 580-585.
27. Bouzat P, Guerin R, Boussat B, Nicolas J, Lambert A, Greze J, et al. Diagnostic performance of thromboelastometry in trauma-induced coagulopathy: a comparison between two level I trauma centres using two different devices. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2021; 47(2): 343-351.
28. David JS, Lambert A, Bouzat P, Incagnoli P, Geay-Baillat AM, Taverna XJ, et al. Fibrinolytic shutdown diagnosed with rotational thromboelastometry represents a moderate form of coagulopathy associated with transfusion requirement and mortality: a retrospective analysis. *Eur J Anaesthesiol*. 2020; 37(3): 170-179.
29. Spahn DR, Bouillon B, Cerny V, Duranteau J, Filipescu D, Hunt BJ, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fifth edition. *Crit Care*. 2019; 23(1): 98.
30. Pfeifer R, Kalbas Y, Coimbra R, Leenen L, Komadina R, Hildebrand F, et al. Indications and interventions of damage control orthopedic surgeries: an expert opinion survey. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2020; May 26. doi: 10.1007/s00068-020-01386-1
31. Cimbanassi S, O'Toole R, Maegele M, Henry S, Scalea TM, Bove F, et al. Orthopedic injuries in patients with multiple injuries: results of the 11th trauma update international consensus conference Milan, December 11, 2017. *J Trauma Acute Care Surg*. 2020; 88(2): e53-e76.

Сведения об авторах:

Roman Pfeifer, старший врач, Клиника травматологии Университетской клиники Цюриха, Цюрихский университет, г. Цюрих, Швейцария.

Information about authors:

Roman Pfeifer, MD, FEBS, senior doctor, Department of Trauma, University Hospital Zurich, Zurich, Switzerland.

Yannik Kalbas, помощник врача, Клиника травматологии Университетской клиники Цюриха, Цюрихский университет, г. Цюрих, Швейцария.

Hans-Christoph Pape, директор Клиники травматологии Университетской клиники Цюриха, Цюрихский университет, г. Цюрих, Швейцария.

Адрес для переписки:

Roman Pfeifer, Raemistrasse 100, 8091 Zurich, Switzerland
Тел: 0041 44 255 11 11
E-mail: roman.pfeifer@usz.ch

Статья поступила в редакцию: 19.04.2021

Рецензирование пройдено: 17.05.2021

Подписано в печать: 21.05.2021

Yannik Kalbas, physician assistant, Department of Trauma, University Hospital Zurich, Zurich, Switzerland.

Hans-Christoph Pape, MD, FACS, Head of the Department of Trauma, University Hospital Zurich, Zurich, Switzerland.

Address for correspondence:

Roman Pfeifer, Raemistrasse 100, 8091 Zurich, Switzerland
Phone: 0041 44 255 11 11
E-mail: roman.pfeifer@usz.ch

Received: 19.04.2021

Review completed: 17.05.2021

Passed for printing: 21.05.2021

