



# ОРИГИНАЛЬНЫЙ ОСТЕОСИНТЕЗ НЕСТАБИЛЬНЫХ ПЕРЕЛОМОВ АТЛАНТА: АНАЛИЗ СЕРИИ НАБЛЮДЕНИЙ

И.Ю. Лисицкий<sup>1</sup>, В.Н. Рашидов<sup>2</sup>, А.В. Лычагин<sup>1</sup>, А.Ю. Заров<sup>1</sup>, А.Л. Коркунов<sup>1</sup>, В.Г. Черепанов<sup>1</sup>,  
И.А. Вязанкин<sup>1</sup>, Е.Ю. Целищева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Россия

<sup>2</sup>Клинический госпиталь «Лапино», Одинцово, Россия

**Цель исследования.** Оценка эффективности оригинальной методики хирургического лечения нестабильных переломов атланта.

**Материал и методы.** В исследование включены 8 пациентов с изолированными нестабильными переломами атланта типа IIIВ по классификации Gehweiler (перелом Jefferson), оперированных с использованием оригинальной методики остеосинтеза. Двухфрагментарные переломы были у пяти больных, трехфрагментарные — у трех. Повреждение поперечной связки типа I по Dickman et al. — 2 случая, типа II — 6. Всем пациентам выполнили остеосинтез из заднего доступа с использованием разработанного способа устранения атлантаксиальной нестабильности.

**Результаты.** В послеоперационном периоде отмечено снижение интенсивности боли по ВАШ на 5–7 баллов (в среднем 6,6). Контрольное обследование подтвердило консолидацию переломов атланта у всех больных. Среднее значение переднего атлантодентального интервала после операции не превысило  $3,10 \pm 0,54$  мм. Амплитуда ротации головы достигла  $145,00^\circ \pm 8,29^\circ$ . В одном случае имела инфекция области хирургического вмешательства, в другом — ликворея.

**Заключение.** Описанный в статье оригинальный способ реконструкции функции поперечной связки при остеосинтезе дает возможность устранить нестабильность, избежав при этом блока ротации в атлантаксиальном сочленении, что улучшает функциональные исходы хирургического лечения. Представленные результаты свидетельствуют об эффективности техники и позволяют рассматривать предложенный оригинальный способ остеосинтеза атланта как метод выбора при хирургическом лечении нестабильных переломов C<sub>1</sub> позвонка с повреждением поперечной связки типов I и II по Dickman et al. Для достоверной оценки метода необходимы дальнейшие исследования на достаточном клиническом материале.

**Ключевые слова:** перелом атланта; остеосинтез переломов атланта; атлантаксиальная нестабильность.

Для цитирования: Лисицкий И.Ю., Рашидов В.Н., Лычагин А.В., Заров А.Ю., Коркунов А.Л., Черепанов В.Г., Вязанкин И.А., Целищева Е.Ю. Оригинальный остеосинтез нестабильных переломов атланта: анализ серии наблюдений // Хирургия позвоночника. 2025. Т. 22. № 1. С. 53–61.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2025.1.53-61>.

## ORIGINAL SURGICAL TECHNIQUE OF UNSTABLE ATLAS FRACTURE OSTEOSYNTHESIS: CASE SERIES ANALYSIS

I.Yu. Lisitsky<sup>1</sup>, V.N. Rashidov<sup>2</sup>, A.V. Lychagin<sup>1</sup>, A.Yu. Zarov<sup>1</sup>, A.L. Korkunov<sup>1</sup>, V.G. Cherepanov<sup>1</sup>, I.A. Vyazankin<sup>1</sup>, E.Yu. Tselishcheva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sechenov University, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Lapino Clinical Hospital, Odintsovo district, Moscow region, Russia

**Objective.** To evaluate the effectiveness of the original technique of surgical treatment of unstable fractures of the atlas.

**Material and Methods.** The study included 8 patients with isolated unstable Gehweiler type III B atlas fractures (Jefferson fracture) operated on using original surgical technique of osteosynthesis. Two-part fractures were present in five patients, and three-part fractures — in three patients. Dickman's type I transverse ligament injury was observed in 2 cases, and that of type II — in 6. All patients underwent osteosynthesis through the posterior approach using the developed method for eliminating atlantoaxial instability.

**Results.** In the postoperative period, a decrease in the VAS pain intensity by 5–7 points (on average 6.6) was noted. Control examination confirmed consolidation of the atlas fractures in all patients. The average value of the anterior atlantodental interval after surgery did not exceed  $3.10 \pm 0.54$  mm. The amplitude of head rotation reached  $145.00^\circ \pm 8.29^\circ$ . Complications included surgical site infection in one case and cerebrospinal fluid leakage in another.

**Conclusion.** The described original surgical technique of reconstructing the transverse ligament function during osteosynthesis makes it possible to eliminate instability, while avoiding the rotation block in the atlantoaxial joint, which improves the functional outcomes of surgical treatment. The presented results indicate the effectiveness of the method and allow considering the proposed new technique of atlas osteosynthesis as a method of choice in the surgical treatment of unstable C1 fractures with Dickman's type I and II transverse ligament injury. Further studies on sufficient clinical material are necessary for a reliable assessment of the method.

**Key Words:** atlas fracture; osteosynthesis of atlas fractures; atlantoaxial instability.

Please cite this paper as: Lisitsky IYu, Rashidov VN, Lychagin AV, Zarov AYU, Korkunov AL, Cherepanov VG, Vyazankin IA, Tselishcheva EYu. Original surgical technique of unstable atlas fracture osteosynthesis: case series analysis. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2025;22(1):53–61. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2025.1.53-61>.

Переломы атланта составляют от 2 до 13 % всех переломов шейного отдела позвоночника [1–5]. Первое сообщение о переломе атланта было сделано Соорер в 1822 г. по данным аутопсии. В 1920 г. Jefferson описал взрывной перелом атланта, который в дальнейшем был назван в его честь [2]. Только в 33 % случаев переломы атланта являются изолированными повреждениями. В большинстве наблюдений они сочетаются с другими травмами позвоночника, из них в 40–44 % – с переломами С<sub>2</sub> позвонка [1, 3, 4, 6]. Согласно последним исследованиям, показатели травматизма имеют бимодальное возрастное распределение с первым незначительным пиком во вторую–третью декаду жизни и с последующим экспоненциальным ростом, достигают максимума после 80 лет. Переломы атланта у лиц пожилого возраста являются следствием падения с высоты собственного роста, тогда как у молодых людей доминирующей причиной являются высокоэнергетические повреждения, большую часть которых составляют дорожно-транспортные происшествия. Соотношение мужчин и женщин с переломом атланта – 1,3 : 1,0 [7]. При изолированных переломах атланта неврологические осложнения наблюдаются крайне редко, что связано с особенностями строения первого шейного позвонка [1–4, 6]. Большинство переломов атланта являются стабильными повреждениями. К нестабильным повреждениям относится взрывной перелом, при котором чрезмерное осевое воздействие раскалывает позвонок в двух, трех или четырех точках, приводя к латеральному смещению одной или обеих боковых масс с сопутствующим разрывом поперечной связки, что соответствует типу IIIВ по классификации Gehweiler. Классический перелом Jefferson с формированием четырех фрагментов встречается крайне редко. Гораздо чаще наблюдаются взрывные переломы с формированием двух или трех фрагментов кольца [8]. Повреждение поперечной связки в виде непо-

средственного разрыва связки (тип I по Dickman et al.) или отрыва ее вместе с костным фрагментом от места крепления к боковой массе (тип II) является причиной атлантоаксиальной нестабильности [1–6, 8–12].

Эволюция методов хирургического лечения нестабильных переломов С<sub>1</sub> позвонка идет по пути минимизации объема и травматичности вмешательств, улучшения функциональных исходов. Проведение репозиции отломков, устранение атлантоаксиальной нестабильности стали базовыми принципами современной концепции оперативного лечения нестабильных переломов атланта. Одним из таких методов является остеосинтез фрагментов кольца атланта, выполняемый из заднего доступа [13–17].

Цель исследования – оценка эффективности оригинальной методики хирургического лечения нестабильных переломов атланта.

### Материал и методы

Проведен анализ результатов остеосинтеза изолированных нестабильных переломов атланта типа IIIВ по классификации Gehweiler из заднего доступа с использованием разработанного способа устранения атлантоаксиальной нестабильности (заявка на патент № 2024117013). В исследование включены 8 пациентов (5 мужчин и 3 женщины) 27–48 лет (в среднем 37,3 года). Двухфрагментарные переломы были у пяти больных, трехфрагментарные – у трех. Повреждение поперечной связки типа I по Dickman et al. – 2 случая, типа II – 6. У пяти пациентов причиной переломов атланта было падение с высоты, у трех – дорожно-транспортные происшествия. Все повреждения на момент оперативного вмешательства были «свежими». Оценивали клиническую симптоматику и ее динамику в послеоперационном периоде, длительность операций и объем кровопотери, полноценность репозиции, стабильность оперированных сегментов позвоночника, сроки консолидации переломов, восстановление ротации головы.

Клиническая картина была представлена болевым синдромом с интенсивностью по ВАШ от 5 до 7 баллов и ограничением движений головы. Неврологические расстройства у всех пациентов отсутствовали.

Верификация диагноза базировалась на стандартных в таких случаях МРТ, КТ, трансаторальной и функциональной спондилографии.

Всем пациентам выполнили остеосинтез переломов атланта из заднего доступа с использованием разработанного способа устранения атлантоаксиальной нестабильности.

**Хирургическая техника.** Оперативное вмешательство проводили в прональном положении пациента с фиксацией головы в скобе Mayfield. Доступ осуществляли из срединного разреза длиной около 5–7 см. Производили скелетирование задней дуги и боковых масс атланта, остистого отростка и дуги С<sub>2</sub> позвонка. Техническим нюансом данного вмешательства является контроль кровотока из венозного сплетения, окружающего Арнольдов нерв. Для этого скелетирование боковой массы выполняли поднадкостнично, начиная с нижнего края дуги атланта. При возникновении интенсивного кровотечения из венозного сплетения его остановка легко выполняется биполярной коагуляцией и тампонадой гемостатическими материалами. С помощью низкооборотистой дрели в боковых массах просверливали отверстия и вкручивали полиаксиальные винты. К головке винта, установленного в дислоцированную боковую массу, фиксировали стержень. Репозицию перелома достигали контракцией между винтами. После чего стержень блокировался в головке винта с контрлатеральной стороны. Далее петлей из стальной проволоки или прочной лавсановой нити стержень фиксировали к остистому отростку С<sub>2</sub> позвонка в положении максимального разгибания головы (рис. 1).

На 2–3-й день после вмешательства проводили КТ для контроля репозиции и положения элементов металлоконструкции. Иммобилизацию шей-

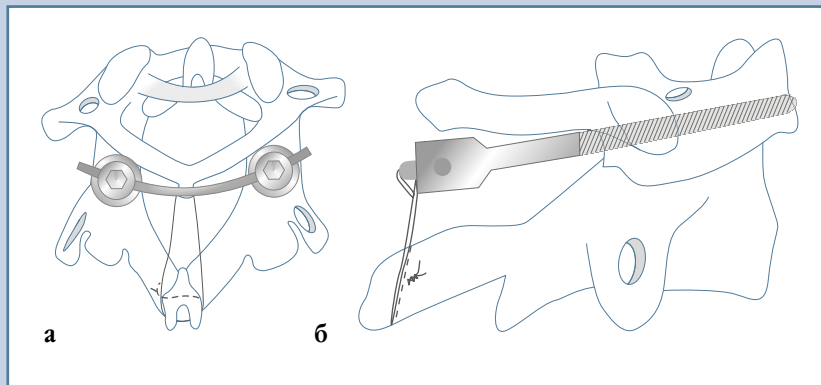
**Рис. 1**

Схема оперативного вмешательства, вид сзади (а) и вид сбоку (б): остеосинтез нестабильного перелома атланта двумя винтами, введенными в боковые массы, и фиксированным между ними в поперечном направлении стержня с реконструкцией функции поперечной связки с помощью серкляжной проволоки, натянутой между стержнем и остистым отростком С<sub>2</sub> позвонка

ным головодержателем осуществляли в течение двух месяцев. Первые полгода пациентов осматривали каждые 2 мес., через 4 и 6 мес. после операции выполняли функциональную спондилографию и КТ для мониторинга состояния костного сращения и стабильности оперированного сегмента позвоночника, а также измеряли амплитуду ротации головы. Финальную оценку восстановления вращательных движений головой у большинства больных проводили спустя 12 мес.

## Результаты

Средний срок наблюдения составил  $15,75 \pm 5,14$  мес. (от 12 до 24 мес.). Основные сведения о пациентах и результаты хирургического лечения представлены в табл. Длительность операции варьировала от 60 до 120 мин (в среднем  $88,70 \pm 18,15$  мин), а объем кровопотери – от 70 до 150 мл (в среднем  $96,20 \pm 25,95$  мл). За период наблюдения интенсивность боли снизилась на 5–7 баллов (в среднем 6,6). Послеоперационные спондилометрические показатели суммарного латерального смещения боковых масс атланта ( $1,28 \pm$

$1,02$  мм, диапазон –  $0,0$ – $3,0$  мм), измеренные по методу Spence et al., были значительно меньше, чем предоперационные ( $7,17 \pm 0,60$ , диапазон –  $6,2$ – $8,1$  мм) параметры. По данным функциональной спондилографии показатели переднего атлантоденального расстояния после вмешательства ( $3,10 \pm 0,54$  мм, диапазон –  $2,0$ – $4,0$  мм) также заметно отличались от дооперационных ( $5,07 \pm 0,99$  мм, диапазон –  $4,0$ – $7,1$  мм) значений. Контрольное обследование во всех случаях подтвердило сращение нестабильных переломов атланта. Средний срок консолидации составил  $5,25 \pm 0,96$  мес. Амплитуда ротации головы у пациентов, перенесших остеосинтез атланта, через 1 год после операции достигла  $145,00^\circ \pm 8,29^\circ$  (рис. 2, 3). Нарушений целостности элементов металлоконструкции, в том числе и серкляжной проволоки, не наблюдали.

В одном случае была инфекция области хирургического вмешательства, которую успешно купировали с помощью приточно-отточного дренирования раны. Ликворею, наблюдавшуюся у одного больного в послеоперационном периоде, устранили посредством люмбального дренирования в течение семи дней.

## Обсуждение

Оценка целостности поперечной связки имеет решающее значение для определения тактики лечения переломов атланта. Факт разрыва поперечной связки позволяет говорить о наличии атлантоаксиальной нестабильности [1–6]. Dickman et al. выделили 2 типа повреждения связки: разрыв на протяжении связки соответствовал типу I; отрыв поперечной связки с костным фрагментом от места фиксации к боковой массе – типу II [9, 10]. Объективная визуализация разрыва возможна в некоторых случаях в остром периоде травмы с помощью МРТ. При застарелых переломах атланта МРТ теряет диагностическое значение. РКТ дает возможность верифицировать повреждение поперечной связки в случае ее авульсии от места крепления. При типе I разрыва по Dickman et al. РКТ не имеет диагностической ценности.

В связи с этим большое значение приобретают методы косвенной оценки целостности поперечной связки. Одним из них является «правило Spence». Spence et al., моделируя истинные переломы Jefferson в серии опытов с трупными блоками, установили, что разрыв поперечной связки происходит при силе дистракции, равной в среднем 580 N, и среднем суммарном расхождении боковых масс атланта относительно боковых поверхностей аксиса, равном 6,9 мм [18].

Однако Dickman и Sonntag указали на несоответствие условий исследования клиническому механизму травмы, так как в эксперименте не были учтены силы противодействия дистракции, которые оказывают мягкие ткани и мышцы, отсутствовавшие у трупных блоков. Целостность поперечной связки они оценивали с помощью МРТ, настаивая на большей объективности этого метода по сравнению с измерением суммарного расхождения боковых масс атланта по данным спондилографии. В их серии опытов установлено, что в 60 % случаев «правило Spence» не позволяло верифицировать повреждение поперечной связки [9, 10].

Таблица

Основные сведения о пациентах и результаты хирургического лечения

| Паци-<br>енты                                            | Пол | Возраст,<br>лет | Механизм<br>травмы | Тип повреж-<br>дения<br>поперечной<br>связки<br>по Dickman<br>et al. | Длитель-<br>ность<br>операции,<br>мин | Объем<br>кровопо-<br>тери,<br>мл | ВАШ, баллы     |                   | Суммарное<br>расхождение боковых<br>масс атланта, мм |                   | Передний атланто-<br>дентальный<br>интервал, мм |                   | Амплитуда<br>ротации<br>головы<br>после<br>операции,<br>град. | Ослож-<br>нения | Срок<br>костной<br>консоли-<br>дации<br>перелома,<br>мес. | Срок<br>наблю-<br>дения,<br>мес. |
|----------------------------------------------------------|-----|-----------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------|-------------------|------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                                                          |     |                 |                    |                                                                      |                                       |                                  | до<br>операции | после<br>операции | до<br>операции                                       | после<br>операции | до<br>операции                                  | после<br>операции |                                                               |                 |                                                           |                                  |
| 1                                                        | Ж   | 41              | Падение            | II                                                                   | 80                                    | 120                              | 6              | 0                 | 8,1                                                  | 0,8               | 7,1                                             | 3,6               | 140                                                           | —               | 6                                                         | 12                               |
| 2                                                        | М   | 27              | ДТП                | II                                                                   | 110                                   | 100                              | 6              | 1                 | 7,1                                                  | 2,0               | 5,2                                             | 3,0               | 130                                                           | —               | 6                                                         | 12                               |
| 3                                                        | М   | 40              | Падение            | II                                                                   | 90                                    | 70                               | 6              | 0                 | 6,2                                                  | 1,1               | 6,2                                             | 4,0               | 145                                                           | ИОХВ            | 4                                                         | 18                               |
| 4                                                        | М   | 38              | Падение            | II                                                                   | 75                                    | 70                               | 7              | 1                 | 6,6                                                  | 0,0               | 4,8                                             | 3,2               | 150                                                           | Ликво-<br>рея   | 4                                                         | 24                               |
| 5                                                        | М   | 31              | ДТП                | II                                                                   | 60                                    | 80                               | 7              | 1                 | 6,8                                                  | 1,0               | 4,4                                             | 2,0               | 150                                                           | —               | 4                                                         | 12                               |
| 6                                                        | Ж   | 47              | Падение            | I                                                                    | 80                                    | 100                              | 6              | 0                 | 7,2                                                  | 0,0               | 4,0                                             | 2,8               | 160                                                           | —               | 6                                                         | 12                               |
| 7                                                        | М   | 27              | ДТП                | II                                                                   | 95                                    | 80                               | 5              | 0                 | 7,9                                                  | 3,0               | 4,7                                             | 3,0               | 140                                                           | —               | 6                                                         | 24                               |
| 8                                                        | Ж   | 48              | Падение            | I                                                                    | 120                                   | 150                              | 5              | 0                 | 7,5                                                  | 2,4               | 4,2                                             | 3,2               | 145                                                           | —               | 6                                                         | 12                               |
| Среднее арифметическое ± среднее квадратичное отклонение |     |                 |                    |                                                                      |                                       |                                  | 6,00 ±<br>0,70 | 0,37 ±<br>0,48    | 7,17 ±<br>0,60                                       | 1,28 ±<br>1,02    | 5,07 ±<br>0,99                                  | 3,10 ±<br>0,54    | 145,00 ±<br>8,29                                              | —               | 5,25 ±<br>0,96                                            | 15,75<br>± 5,14                  |

ИОХВ — инфекция области хирургического вмешательства; ДТП — дорожно-транспортное происшествие.

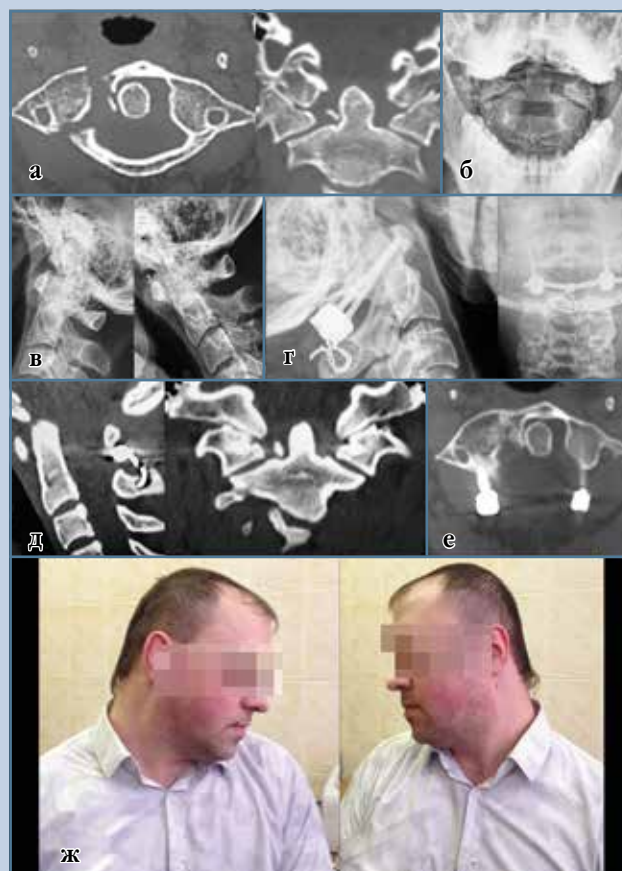
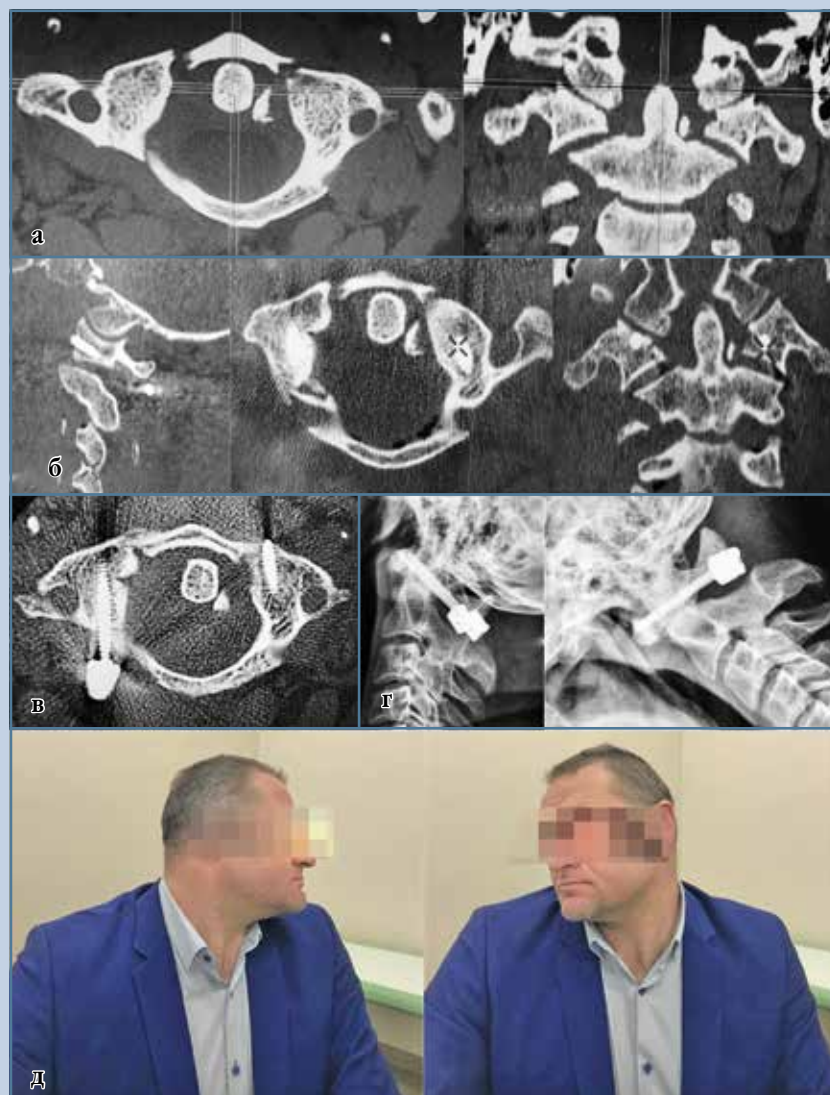


Рис. 2

Результаты обследования пациента до и после хирургического лечения: **а** – на КТ в аксиальной и фронтальной проекциях двухфрагментарный нестабильный перелом атланта типа III по Gehweiler с авульсией поперечной связки от боковой массы (повреждение типа II по Dickman et al.); **б** – на трансаксиальной спондилограмме латеральное смещение боковых масс атланта, суммарное значение которого 7,9 мм; **в** – на функциональных спондилограммах в положении разгибания и сгибания шейного отдела позвоночника атлантоаксиальная нестабильность с увеличением щели сустава Крюгеля до 4,7 мм в положении наклона головы; **г** – контрольные рентгенограммы сразу после операции в боковой и прямой проекциях, выполнен остеосинтез перелома атланта с реконструкцией функции поперечной связки серкляжной проволокой; **д** – контрольные КТ сразу после операции в сагиттальной и фронтальной проекциях, восстановлены анатомические взаимоотношения в атланто-аксиальном сочленении; **е** – контрольная КТ в аксиальной проекции через 12 мес. после операции, костное сращение перелома атланта; **ж** – фотографии пациента через 12 мес. после операции при повороте головы влево и вправо, восстановление амплитуды ротации головы до физиологических показателей

**Рис. 3**

Результаты обследования пациента до и после хирургического лечения: **а** – на КТ в аксиальной и фронтальной проекциях трехфрагментарный нестабильный перелом атланта типа III по Gehweiler с авульсией поперечной связки от боковой массы (повреждение типа II по Dickman et al.); **б** – на КТ в сагиттальной, аксиальной и фронтальной проекциях сразу после операции показан остеосинтез перелома атланта с реконструкцией функции поперечной связки лавсаном; **в** – на контрольной КТ в аксиальной проекции через 6 мес. после операции костное сращение перелома атланта; **г** – на функциональных спондилограммах в положении разгибания и сгибания шейного отдела позвоночника атлантоаксиальная нестабильность не выявляется; **д** – фотографии пациента через 6 мес. после операции при повороте головы влево и вправо, восстановление амплитуды ротации головы до физиологических показателей

Heller et al. [19] высказали мнение о необходимости увеличить среднее суммарное расхождение боковых масс

атланта в «правиле Spence» до 8,1 мм из-за искажения передачи размеров объекта при спондилографии на 18 %.

В настоящее время ряд авторов критически оценивают объективность этого способа диагностики повреждения поперечной связки атланта, указывая на отсутствие четкой корреляции между цифрами суммарного смещения боковых масс атланта и фактом разрыва поперечной связки [3–5, 9, 10, 17].

Так, в нашей серии клинических наблюдений суммарное расхождение боковых масс атланта у трех больных составило менее 6,9 мм при верифицированном отрыве поперечной связки от места крепления вместе с костным фрагментом (тип II по Dickman et al.), что также свидетельствует против абсолютной специфичности «правила Spence». Вместе с тем у всех пациентов мы наблюдали изменение переднего атлантодентального расстояния при функциональной спондилографии, что говорит о большой диагностической значимости этого метода исследования. Таким образом, только комплексная оценка данных РКТ, МРТ, а также функциональной и трансаксиальной спондилографии позволяет верифицировать разрыв поперечной связки типа I по Dickman et al.

Тактика лечения нестабильных переломов атланта до сих пор остается предметом дискуссий. Консервативное лечение доминировало вплоть до конца XX в. Длительная иммобилизация шейными ортезами различных модификаций или гало-фиксация представляют мучительное испытание для пациентов, серьезно сказывающееся на качестве жизни и не гарантирующее, как показала практика, положительного исхода [3, 4, 11, 12]. Так, по данным мультицентрового исследования, проведенного Dvorak et al. [20], консервативное лечение нестабильных переломов вследствие неправильного сращения кольца атланта приводило к развитию таких отдаленных последствий, как посттравматический артроз и нестабильность. Наиболее неблагоприятные результаты наблюдали у пациентов с суммарным расхождением боковых масс атланта, рав-

ным 7 мм. Segal et al. [21] установили прямую взаимосвязь между степенью смещения отломков и частотой несращений.

С начала 2000-х гг. тактика лечения нестабильных переломов атланта была пересмотрена с учетом предыдущего опыта [2–4, 11–17, 22–28]. Наблюдается активное внедрение хирургических методов лечения. Этому немало способствует развитие современных медицинских технологий.

На сегодняшний день арсенал методов хирургического лечения нестабильных переломов атланта представлен окципитоспондилодезом, задней винтовой фиксацией  $C_1$ – $C_2$  позвонков по Harms и трансартикулярной фиксацией по Magerl, открытой репозицией и остеосинтезом отломков  $C_1$  позвонка из заднего и трансорального доступа.

Окципитоспондилодез является традиционным методом хирургического лечения нестабильных переломов атланта. Однако, помимо неоправданно завышенного объема и травматичности вмешательства, он негативно влияет на подвижность головы. В силу чего краниоцервикальная фиксация при переломах  $C_1$  позвонка в настоящее время практически не используется. На сегодняшний день спектр применения окципитоспондилодеза ограничен оскольчатыми переломами боковой массы атланта и последствиями переломов  $C_1$  позвонка [15, 17].

В 2001 г. Harms и Melcher [22] описали заднюю винтовую фиксацию  $C_1$ – $C_2$  позвонков для лечения травм и заболеваний верхнешейного отдела позвоночника, которая нашла свое применение и при хирургическом лечении нестабильных переломов атланта типа III В по классификации Gehweiler. Помимо прочего, методика позволяет проводить инструментальную коррекцию дислокаций и устранять атлантоаксиальную нестабильность [22]. Контракция между стержнями металлоконструкции с помощью коннектора дает возможность репонировать отломки при использовании данной техники [11, 12]. По мнению ряда авторов [3, 4, 23], фиксация  $C_1$ – $C_2$  позвонков оправдана при неста-

бильных переломах атланта с повреждением поперечной связки типа I по Dickman et al., когда полноценное восстановление ее целостности невозможно [3, 4, 6, 9–11]. Очевидным недостатком инструментальной фиксации  $C_1$ – $C_2$  позвонков является двигательный блок в атлантоаксиальном сочленении, существенно ограничивающий амплитуду ротации головы.

Техника трансартикулярной фиксации  $C_1$ – $C_2$  позвонков, описанная еще в 1987 г. Magerl et al., из-за сложности установки винта в дислоцированную боковую массу и связанных с этим осложнений не нашла широкого применения при хирургическом лечении нестабильных переломов атланта [3, 24].

В 2004 г. Ruf et al. [25] впервые внедриli остеосинтез нестабильных переломов атланта из трансорального доступа. По сравнению с фиксацией  $C_1$ – $C_2$  позвонков по Harms и по Magerl, преимуществами данной методики являются возможность полноценной репозиции с восстановлением конгруэнтности суставных поверхностей атлантоокципитального и атлантоаксиального сочленений, а также сохранение амплитуды ротации головы. Высокий риск осложнений, связанных с доступом, в первую очередь инфекционных, сложность вмешательства и необходимость применения специальных металлоконструкций стали препятствием на пути широкого внедрения трансорального остеосинтеза в клиническую практику [12, 14, 23, 26]. Тем не менее эта концепция привела к смене парадигмы развития хирургии нестабильных переломов атланта.

В 2006 г. Böhm et al. [13] описали комбинированный остеосинтез, смысл которого заключался в репозиции отломков с помощью контракции соединенных стержнем винтов, введенных бикортикально сзади в боковые массы атланта с последующей трансоральной стяжкой концов винтов серпянкой проволокой, став, по сути, родоначальниками новой методики хирургического лечения нестабильных переломов  $C_1$  позвонка, выполняемой из заднего доступа.

Внедренный в практику остеосинтез отломков  $C_1$  позвонка, выполняемый из заднего доступа, является, как нам кажется, наиболее оптимальной техникой хирургического лечения нестабильных переломов атланта, главные преимущества которой в возможности полноценной репозиции с восстановлением конгруэнтности суставных поверхностей атлантоокципитального и атлантоаксиального сочленений, сохранение подвижности верхнешейного отдела позвоночника, минимальный объем и травматичность вмешательства. Необходимо отметить также, что остеосинтез нестабильных переломов атланта выполняется с использованием стандартных винтовых металлоконструкций для шейного отдела позвоночника, что является важным преимуществом данной методики. Вместе с тем это не решает проблему атлантоаксиальной нестабильности вследствие разрыва поперечной связки. По мнению ряда авторов [15–17, 23, 26, 27], восстановление анатомических взаимоотношений в атлантоокципитальном и атлантоаксиальном сочленениях и консолидация переломов атланта, наряду с рубцеванием капсулосвязочного аппарата, компенсируют функциональную недостаточность поперечной связки атланта и предотвращают нестабильность на уровне  $C_1$ – $C_2$  позвонков в послеоперационном периоде. Другие считают, что остеосинтез нестабильных переломов атланта показан только при повреждении поперечной связки типа II по Dickman et al. В этом случае, с их точки зрения, восстанавливается анатомическая целостность поперечной связки вследствие консолидации костного фрагмента с местом отрыва от боковой массы атланта, что позволяет избежать развития атлантоаксиальной нестабильности в послеоперационном периоде [3, 4, 11, 12, 28].

Корректное сращение капсулосвязочного аппарата атлантоаксиального сочленения после остеосинтеза нестабильного перелома  $C_1$  позвонка исключено даже при минимальной подвижности, устранить кото-

рую полностью с помощью внешней иммобилизации в послеоперационном периоде невозможно. Проблема атлантоаксиальной нестабильности при остеосинтезе переломов атланта типа IIIВ по классификации Gehweiler из заднего доступа натолкнула нас на мысль воссоздания функции поперечной связки с помощью серкляжной проволоки или лавсановой нити, натянутой между стержнем и остистым отростком С<sub>2</sub> позвонка в положении максимального разгибания головы. Этот технический прием дает возможность устранить переднюю трансляцию атланта при сгибании головы и способствует полноценному рубцеванию капсулосвязочного аппарата, что позволяет предотвратить атлантоаксиальную нестабильность. Вместе с тем петля проволоки или лавсановой нити, фиксированная к стержню, не блокирует ротацию в атлантоаксиальном сочленении в той степени, как это наблюдается при использова-

нии задней винтовой фиксации С<sub>1</sub>–С<sub>2</sub> позвонков.

### Заключение

Открытая репозиция и стабильная фиксация отломков позволяют добиться восстановления анатомической целостности кольца атланта и конгруэнтности суставных поверхностей атлантоокципитального и атлантоаксиального сочленений, что выгодно отличает непосредственный остеосинтез переломов С<sub>1</sub> позвонка типа IIIВ по Gehweiler из заднего доступа от других методик. Сохранение ротационных движений в верхнешейном отделе позвоночника является очевидным преимуществом данной техники. Приведенный в статье оригинальный способ реконструкции функции поперечной связки при остеосинтезе дает возможность устранить нестабильность, избежав при этом блока ротации в атлантоак-

сиальном сочленении, что улучшает функциональные исходы хирургического лечения.

Представленные результаты свидетельствуют об эффективности техники и позволяют рассматривать предложенный оригинальный способ остеосинтеза атланта как метод выбора при хирургическом лечении нестабильных переломов С<sub>1</sub> позвонка с повреждением поперечной связки типов I и II по Dickman et al. Однако для достоверной оценки метода необходимы дальнейшие исследования на достаточном клиническом материале.

*Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Проведение исследования одобрено локальными этическими комитетами учреждений.*

*Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.*

### Литература/References

- Fiedler N, Spiegl UJA, Jarvers JS, Josten C, Heyde CE, Osterhoff G. Epidemiology and management of atlas fractures. Eur Spine J. 2020;29:2477–2483. DOI: 10.1007/s00586-020-06317-7
- Ryken TC, Aarabi B, Dhall SS, Gelb DE, Hurlbert RJ, Rozzelle CJ, Theodore N, Walters BC, Hadley MN. Management of isolated fractures of the atlas in adults. Neurosurgery. 2013;72 Suppl 2:127–131. DOI: 10.1227/NEU.0b013e318276ee2a
- Kandziora F, Chapman JR, Vaccaro AR, Schroeder GD, Scholz M. Atlas fractures and atlas osteosynthesis: a comprehensive narrative review. J Orthop Trauma. 2017;31 Suppl 4:S81–S89. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000942
- Kandziora F, Scholz M, Pingel A, Schleicher P, Yildiz U, Kluger P, Pumberger M, Korge A, Schnake KJ. Treatment of atlas fractures: recommendations of the Spine Section of the German Society for Orthopaedics and Trauma (DGOU). Global Spine J. 2018;8(2 Suppl):5S–11S. DOI: 10.1177/2192568217726304
- Kopparapu S, Mao G, Judy BF, Theodore N. Fifty years later: the “rule of Spence” is finally ready for retirement. J Neurosurg Spine. 2022;37:149–156. DOI: 10.3171/2021.12.SPINE211188
- Kakarla UK, Chang SW, Theodore N, Sonntag VK. Atlas fractures. Neurosurgery. 2010;66(3 Suppl):60–67. DOI: 10.1227/01.NEU.0000366108.02499.8F
- Matthiessen C, Robinson Y. Epidemiology of atlas fractures – a national registry-based cohort study of 1537 cases. Spine. 2015;15:2332–2337. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.06.052
- Hays MB, Alker GJ Jr. Fractures of the atlas vertebra. The two-part burst fracture of Jefferson. Spine. 1988;13:601–603.
- Dickman CA, Greene KA, Sonntag VK. Injuries involving the transverse atlantal ligament: classification and treatment guidelines based upon experience with 39 injuries. Neurosurgery. 1996;38:44–50. DOI: 10.1097/00006123-199601000-00012
- Dickman CA, Sonntag VK. Injuries involving the transverse atlantal ligament: classification and treatment guidelines based upon experience with 39 injuries. Comment. Neurosurgery. 1997;40:886–887. DOI: 10.1097/00006123-199704000-00061
- Kim MK, Shin JJ. Comparison of radiological and clinical outcomes after surgical reduction with fixation or halo-vest immobilization for treating unstable atlas fractures. Acta Neurochir (Wien). 2019;161:685–693. DOI: 10.1007/s00701-019-03824-5
- Shin JJ, Kim KR, Shin J, Kang J, Lee HJ, Kim TW, Hong JT, Kim SW, Ha Y. Surgical versus conservative management for treating unstable atlas fractures: a multicenter study. Neurospine. 2022;19:1013–1025. DOI: 10.14245/ns.2244352.176
- Böhm H, Kayser R, El Saghir H, Heyde CE. [Direct osteosynthesis of instable Gehweiler Type III atlas fractures. Presentation of a dorsoventral osteosynthesis of instable atlas fractures while maintaining function]. Unfallchirurg. 2006;109:754–760. DOI: 10.1007/s00113-006-1081-x In German.
- Jo KW, Park IS, Hong JT. Motion-preserving reduction and fixation of C1 Jefferson fracture using a C1 lateral mass screw construct. J Clin Neurosci. 2011;18:695–698. DOI: 10.1016/j.jocn.2010.08.033
- Bransford R, Falicov A, Nguyen Q, Chapman J. Unilateral C-1 lateral mass sagittal split fracture: an unstable Jefferson fracture variant. J Neurosurg Spine. 2009;10:466–473. DOI: 10.3171/2009.1.SPINE0870
- Bransford R, Chapman JR, Bellabarba C. Primary internal fixation of unilateral C1 lateral mass sagittal split fractures: a series of 3 cases. J Spinal Disord Tech. 2011;24:157–163. DOI: 10.1097/BSD.0b013e3181e12419
- Koller H, Resch H, Tauber M, Zenner J, Augat P, Penzkofer R, Acosta F, Kolb K, Kathrein A, Hitzl W. A biomechanical rationale for C1-ring osteosynthesis as treatment for displaced Jefferson burst fractures with incompetency of the transverse atlantal ligament. Eur Spine J. 2010;19:1288–1298. DOI: 10.1007/s00586-010-1380-3

18. **Spence KF Jr, Decker S, Sell KW.** Bursting atlantal fracture associated with rupture of the transverse ligament. *J Bone Joint Surg Am.* 1970;52:543–549. DOI: 10.2106/00004623-197952030-00013
19. **Heller JG, Viroslav S, Hudson T.** Jefferson fractures: the role of magnification artifact in assessing transverse ligament integrity. *J Spinal Disord.* 1993;6:392–396. DOI: 10.1097/00002517-199306050-00004
20. **Dvorak MF, Johnson MG, Boyd M, Johnson G, Kwon BK, Fisher CG.** Long-term health-related quality of life outcomes following Jefferson-type burst fractures of the atlas. *J Neurosurg Spine.* 2005;2:411–417. DOI: 10.3171/spi.2005.2.4.0411
21. **Segal LS, Grimm JO, Stauffer ES.** Non-union of fractures of the atlas. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69:1423–1434. DOI: 10.2106/00004623-198769090-00017
22. **Harms J, Melcher RP.** Posterior C1–C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation. *Spine.* 2001;26:2467–2471. DOI: 10.1097/00007632-200111150-00014
23. **Rajasekaran S, Soundararajan DCR, Shetty AP, Kanna RM.** Motion-preserving navigated primary internal fixation of unstable C1 fractures. *Asian Spine J.* 2020;14:466–474. DOI: 10.31616/asj.2019.0189
24. **Elliott RE, Tanweer O, Boah A, Morsi A, Ma T, Frempong-Boadu A, Smith ML.** Outcome comparison of atlantoaxial fusion with transarticular screws and screw-rod constructs: meta-analysis and review of literature. *J Spinal Disord Tech.* 2014;27:11–28. DOI: 10.1097/BSD.0b013e318277da19
25. **Ruf M, Melcher R, Harms J.** Transoral reduction and osteosynthesis C1 as a function-preserving option in the treatment of unstable Jefferson fractures. *Spine.* 2004;29: 823–827. DOI: 10.1097/01.brs.0000116984.42466.7e
26. **Niu HG, Zhang JJ, Yan YZ, Yang K, Zhang YS.** Direct osteosynthesis in the treatment of atlas burst fractures: a systematic review. *J Orthop Surg Res.* 2024;19:129. DOI: 10.1186/s13018-024-04571-9
27. **Shatsky J, Bellabarba C, Nguyen Q, Bransford RJ.** A retrospective review of fixation of C1 ring fractures - does the transverse atlantal ligament (TAL) really matter? *Spine J.* 2016;16:372–379. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.11.041
28. **Ames CP, Acosta F, Nottmeier E.** Novel treatment of basilar invagination resulting from an untreated C-1 fracture associated with transverse ligament avulsion. Case report and description of surgical technique. *J Neurosurg Spine.* 2005;2:83–87. DOI: 10.3171/spi.2005.2.1.0083

**Адрес для переписки:**

Лисицкий Игорь Юрьевич  
119048, Россия, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2,  
Первый МГМУ им. И.М. Сеченова,  
doclis73.73@mail.ru

**Address correspondence to:**

Lisitsky Igor Yuryevich  
Sechenov University,  
8-2 Trubetskaya str., Moscow, 119048, Russia,  
doclis73.73@mail.ru

Статья поступила в редакцию 03.08.2024

Рецензирование пройдено 10.10.2024

Подписано в печать 25.10.2024

Received 03.08.2024

Review completed 10.10.2024

Passed for printing 25.10.2024

Игорь Юрьевич Лисицкий, канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Россия, 119048, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2, ORCID: 0000-0003-2475-6278, doclis73.73@mail.ru;  
Вадим Нариманович Рашидов, врач-нейрохирург отделения нейрохирургии, клинический госпиталь «Латино», Россия, 143081, Московская область, Одинцовский городской округ, д. Латино, 1-е Успенское шоссе, 111, ORCID: 0009-0008-7692-2091, dmrasbidov@mail.ru;

Алексей Владимирович Лычагин, д-р мед. наук, проф., заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Россия, 119048, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2, ORCID: 0000-0002-2202-8149, dr.lychagin@mail.ru;

Алексей Юрьевич Заров, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Россия, 119048, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2, ORCID: 0000-0001-6381-5651, zarow@mail.ru;

Алексей Леонидович Коркунов, канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Россия, 119048, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2, ORCID: 0000-0001-6331-0290, alekskorkunov@yandex.ru;

Вадим Геннадьевич Черепанов, д-р мед. наук, проф. кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Россия, 119048, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2, ORCID: 0000-0003-0797-6383, vug\_cherepanov@mail.ru;

Иван Антонович Вязанкин, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Россия, 119048, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2, ORCID: 0000-0002-8020-2950, vzuzvzvan@mail.ru;

Евгения Юрьевна Целищева, канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Россия, 119048, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2, ORCID: 0000-0002-1669-3935, tjanetrav-ort@bk.ru.

Igor Yuryevich Lisitsky, MD, PhD, Associate Professor of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, Sechenov University, 8-2 Trubetskaya str., Moscow, 119048, Russia, ORCID: 0000-0003-2475-6278, doclis73.73@mail.ru;

Vadim Narimanovich Rasbidov, neurosurgeon, Neurosurgical Department, Lapino Clinical Hospital, 111 1st Uspenskoe highway, Lapino village, Odintsovo urban district, Moscow region, 143081, Russia, ORCID: 0009-0008-7692-2091, dmrasbidov@mail.ru;

Aleksey Vladimirovich Lychagin, DMSc, Prof., Head of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, Sechenov University, 8-2 Trubetskaya str., Moscow, 119048, Russia, ORCID: 0000-0002-2202-8149, dr.lychagin@mail.ru;

Aleksey Yuryevich Zarov, Assistant Professor of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, Sechenov University, 8-2 Trubetskaya str., Moscow, 119048, Russia, ORCID: 0000-0001-6381-5651, zarow@mail.ru;

*Aleksey Leonidovich Korkunov, MD, PhD, Associate Professor of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, Sechenov University, 8-2 Trubetskaya str., Moscow, 119048, Russia, ORCID: 0000-0001-6331-0290, alekskorkunov@yandex.ru;*

*Vadim Gemadievich Cherepanov, DMSc, Professor of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, Sechenov University, 8-2 Trubetskaya str., Moscow, 119048, Russia, ORCID: 0000-0003-0797-6383, cvg\_cherepanov@mail.ru;*

*Ivan Antonovich Vyazankin, Assistant Professor of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, Sechenov University, 8-2 Trubetskaya str., Moscow, 119048, Russia, ORCID: 0000-0002-8020-2950, vzvzvzan@mail.ru;*

*Evgeniya Yuryevna Tselishcheva, MD, PhD, Associate Professor of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, Sechenov University, 8-2 Trubetskaya str., Moscow, 119048, Russia, ORCID: 0000-0002-1669-3935, tjanetrav-ort@bk.ru.*