

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto82749>

Традиционные и современные подходы к выбору имплантов в лечении свежих переломов вертлужной впадины (обзор литературы)

А.И. Колесник¹, С.В. Донченко², И.М. Солодилов³, Д.А. Иванов⁴,
В.В. Суриков⁵, Д.М. Ярмamedов⁶

¹ Федеральный научно-клинический центр радиологии и онкологии, г. Дмитровград, Россия;

² Городская клиническая больница им. С.П. Боткина, Москва, Россия;

³ Курская городская клиническая больница № 4, Курск, Россия;

⁴ Лыткаринская городская больница, Лыткарино, Московская область, Россия;

⁵ Российская медицинская академия непрерывного постдипломного образования, Москва, Россия;

⁶ Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия

АННОТАЦИЯ

Одним из современных подходов в улучшении результатов лечения переломом вертлужной впадины (ВВ) является разработка новых фиксаторов колонн и отломков ВВ. Частота переломов ВВ составляет от 2 до 22% от всех повреждений таза. Основная причина данной травмы — дорожно-транспортные происшествия. При лечении переломов ВВ широкое распространение получили открытая репозиция и внутренняя фиксация с применением различных вариантов фиксаторов, в том числе пластин, изготовленных по аддитивным технологиям. Существует достаточно широкий спектр применяемых и разрабатываемых конструкций фиксаторов, от стандартных тазовых реконструктивных пластин, кабелей, проволок до современных конструкций пластин. Специалисты четко ориентированы на широкое применение аддитивных технологий, обеспечивающих изготовление индивидуальных имплантов для лечения сложных переломов ВВ.

Анализ использованных источников показал, что в настоящее время непревзойденным лидером в фиксации колонн и отломков ВВ являются реконструктивные тазовые пластины и канюлированные шурупы. Все шире в разработку и изготовление индивидуальных пластин и других фиксирующих конструкций внедряются аддитивные технологии.

Ключевые слова: переломы; вертлужная впадина; оперативное лечение; фиксаторы; аддитивные технологии.

Как цитировать:

Колесник А.И., Донченко С.В., Солодилов И.М., Иванов Д.А., Суриков В.В., Ярмamedов Д.М. Традиционные и современные подходы к выбору имплантов в лечении свежих переломов вертлужной впадины (обзор литературы) // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 4. С. 39–47. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto82749>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto82749>

Traditional and modern approaches to the choice of implants in the treatment of fresh acetabulum fractures (literature review)

Alexander I. Kolesnik¹, Sergey V. Donchenko², Ivan M. Solodilov³, Dmitriy A. Ivanov⁴, Vladislav V. Surikov⁵, Dmitry M. Yarmamedov⁶

¹ Federal Scientific and Clinical Center of Radiology and Oncology, Dimitrovgrad, Russia;

² Botkin City Clinical Hospital, Moscow, Russia;

³ Kursk City Clinical Hospital No. 4, Kursk, Russia;

⁴ Lytkarino City Hospital, Lytkarino, Moscow region, Russia;

⁵ Russian Medical Academy of Continuing Postgraduate Education, Moscow, Russia;

⁶ Kursk State Medical University, Kursk, Russia

ABSTRACT

One of the modern approaches aimed at improving the results of treatment of acetabulum fractures (AF) is the development of new fixators for columns and fragments of explosives. The frequency of AF fractures is from 2 to 22% of all pelvic injuries. The main cause of this injury is road accidents. In the treatment of AF fractures, open reposition and internal fixation with the use of various types of fixators, including plates made using additive technologies, are widely used. A fairly wide range of used and developed retainer designs is noted, from standard pelvic reconstructive plates, cables, wires, to modern plate designs. There is a clear trend of specialists in the widespread use of additive technologies that provide the manufacture of individual implants for the treatment of complex fractures of the AF. Analysis of the sources used has shown that reconstructive pelvic plates and cannulated screws are currently the unsurpassed leader in fixing columns and fragments of AF. More and more additive technologies are being introduced into the development and manufacture of individual plates and other fixing structures.

Keywords: fractures; acetabulum; surgical treatment; fixators; additive technologies.

To cite this article:

Kolesnik AI, Donchenko SV, Solodilov IM, Ivanov DA, Surikov VV, Yarmamedov DM. Traditional and modern approaches to the choice of implants in the treatment of fresh acetabulum fractures (literature review). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(4):39–47. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto82749>

ВВЕДЕНИЕ

Наравне с объективной актуальностью проблемы лечения переломов ветлужной впадины (ВВ) из-за роста дорожно-транспортного травматизма, реальным усилением тяжести травм, сложностью оперативного лечения, а также осложнениями, возникающими как в до-, так и в послеоперационном периодах, значимость этой важной медико-социальной темы возрастает в связи с постоянным увеличением количества переломов костей таза и ВВ, а также увеличением частоты переломов за последние 25 лет у пациентов старше 60 лет, о чем пишут многие авторы [1–6]. Одно из решений данной проблемы авторы видят в усовершенствовании и создании новых фиксаторов для хирургического лечения переломов ВВ, в том числе с использованием аддитивных технологий [6–10].

Цель данного обзора — проанализировать мировые данные о применении традиционных и современных имплантов для лечения переломов ВВ. Выполнен поиск в базах данных Pubmed/MEDLINE, Embase, Scopus, Cochrane Library, eLibrary источников литературы, опубликованных до 2020 г. включительно и имеющих отношение к переломам ВВ в популяции взрослых пациентов, по ключевым словам: «переломы», «ветлужная впадина», «оперативное лечение», «фиксаторы», «аддитивные технологии».

Критерии включения источников в обзор: язык публикаций — английский, русский; дизайн исследования — клиническое ретро- или проспективное исследование, в котором проводился всесторонний (качественный и количественный) анализ результатов выполнения открытой репозиции и внутренней фиксации при лечении переломов ВВ с учетом применения различных фиксаторов. Критерии исключения: публикации с кратким содержанием и ограниченным объемом необходимой информации; полнотекстовые публикации без подробного анализа результатов использования фиксаторов. В итоге в обзор вошла 41 публикация.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Многие авторы отмечают, что основной причиной данной травмы являются дорожно-транспортные происшествия, при этом переломы ВВ относят и к высокоэнергетическим, и к низкоэнергетическим [6–11]. Для оценки характера перелома и степени смещения отломков проводится рентгенологическое обследование пациентов с выполнением компьютерной томографии поврежденной ВВ и тазобедренного сустава (ТБС) [8, 12, 13]. Переломы исследователи классифицировали по Judet–Letournel и по AO/ASIF [8, 11, 12, 14–16]. Хирургическому лечению подлежали переломы ВВ со смещением, и многоплоскостные, и оскольчатые [1, 11, 15, 17, 18]. Открытая репозиция и внутренняя фиксация (ORIF — open reduction and internal fixation) до настоящего времени остаются стандартным способом лечения переломов ВВ [10, 15, 17–20].

При использовании погружного остеосинтеза переломов ВВ широкое распространение получили различные варианты фиксаторов [21–26].

ОБСУЖДЕНИЕ

G.F. Pennal et al. (1988) в своем исследовании приводят ссылки на статьи по лечению, в том числе оперативному, переломов ВВ, датированные 1909 г. (W.E. Schroeder), 1912 (G.T. Vaughan), 1930 (E. Lexer), 1931 (A.B. Ferguson), 1948 (M.R. Urist), 1954 (M.J. Stewart), (J.C. Pickett), 1957 (G.F. Pennal), 1958 (R.A. Knight). Однако отсутствуют упоминания о фиксаторах переломов, которые использовали упомянутые авторы. Только в работах M.A. Levine (1943), R.B. Elliot (1956), G.F. Pennal et al. (1957) авторы указывают на применение спиц, шурупов и пластин. Позже, в 1988 г., использовали пластины из серии ASIF DC, что обеспечивало компрессию отломков, а также позволяло эксцентричное расположение крепежных винтов, при этом авторы использовали и степлерную фиксацию скобами [19]. По нашему мнению, факт применения новых конструкций с заложенными улучшенными функциями был очередным прогрессивным шагом в дальнейшей разработке более функциональных погружных имплантов. R. Judet et al. (1964) для фиксации переломов ВВ использовали степлерную фиксацию скобами и пластины, причем предпочтение чаще отдавали пластинам и шурупам из виталиума, пластинам, обязательно адаптированным к поверхности кости, в рамках 1 клинического случая применяли от 1 до 2 пластин [11]. E. Letournel (1980) указывает на применение специальных пластин типа Sherman с равноудаленно расположенными отверстиями под шурупы. Авторы разработали пластины с 2 радиусами изгиба на 6 и 12 отверстий, специально адаптированные к тазовому изгибу [15]. Особый интерес вызывает анализ серии исследований, проведенных на протяжении 20 лет (1986–2006) группой ученых во главе с J.M. Matta, представителем школы R. Judet и E. Letournel. Авторы для фиксации переломов ВВ использовали стандартные нейтрализующие пластины, пластины Лена, реконструктивные тазовые пластины и длинные шурупы. В исследованиях по усовершенствованию используемых пластин исследователи делали акцент на разработке от очень ригидных пластин в сторону более гибких [27–30]. M. Tile et al. (2015) приводят данные об использовании пластин, шурупов серкляжей для лечения переломов ВВ. Они рассматривали различные модификации стандартных пластин, реконструктивных тазовых пластин с учетом вариантов переломов ВВ, пружинящих крючковидных пластин (spring hook plate), изогнутых пластин (undercontoured/underbent plate), длинных шурупов (lag screws) с обоснованием применения той или иной конструкции. Исследователи в рамках 1 операции использовали от 1 до 4 пластин. В отдельной главе освещена фиксация переломов ВВ проволочным серкляжем и плетеным кабелем,

показанием для их использования авторы считают наличие оскольчатого перелома дна ВВ с большим смещением фрагментов. По мнению ученых, фиксация серкляжной проволокой может быть применена в экстренных случаях как для репозиции, так и для фиксации переломов ВВ, и в отдельных клинических случаях может быть ценной экономией времени по сравнению с фиксацией пластинами и винтами [31]. J. Li et al. применяли стандартные стальные пластины для фиксации переломов ВВ, полученных во время выполнения первичного эндопротезирования (ПЭ) ТБС [23]. B. Askam and S. Sims (2019) наряду с использованием стандартных классических пластин применяли для фиксации верхнего края ВВ полутрубчатую пластину под 2 шурупа, объясняя ее применение повышением стабильности фиксации [22]. T.T. Manson et al. (2020) приводят примеры применения реконструктивных пластин толщиной 2,7 и 3,5 мм для фиксации задней колонны и задней стенки ВВ, при этом в 1 клиническом случае одновременно использовали от 1 до 3 пластин, с учетом характера перелома [32]. A. Schopfer et al. (1994) изучали фиксирующие свойства пластин: одной 3,5-мм реконструктивной пластиной, двумя 3,5-мм реконструктивными пластинами, одной 4,5-мм длинным винтом с одной реконструктивной пластиной, — и не выявили существенных различий в жесткости для 3 способов фиксации [33]. K. Su et al. (2017) разработали пластину новой конструкции — W-образную пластину для фиксации ВВ, и отметили, что новая методика фиксации пластиной W-образной формы позволила создать биомеханически наиболее жесткую конструкцию для стабилизации перелома задней колонны ВВ [24]. R. Zhang et al. (2019) разработали и применили новый тип анатомической пластины для квадrolатеральной поверхности ВВ (AQSP — anatomic quadrilateral surface plate) с хорошими клиническими результатами [34]. C.L. Hsu et al. (2020) представили случай перелома задней колонны и задней стенки ВВ с задним вывихом бедра. Авторы с целью достижения стабильной фиксации колонны и отломков задней стенки применили оригинальный способ фиксации перелома 4 пластинами, заключающийся в использовании 2 вспомогательных, поддерживающих пластин, и 2 основных стабилизирующих пластин [35]. В указанных работах авторы допускают имплантацию 3 и более пластин для достижения стабильной фиксации колонн и отломков ВВ.

Отмечено, что разработка новых конструкций пластин, особенно в последние 5 лет, тесно связана с успешным интегрированием в ортопедическую и травматологическую практику аддитивных технологий, высокотехнологичных компьютерных систем планирования и 3D-печати. Это новая ступень прорывного технологического процесса с возможностью изготовления индивидуальных имплантов в соответствии с анатомией конкретного пациента и оптимальными биомеханическими свойствами. J.G. Mai et al. (2017) в 3 случаях из 8 пациентов со сложными переломами ВВ применили индивидуально изготовленную

с помощью 3D-печати крыловидную титановую пластину для фиксации перелома передней колонны и четырехугольной поверхности дна ВВ. Авторы сделали вывод, что оперативное лечение сложного перелома ВВ с применением индивидуально изготовленной крыловидной пластины позволяет эффективно повысить качество репозиции и эффект фиксации [36]. D.W. Park et al. (2019) делятся результатами изучения биомеханики фиксации разработанной подковообразной пластины, индивидуально изготовленной с помощью 3D-печати. Авторы считают, что метод электронно-лучевой плавки позволяет непосредственно изготавливать сложные формы металлических конструкций на основе цифровых моделей [37]. H.Y. Wu et al. (2020) разработали новую систему под названием «динамическая передняя пластинчато-винтовая система для четырехугольной поверхности ВВ» (DAPSQ — dynamic anterior plate-screw system for the quadrilateral area), выполненную индивидуально с помощью 3D-печати. Персонализированная пластина DAPSQ может быть изготовлена перед операцией в соответствии с анатомическими параметрами пациента, во время операции не требуется дополнительного формирования и изгиба; ее применение позволяет значительно уменьшить интраоперационную кровопотерю и сократить время операции [38].

Об использовании серкляжей для фиксации переломов ВВ пишут многие авторы. A. Schopfer et al. (1993) при оперативном лечении 100 пациентов использовали проволоочный серкляж (cerclage wires) в 14 случаях. Показанием для его применения были переломы обеих колонн ВВ. Однако, как отмечают авторы, этот способ может быть использован для стабилизации перелома только в качестве дополнительной фиксации [39]. D.C. Mears et al. (1998) при выполнении первичного эндопротезирования тазобедренного сустава для фиксации сложных оскольчатых переломов ВВ у 19 из 57 пожилых пациентов использовали 1–2 мм плетеный кабель (braided cables). Кабель проводили через дополнительные просверленные отверстия диаметром 2,5 мм надвертлужно и через большое и малое седалищные отверстия, укрепляя таким образом четырехгранную поверхность дна ВВ. Применение плетеного кабеля позволяет эффективно стабилизировать перелом в сочетании с гибридным эндопротезированием в рамках используемого классического разреза для эндопротезирования по Hardinge [40]. E. Mouhsine et al. (2014) выполнили 18 пациентам с переломами ВВ фиксацию колонн ВВ плетеным кабелем диаметром 2 мм с восьмеркообразным перекрестом в области четырехгранной поверхности дна ВВ, с последующим выполнением ПЭ ТБС. Авторы указывают, что фиксация с помощью плетеного кабеля обеспечивает адекватную первичную стабильность перелома даже при наличии остеопоротической кости [21]. M. Tile et al. (2015) большое значение уделяют малоинвазивному способу фиксации колонн

ВВ, показания к которому значительно расширились. По мнению авторов, малоинвазивная хирургия переломов ВВ показана, когда выполнение ORIF невозможно. Этот метод сильно зависит от наличия электронно-оптического преобразователя [31].

Обособленно от разбора тенденций в применении и разработке новых конструкций пластин и шурупов для фиксации переломов ВВ находится рассмотрение вопроса использования армирующих колец.

Многие авторы при лечении переломов ВВ, особенно у лиц пожилого возраста, во время выполнения ORIF наравне с пластинами и шурупами применяют укрепляющие опорные кольца. М. Tile et al. (2015), Т. Lont et al. (2019) и Н. Resch et al. (2017) считают, что одновременное применение ORIF с армирующим кольцом у пожилых пациентов со сложными остеопоротическими переломами ВВ уменьшает количество повторных операций, повышает выживаемость имплантов и дает хороший функциональный результат по сравнению с ORIF [5, 31, 41]. Ключевым и знаковым моментом начала использования укрепляющих колец в оперативном лечении переломов ВВ были плохие результаты исходов применения ORIF у пожилых пациентов, что склонило исследователей к рассмотрению вопроса о применении комбинации ORIF и ПЭ ТБС, который называют комбинированной процедурой пластики тазобедренного сустава (CHP — combined hip procedure) [7, 18, 42–45]. Анализ источников объективно подтверждает рост интереса к выполнению ПЭ ТБС, поскольку этот вид лечения дает преимущества в создании качественной стабилизации перелома и, при минимизации повреждений мягкотканых образований, быстрому и значительному снижению болевого синдрома, возможность ранней мобилизации пациента [5, 41, 46–48]. Поддерживая данную концепцию хирургического лечения переломов ВВ, особенно у пожилых пациентов, мы разрабатываем универсальное репозиционно-фиксационное кольцо для хирургического лечения свежих переломов ВВ [49]. Конструктивная особенность кольца позволяет использовать его и как инструмент при выполнении ORIF — надежный погружной имплант, обеспечивающий стабильную фиксацию колонн и отломков ВВ, и как эффективный каркас для цементной фиксации полиэтиленовой чашки при эндопротезировании ВВ. Выполнение ORIF и ПЭ ТБС успешно осуществляется одновременно из доступа Хардинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Загородний Н.В., Колесник А.И., Лазарев А.Ф., и др. Современные тенденции в оперативном лечении больных с повреждениями таза и вертлужной впадины (обзор литературы) // Гений ортопедии. 2020. Т. 26, № 2. С. 266–274. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-2-266-274
2. Wu H., Shang R., Cai X., et al. Single ilioinguinal approach to treat complex acetabular fractures with quadrilateral plate in-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В случаях выполнения ORIF при лечении переломов ВВ стабилизация колонн и отломков осуществляется различными видами реконструктивных пластин, используют 1 или 2 пластины, реже 3 и в исключительных случаях 4 пластины. Пластины применяются как изолированно, так и в комбинации с канюлированными винтами, кабельными и проволочными и серкляжами, степлерными скобами. Все шире в разработку и изготовление индивидуальных пластин и других фиксирующих конструкций внедряются аддитивные технологии. Армирующие кольца используют для укрепления и фиксации колонн и отломков ВВ у пожилых лиц с последующим первичным эндопротезированием ТБС.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: А.И. Колесник, С.В. Донченко — концепция и дизайн исследования; А.И. Колесник, Донченко, Д.А. Иванов, И.М. Солодилов, В.В. Суриков, Д.М. Ярмamedов — сбор и обработка материала; А.И. Колесник, Донченко, Д.А. Иванов, И.М. Солодилов, В.В. Суриков, Д.М. Ярмamedов — написание и редактирование текста.

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. A.I. Kolesnik, S.V. Donchenko — concept and design of the research; A.I. Kolesnik, S.V. Donchenko, D.A. Ivanov, I.M. Solodilov, V.V. Surikov, D.M. Yarmamedov — data collection and processing; A.I. Kolesnik, S.V. Donchenko, D.A. Ivanov, A.V. Solodilov, V.V. Surikov, D.M. Yarmamedov — writing, editing.

Источник финансирования. Не указан.

Funding source. Not specified.

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

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

volvement: outcomes using a novel dynamic anterior plate-screw system // Orthop Surg. 2020. Vol. 12, N 2. P. 488–497. doi: 10.1111/os.12648

3. Wang P., Zhu X., Xu P., et al. Modified ilioinguinal approach in combined surgical exposures for displaced acetabular fractures involving two columns // Springerplus. 2016. Vol. 5, N 1. P. 1602. doi: 10.1186/s40064-016-3316-9

4. Tarun G., Gaganpreet S., Tripathy K.S., et al. Acetabulum fractures in elderly: a systematic review of fracture pattern and treatment // *J Clin Orthop Trauma*. 2020. Vol. 11, N 6. P. 989–1001. doi: 10.1016/j.jcot.2020.09.008
5. Lont T., Nieminen J., Reito A., et al. Total hip arthroplasty, combined with a reinforcement ring and posterior column plating for acetabular fractures in elderly patients: good outcome in 34 patients // *Acta Orthop*. 2019. Vol. 90, N 3. P. 275–280. doi: 10.1080/17453674.2019.1597325
6. Borrelli J. Jr., Anglen J.O., editors. *Arthroplasty for the treatment of fractures in the older patient*. Basel: Springer Nature Switzerland AG, 2018. doi: 10.1007/978-3-319-94202-5_8
7. Колесник А.И., Загородний Н.В., Очкуренко А.А., и др. Осложнения хирургического лечения пациентов со свежими переломами вертлужной впадины: систематический обзор // *Травматология и ортопедия России*. 2021. Т. 27, № 2. С. 144–155. doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-2-144-155
8. Загородний Н.В., Колесник А.И., Лазарев А.Ф., и др. Хирургические доступы при лечении пациентов со свежими переломами вертлужной впадины (обзор литературы) // *Гений ортопедии*. 2021. Т. 27, № 5. С. 610–619. doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-5-610-619
9. Erden A. Fractures – a review of their management // *J Trauma Treat*. 2015. Vol. 4. P. 4. doi: 10.4172/2167-1222.1000278
10. Zhang R., Yin Y., Li A., et al. Three-column classification for acetabular fractures: introduction and reproducibility assessment // *Bone Joint Surg Am*. 2019. Vol. 101, N 22. P. 2015–2025. doi: 10.2106/JBJS.19.00284
11. Judet R., Judet J., Letournel E. Fractures of the acetabulum: classification and surgical approaches for open reduction. Preliminary report // *J Bone Joint Surg Am*. 1964. Vol. 46. P. 1615–1646.
12. Frietman B., Biert J., Edwards M.J.R. Patient-reported outcome measures after surgery for an acetabular fracture // *Bone Joint J*. 2018. Vol. 100-B, N 5. P. 640–645. doi: 10.1302/0301-620x.100b5.bjj-2017-0871.r3
13. Meesters A.M.L., Kraeima J., Banierink H., et al. Introduction of a three-dimensional computed tomography measurement method for acetabular fractures // *PLoS One*. 2019. Vol. 14, N 6. P. e0218612. doi: 10.1371/journal.pone.0218612
14. Kilinc C.Y., Acan A.E., Gultac E., et al. Treatment results for acetabulum fractures using the modified Stoppa approach // *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2019. Vol. 53, N 1. P. 6–14. doi: 10.1016/j.aott.2018.11.003
15. Letournel E. Acetabulum fractures: classification and management // *Clin Orthop Relat Res*. 1980. N 151. P. 81–106.
16. Butler B.A., Lawton C.D., Hashmi S.Z., Stover M.D. The relevance of the Judet and Letournel acetabular fracture classification system in the modern era // *J Orthop Trauma*. 2019. Vol. 33, Suppl 2. P. S3–S7. doi: 10.1097/BOT.0000000000001401
17. Kloen P., Siebenrock K.A., Ganz R. Modification of the ilioinguinal approach // *J Orthop Trauma*. 2002. Vol. 16, N 8. P. 586–593. doi: 10.1097/00005131-200209000-00008
18. Ortega-Briones A., Smith S., Rickman M. Acetabular fractures in the elderly: midterm outcomes of column stabilisation and primary arthroplasty // *Biomed Res Int*. 2017. Vol. 2017. P. 4651518. doi: 10.1155/2017/4651518
19. Pennal G.F., Davidson J., Garside H., Plewes J. Results of treatment of acetabular fractures // *Clin Orthop Relat Res*. 1980. N 151. P. 115–123.
20. Liu Z., Jia J., Zhang Y., et al. Internal fixation of complicated acetabular fractures directed by preoperative surgery with 3D printing models // *Orthop Surg*. 2017. Vol. 9, N 2. P. 257–260. doi: 10.1111/os.12324
21. Mouhsine E., Garofalo R., Borens O., et al. Cable fixation and early total hip arthroplasty in the treatment of acetabular fractures in elderly patients // *J Arthroplasty*. 2004. Vol. 19, N 3. P. 344–348. doi: 10.1016/j.arth.2003.08.020
22. Askam B., Sims S. Supplemental superior buttress plating for the treatment of posterolateral wall acetabulum fractures // *J Orthop Trauma*. 2019. Vol. 33, Suppl 2. P. S27–S31. doi: 10.1097/bot.0000000000001394
23. Li J., Ji Q., Ni M., et al. Management of intraoperative acetabular fracture in primary total hip arthroplasty // *BMC Musculoskelet Disord*. 2020. Vol. 21, N 1. P. 383. doi: 10.1186/s12891-020-03356-5
24. Su K., Liu S., Wu T., et al. Posterior column acetabular fracture fixation using a W-shaped angular plate: a biomechanical analysis // *PLoS One*. 2017. Vol. 12, N 11. P. e0187886. doi: 10.1371/journal.pone.0187886
25. Vanlommel J., Vanderschot P.J. Acetabular fracture after hip hemiarthroplasty: one stage procedure to a total hip arthroplasty after stabilization of the fracture by means of cerclage wires // *J Orthop Case Rep*. 2017. Vol. 7, N 6. P. 20–23. doi: 10.13107/jocr.2250-0685.932
26. Yucens M., Alemdaroglu K.B., Ozmeric A., et al. Acetabular anterior column fracture by finite element modeling // *Turk J Med Sci*. 2019. Vol. 49, N 1. P. 442–448. doi: 10.3906/sag-1806-72
27. Matta J.M., Mehne D.K., Roffi R. Fractures of acetabulum. Early results of a prospective study // *Clin Orthop Relat Res*. 1986. N 205. P. 241–250.
28. Matta J.M., Merritt P.O. Displaced acetabular fractures // *Clin Orthop Relat Res*. 1988. N 230. P. 83–97.
29. Matta J.M. Operative treatment of acetabular fractures through the ilioinguinal approach. A 10-year perspective // *Clin Orthop Relat Res*. 1994. N 305. P. 10–19.
30. Matta J.M. Operative treatment of acetabular fractures through the ilioinguinal approach. A 10-year perspective // *J Orthop Trauma*. 2006. Vol. 20, N 1. P. S20–S29. doi: 10.1097/01.bot.0000202389.40246.c0
31. Tile M., Helfet D.L., Kellam J.F., Vrahas M. *Fractures of the pelvis and acetabulum. Principles and methods of management*. 4th ed. Davos: AO Publishing, 2015.
32. Manson T.T. Open Reduction and internal fixation plus total hip arthroplasty for the acute treatment of older patients with acetabular fracture: surgical techniques // *Orthop Clin N Am*. 2020. Vol. 51, N 1. P. 13–26. doi: 10.1016/j.jocl.2019.08.006
33. Schopfer A., DiAngelo D., Hearn T., et al. Biomechanical comparison of methods of fixation of isolated osteotomies of the posterior acetabular column // *Int Orthop*. 1994. Vol. 18, N 2. P. 96–101. doi: 10.1007/bf02484418
34. Zhang R., Yin Y., Li S., et al. Fixation of displaced acetabular fractures with an anatomic quadrilateral surface plate through the Stoppa approach // *Orthopedics*. 2019. Vol. 42, N 2. P. e180–e186. doi: 10.3928/01477447-20181227-03
35. Hsu C.L., Chou Y.C., Li Y.T., et al. Pre-operative virtual simulation and three-dimensional printing techniques for the surgical management of acetabular fractures // *Int Orthop*. 2018. Vol. 43, N 8. P. 1969–1976. doi: 10.1007/s00264-018-4111-8
36. Mai J.G., Gu C., Lin X.Z., et al. Application of three-dimensional printing personalized acetabular wing-plate in treatment of complex

acetabular fractures via lateral-rectus approach // *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2017. Vol. 55, N 3. P. 172–178. (In Chinese). doi: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2017.03.003

37. Park D.W., Lim A., Park J.W., et al. Biomechanical evaluation of a new fixation type in 3D-printed periacetabular implants using a finite element simulation // *Appl Sci*. 2019. Vol. 9, N 5. P. 820. doi: 10.3390/app9050820

38. Wu H.Y., Shao Q.P., Song C.J., et al. Personalized three-dimensional printed anterior titanium plate to treat double-column acetabular fractures: a retrospective case-control study // *Orthop Surg*. 2020. Vol. 12, N 4. P. 1212–1222. doi: 10.1111/os.12741

39. Schopfer A., Willet K., Powel J., Tile M. Cerclage wiring in internal fixation of acetabular fracture // *J Orthop Trauma*. 1993. Vol. 7, N 3. P. 236–241. doi: 10.1097/00005131-199306000-00007

40. Mears D.C., Shirahama M. Stabilization of an acetabular fracture with cables for acute total hip arthroplasty // *J Arthroplasty*. 1998. Vol. 13, N 1. P. 104–107. doi: 10.1016/s0883-5403(98)90084-5

41. Resch H., Krappinger D., Moroder P., et al. Treatment of acetabular fractures in older patients-introduction of a new implant for primary total hip arthroplasty // *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017. Vol. 137, N 4. P. 549–556. doi: 10.1007/s00402-017-2649-3

42. Borg T., Hernefalk B., Hailer N.P. Acute total hip arthroplasty combined with internal fixation for displaced acetabular fractures in the elderly: a short-term comparison with internal fixation alone after a minimum of two years // *Bone Joint J*. 2019. Vol. 101-B, N 4. P. 478–483. doi: 10.1302/0301-620X.101B4.BJJ-2018-1027.R2

43. Herscovici D. Jr., Lindvall E., Bolhofner B., Scaduto J.M. The combined hip procedure: open reduction internal fixation combined with total hip arthroplasty for the management of acetabular fractures

in the elderly // *J Orthop Trauma*. 2010. Vol. 24, N 5. P. 291–296. doi: 10.1097/BOT.0b013e3181b1d22a

44. Joffroy P.; Bone and Joint Trauma Study Group (GETRAUM). Indications and technical challenges of total hip arthroplasty in the elderly after acetabular fracture // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2014. Vol. 100, N 2. P. 193–197. doi: 10.1016/j.otsr.2014.01.001

45. Simko P., Braunsteiner T., Vajczikova S. Early primary total hip arthroplasty for acetabular fractures in elderly patients // *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2006. Vol. 73, N 4. P. 275–282. (In Slovak).

46. Rickman M., Young J., Bircher M., et al. The management of complex acetabular fractures in the elderly with fracture fixation and primary total hip replacement // *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2012. Vol. 38, N 5. P. 511–516. doi: 10.1007/s00068-012-0231-9

47. Hanschen M., Pesch S., Huber-Wagner S., Biberthaler P. Management of acetabular fractures in the geriatric patient // *SICOT J*. 2017. Vol. 3. P. 37. doi: 10.1051/sicotj/2017026

48. Cecil A., Yu J.W., Rodriguez V.A., et al. High- versus low-energy acetabular fracture outcomes in the geriatric population // *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2020. Vol. 11. P. 2151459320939546. doi: 10.1177/2151459320939546

49. Saxer F., Studer P., Jakob M. Open stabilization and primary hip arthroplasty in geriatric patients with acetabular fractures: combination of minimally invasive techniques // *Unfallchirurg*. 2011. Vol. 114, N 12. P. 1122–1127. (In German). doi: 10.1007/s00113-011-2064-0

50. Колесник А.И., Гаврюшенко Н.С., Фомин Л.В., и др. Репозиционно-фиксационное кольцо для оперативного лечения пациентов с переломами вертлужной впадины (предварительные результаты статических испытаний) // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2021. Т. 28, № 2. С. 29–38. doi: 10.17816/vto77159

REFERENCES

1. Zagorodny NV, Kolesnik AI, Lazarev AF, et al. Current trends in the surgical treatment of patients with pelvic and acetabulum injuries (literature review). *Genii ortopedii*. 2020;26(2):266–274. (In Russ). doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-2-266-274

2. Wu H, Shang R, Cai X, et al. Single ilioinguinal approach to treat complex acetabular fractures with quadrilateral plate involvement: outcomes using a novel dynamic anterior plate-screw system. *Orthop Surg*. 2020;12(2):488–497. doi: 10.1111/os.12648

3. Wang P, Zhu X, Xu P, et al. Modified ilioinguinal approach in combined surgical exposures for displaced acetabular fractures involving two columns. *Springerplus*. 2016;5(1):1602. doi: 10.1186/s40064-016-3316-9

4. Tarun G, Gaganpreet S, Tripathy KS, et al. Acetabulum fractures in elderly: a systematic review of fracture pattern and treatment. *J Clin Orthop Trauma*. 2020;11(6):989–1001. doi: 10.1016/j.jcot.2020.09.008

5. Lont T, Nieminen J, Reito A, et al. Total hip arthroplasty, combined with a reinforcement ring and posterior column plating for acetabular fractures in elderly patients: good outcome in 34 patients. *Acta Orthop*. 2019;90(3):275–280. doi: 10.1080/17453674.2019.1597325

6. Borrelli J Jr, Anglen JO, editors. *Arthroplasty for the treatment of fractures in the older patient*. Basel: Springer Nature Switzerland AG; 2018. doi: 10.1007/978-3-319-94202-5_8

7. Kolesnik AI, Zagorodny NV, Ochurenko AA, et al. Complications of surgical treatment of patients with fresh acetabulum fractures: a systematic review. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2021;27(2):144–155. (In Russ). doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-2-144-155

8. Zagorodny NV, Kolesnik AI, Lazarev AF, et al. Surgical approaches in the treatment of patients with fresh acetabulum fractures (literature review). *Genii Ortopedii*. 2021;27(5):610–619. (In Russ). doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-5-610-619

9. Erden A. Fractures – a review of their management. *J Trauma Treat*. 2015;4:4. doi: 10.4172/2167-1222.1000278

10. Zhang R, Yin Y, Li A, et al. Three-column classification for acetabular fractures: introduction and reproducibility assessment. *Bone Joint Surg Am*. 2019;101(22):2015–2025. doi: 10.2106/JBJS.19.00284

11. Judet R, Judet J, Letournel E. Fractures of the acetabulum: classification and surgical approaches for open reduction. Preliminary report. *J Bone Joint Surg Am*. 1964;46:1615–1646.

12. Fietman B, Biert J, Edwards MJR. Patient-reported outcome measures after surgery for an acetabular fracture. *Bone Joint J*. 2018;100-B(5):640–645. doi: 10.1302/0301-620X.100b5.bjj-2017-0871.r3

13. Meesters AML, Kraeima J, Banierink H, et al. Introduction of a three-dimensional computed tomography measurement method for acetabular fractures. *PLoS One*. 2019;14(6):e0218612. doi: 10.1371/journal.pone.0218612

14. Kilinc CY, Acan AE, Gultac E, et al. Treatment results for acetabulum fractures using the modified Stoppa approach. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2019;53(1):6–14. doi: 10.1016/j.aott.2018.11.003

15. Letournel E. Acetabulum fractures: classification and management. *Clin Orthop Relat Res*. 1980;(151):81–106.

16. Butler BA, Lawton CD, Hashmi SZ, Stover MD. The relevance of the Judet and Letournel acetabular fracture classification sys-

- tem in the modern era. *J Orthop Trauma*. 2019;33 Suppl 2:S3–S7. doi: 10.1097/BOT.0000000000001401
17. Kloen P, Siebenrock KA, Ganz R. Modification of the ilioinguinal approach. *J Orthop Trauma*. 2002;16(8):586–593. doi: 10.1097/00005131-200209000-00008
18. Ortega-Briones A, Smith S, Rickman M. Acetabular fractures in the elderly: midterm outcomes of column stabilisation and primary arthroplasty. *Biomed Res Int*. 2017;2017:4651518. doi: 10.1155/2017/4651518
19. Pennal GF, Davidson J, Garside H, Plewes J. Results of treatment of acetabular fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1980;(151):115–123.
20. Liu Z, Jia J, Zhang Y, et al. Internal fixation of complicated acetabular fractures directed by preoperative surgery with 3D printing models. *Orthop Surg*. 2017;9(2):257–260. doi: 10.1111/os.12324
21. Mouhsine E, Garofalo R, Borens O, et al. Cable fixation and early total hip arthroplasty in the treatment of acetabular fractures in elderly patients. *J Arthroplasty*. 2004;19(3):344–348. doi: 10.1016/j.arth.2003.08.020
22. Askam B, Sims S. Supplemental superior buttress plating for the treatment of posterosuperior wall acetabulum fractures. *J Orthop Trauma*. 2019;33 Suppl 2:S27–S31. doi: 10.1097/bot.0000000000001394
23. Li J, Ji Q, Ni M, et al. Management of intraoperative acetabular fracture in primary total hip arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020;21(1):383. doi: 10.1186/s12891-020-03356-5
24. Su K, Liu S, Wu T, et al. Posterior column acetabular fracture fixation using a W-shaped angular plate: a biomechanical analysis. *PLoS One*. 2017;12(11):e0187886. doi: 10.1371/journal.pone.0187886
25. Vanlommel J, Vanderschot PJ. Acetabular fracture after hip hemiarthroplasty: one stage procedure to a total hip arthroplasty after stabilization of the fracture by means of cerclage wires. *J Orthop Case Rep*. 2017;7(6):20–23. doi: 10.13107/jocr.2250-0685.932
26. Yücens M, Alemdaroğlu KB, Özmeriç A, et al. Acetabular anterior column fracture by finite element modeling. *Turk J Med Sci*. 2019;49(1):442–448. doi: 10.3906/sag-1806-72
27. Matta JM, Mehne DK, Roffi R. Fractures of acetabulum. Early results of a prospective study. *Clin Orthop Relat Res*. 1986;(205):241–250.
28. Matta JM, Merritt PO. Displaced acetabular fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;(230):83–97.
29. Matta JM. Operative treatment of acetabular fractures through the ilioinguinal approach. A 10-year perspective. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;(305):10–19.
30. Matta JM. Operative treatment of acetabular fractures through the ilioinguinal approach. A 10-year perspective. *J Orthop Trauma*. 2006;20(1):S20–S29. doi: 10.1097/01.bot.0000202389.40246.c0
31. Tile M, Helfet DL, Kellam JF, Vrahas M. *Fractures of the pelvis and acetabulum. Principles and methods of management*. 4th ed. Davos: AO Publishing; 2015.
32. Manson TT. Open Reduction and internal fixation plus total hip arthroplasty for the acute treatment of older patients with acetabular fracture: surgical techniques. *Orthop Clin N Am*. 2020;51(1):13–26. doi: 10.1016/j.jocl.2019.08.006
33. Schopfer A, DiAngelo D, Hearn T, et al. Biomechanical comparison of methods of fixation of isolated osteotomies of the posterior acetabular column. *Int Orthop*. 1994;18(2):96–101. doi: 10.1007/bf02484418
34. Zhang R, Yin Y, Li S, et al. Fixation of displaced acetabular fractures with an anatomic quadrilateral surface plate through the Stoppa approach. *Orthopedics*. 2019;42(2):e180–e186. doi: 10.3928/01477447-20181227-03
35. Hsu CL, Chou YC, Li YT, et al. Pre-operative virtual simulation and three-dimensional printing techniques for the surgical management of acetabular fractures. *Int Orthop*. 2018;43(8):1969–1976. doi: 10.1007/s00264-018-4111-8
36. Mai JG, Gu C, Lin XZ, et al. Application of three-dimensional printing personalized acetabular wing-plate in treatment of complex acetabular fractures via lateral-rectus approach. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2017;55(3):172–178. (In Chinese). doi: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2017.03.003
37. Park DW, Lim A, Park JW, et al. Biomechanical evaluation of a new fixation type in 3D-printed periacetabular implants using a finite element simulation. *Appl Sci*. 2019;9(5):820. doi: 10.3390/app9050820
38. Wu HY, Shao QP, Song CJ, et al. Personalized three-dimensional printed anterior titanium plate to treat double-column acetabular fractures: a retrospective case-control study. *Orthop Surg*. 2020;12(4):1212–1222. doi: 10.1111/os.12741
39. Schopfer A, Willet K, Powell J, Tile M. Cerclage wiring in internal fixation of acetabular fracture. *J Orthop Trauma*. 1993;7(3):236–241. doi: 10.1097/00005131-199306000-00007
40. Mears DC, Shirahama M. Stabilization of an acetabular fracture with cables for acute total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1998;13(1):104–107. doi: 10.1016/s0883-5403(98)90084-5
41. Resch H, Krappinger D, Moroder P, et al. Treatment of acetabular fractures in older patients-introduction of a new implant for primary total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017;137(4):549–556. doi: 10.1007/s00402-017-2649-3
42. Borg T, Hernefalk B, Hailer NP. Acute total hip arthroplasty combined with internal fixation for displaced acetabular fractures in the elderly: a short-term comparison with internal fixation alone after a minimum of two years. *Bone Joint J*. 2019;101-B(4):478–483. doi: 10.1302/0301-620X.101B4.BJJ-2018-1027.R2
43. Herscovici D Jr, Lindvall E, Bolhofner B, Scaduto JM. The combined hip procedure: open reduction internal fixation combined with total hip arthroplasty for the management of acetabular fractures in the elderly. *J Orthop Trauma*. 2010;24(5):291–296. doi: 10.1097/BOT.0b013e3181b1d22a
44. Jouffroy P, Bone and Joint Trauma Study Group (GETRAUM). Indications and technical challenges of total hip arthroplasty in the elderly after acetabular fracture. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2014;100(2):193–197. doi: 10.1016/j.otsr.2014.01.001
45. Simko P, Braunsteiner T, Vajczikova S. Early primary total hip arthroplasty for acetabular fractures in elderly patients. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2006;73(4):275–282. (In Slovak).
46. Rickman M, Young J, Bircher M, et al. The management of complex acetabular fractures in the elderly with fracture fixation and primary total hip replacement. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2012;38(5):511–516. doi: 10.1007/s00068-012-0231-9
47. Hanschen M, Pesch S, Huber-Wagner S, Biberthaler P. Management of acetabular fractures in the geriatric patient. *SICOT J*. 2017;3:37. doi: 10.1051/sicotj/2017026
48. Cecil A, Yu JW, Rodriguez VA, et al. High- versus low-energy acetabular fracture outcomes in the geriatric population. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2020;11:2151459320939546. doi: 10.1177/2151459320939546
49. Saxer F, Studer P, Jakob M. Open stabilization and primary hip arthroplasty in geriatric patients with acetabular fractures: combination of minimally invasive techniques. *Unfallchirurg*. 2011;114(12):1122–1127. (In German). doi: 10.1007/s00113-011-2064-0
50. Kolesnik AI, Gavryushenko NS, Fomin LV, et al. Repositional fixation ring for surgical treatment of patients with acetabulum fractures (preliminary results of static tests). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(2):29–38. (In Russ). doi: 10.17816/vto77159

ОБ АВТОРАХ

***Александр Иванович Колесник**, д-р мед. наук, профессор,
врач – травматолог-ортопед;
адрес: Россия, 433507, Димитровград, ул. Курчатова, 5в;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1435-8743>;
e-mail: ko-lesnik@mail.ru

Сергей Викторович Донченко, канд. мед. наук,
врач – травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3341-7446>;
e-mail: Don_03@mail.ru

Иван Михайлович Солодилов, врач – травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8219-5582>;
e-mail: Ivan_s_007@mail.ru

Дмитрий Александрович Иванов, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5821-6774>;
e-mail: Ivanovda2001@mail.ru

Владислав Владимирович Суриков, аспирант,
врач – травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3668-2376>;
e-mail: Airbag366@yandex.ru

Дмитрий Муталифович Ярмamedов, ассистент,
врач-офтальмолог; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4580-5502>;
e-mail: D-yarmamedov@mail.ru

AUTHORS INFO

***Alexander Ivanovich Kolesnik**, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.),
professor, traumatologist-orthopedist;
address: 5v Kurchatova str., Dimitrovgrad, 433507, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1435-8743>;
e-mail: ko-lesnik@mail.ru

Sergey V. Donchenko, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3341-7446>;
e-mail: Don_03@mail.ru

Ivan M. Solodilov, MD, traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8219-5582>;
e-mail: Ivan_s_007@mail.ru

Dmitriy A. Ivanov, MD, traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5821-6774>;
e-mail: Ivanovda2001@mail.ru

Vladislav V. Surikov, postgraduate student,
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3668-2376>;
e-mail: Airbag366@yandex.ru

Dmitry M. Yarmamedov, assistant, ophthalmologist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4580-5502>;
e-mail: D-yarmamedov@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author