

УДК 616.721.7-001.7-057.36-089

<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-2-63-73>

© Хоминец В.В., Надулич К.А., Нагорный Е.Б., Теремшонок А.В., Кудяшев А.Л., Аверкиев Д.В., Стрельба А.А., 2020 г.

## ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ С МНОГОУРОВНЕВЫМ СПОНДИЛОЛИЗОМ ПОЯСНИЧНЫХ ПОЗВОНКОВ (КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ)

В. В. Хоминец, К. А. Надулич, Е. Б. Нагорный\*, А. В. Теремшонок, А. Л. Кудяшев,  
Д. В. Аверкиев, А. А. Стрельба

Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

*Цель.* Продемонстрировать эффективность методики изолированной фиксации многоуровневых спондилолизных дефектов у пациентов молодого возраста.

*Материалы и методы.* Прооперированы двое военнослужащих молодого возраста с многоуровневым спондилолизом поясничных позвонков (LII, LIV и LV, LV).

*Результаты и их обсуждение.* Пациентам выполнены костная аутопластика и остеосинтез дужек позвонков комбинированной ламинарно-транспедикулярной системой в виде «винт-стержень-крюк». Получены хорошие анатомические и функциональные результаты.

*Заключение.* Возможность избежать фиксации интактных позвоночно-двигательных сегментов позволяет достичь хороших результатов лечения и отнести данную операцию к разряду органосохраняющих.

**Ключевые слова:** морская медицина, спондилолиз, фиксация, хирургическое лечение

© Khominets V.V., Nadulich K.A., Nagorny E.B., Teremshonok A.V., Kudyashev A.L., Averkiev D.V., Strelba A.A., 2020

## SURGICAL TREATMENT OF MILITARY WITH MULTILEVEL LUMBAR VERTEBRAL SPONDYLOLYSIS

Vladimir V. Khominets, Konstantin A. Nadulich, Evgeniy B. Nagorny\*, Andrey V. Teremshonok,  
Alexey L. Kudyashev, Dmitriy V. Averkiev, Alexander A. Strelba  
S. M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

*Purpose.* To demonstrate the effectiveness of an isolated fixation technique of multilevel spondylosis disorders in young patients.

*Materials and methods.* Two military men were operated for multilevel spondylosis of lumbar vertebra (LII, LIV and LV, LV).

*Results and discussion.* Patients underwent bone autoplasty and osteosynthesis of vertebral arches using hybrid lamina transpedicular system in a screw-rod-hook form. Good anatomic and functional results were got.

*Conclusion.* Avoidance of fixation of intact functional spinal units allows to achieve good treatment results and classify this operation as organ sparing surgery.

**Key words:** marine medicine, spondylosis, fixation, surgical treatment

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Хоминец В.В., Надулич К.А., Нагорный Е.Б., Теремшонок А.В., Кудяшев А.Л., Аверкиев Д.В., Стрельба А.А. Хирургическое лечение военнослужащих с многоуровневым спондилолизом поясничных позвонков (клиническое наблюдение) // *Морская медицина*. 2020. Т. 6, № 2. С. 63–73. <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-2-63-73>.

Контакт: Нагорный Евгений Борисович, [polartravma@rambler.ru](mailto:polartravma@rambler.ru)

**Conflict of interest:** the authors stated that there is no potential conflict of interest.

**For citation:** Khominets V.V., Nadulich K.A., Nagorny E.B., Teremshonok A.V., Kudyashev A.L., Averkiev D.V., Strelba A.A. Surgical treatment of military with multilevel spondylosis of lumbar vertebra (clinical observation) // *Marine medicine*. 2020. Vol. 6, No. 2. P. 63–73. <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-2-63-73>.

Contact: Nagorny Evgeniy Borisovich, [polartravma@rambler.ru](mailto:polartravma@rambler.ru)

**Введение.** Под спондилолизом понимают дефект межсуставной части дужки позвонка между верхним и нижним суставными отростками. Частота спондилолиза в популяции составляет от 3% до 9% и выше у молодых спортсменов, что объясняется постоянными повышенными нагрузками, которые испытывает позвоночник. Дефект межсуставной части дужки обычно носит двусторонний характер, наиболее часто встречается на уровне позвонка L<sub>V</sub> (85–95%), значительно реже — на уровне L<sub>IV</sub> (5–15%) [1, с. 731; 2, с. 16; 3, с. 1]. По данным Е. Г. Скрябина (2019), двухуровневые поражения встречаются редко (1%), что обуславливает определенные трудности у практикующих ортопедов в определении тактики лечения. Опубликованные сведения, посвященные этой проблеме, представлены единичными сообщениями в зарубежной литературе [4, с. 161].

Заболевание, как правило, протекает бессимптомно и нередко является «рентгенологической находкой». Однако в ряде случаев спондилолиз сопровождается стойким болевым вертеброгенным синдромом различной степени интенсивности. Спондилолиз — одна из наиболее частых причин (около 50%) болевого синдрома в нижней части спины у спортсменов молодого возраста [1, с. 731; 3, с. 1; 5, с. 1]. При длительно сохраняющемся болевом синдроме у пациентов происходит выраженное ограничение физической и, в ряде случаев, повседневной активности [2, с. 16].

Клинический диагноз подтверждают данными лучевых методов исследования. Рентгенография позвоночника в стандартных проекциях позволяет исключить альтернативную причину болевого синдрома и оценить степень дегенеративных изменений, функциональная спондилография — исключить нестабильность позвоночно-двигательного сегмента (ПДС). В настоящее время для инструментальной диагностики спондилолиза широко используют компьютерную томографию (КТ), однофотонную эмиссионную компьютерную томографию, а также магнитно-резонансную томографию (МРТ) позвоночника.

На протяжении последних десятилетий общепринятой методикой хирургического лечения пациентов данной категории является транспедикулярная фиксация позвоночника и спондилодез. Существенным недостатком этих операций является стойкая утрата дви-

жений в фиксированном ПДС, что приводит к перегрузке сопредельных с ним сегментов, вызывая болезнь «смежного уровня» [3, с. 2; 5, с. 1; 6, с. 1651].

**Материалы и методы.** В 2018 г. в клинике военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова было прооперировано двое пациентов с многоуровневым двусторонним спондилолизом поясничных позвонков с болевым синдромом. Каждому пациенту было выполнено клиническое и рентгенологическое обследование, которое в обязательном порядке включало стандартную и функциональную рентгенографию, а также КТ и МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника. На спондилограммах в стандартных проекциях в положении стоя (оптимально — рентгелетометрия позвоночника, Full Spine X-Ray) исследовали общий сагиттальный профиль позвоночника, позвоночно-тазовый и фронтальный баланс. При функциональной рентгенографии поясничного отдела позвоночника (сгибание–разгибание) оценивали стабильность пораженного позвоночно-двигательного сегмента. По данным КТ определяли ширину дефекта межсуставной части дужки и распространенность зоны остеосклероза, оценивали наличие остеофитов в зоне спондилолизных дефектов, обращенных в сторону позвоночного канала, которые могут быть причиной невралгической компрессии и поэтому требуют удаления. По данным МРТ определяли степень дегенеративного поражения нижележащего межпозвонкового диска и косвенно оценивали наличие сегментарной нестабильности (признак Modic I типа).

Показаниями к хирургическому лечению являлись: нестабильный спондилолиз, спондилолизный спондилолистез I степени со стойким болевым вертеброгенным синдромом при дегенеративно-дистрофических изменениях межпозвонкового диска (на уровне спондилолиза) не более I–II степени по шкале Pfirmann [7, с. 1875].

Обоим пациентам была выполнена операция — костная аутопластика, задний спондилодез дужек скомпрометированных поясничных позвонков (pars defect repair, PDR) ламинарно-транспедикулярной системой. Операцию можно условно разделить на пять этапов. На первом этапе под контролем ЭОПа проводили транспедикулярные (предпочтительно полиаксиальные) винты в позвонки со спондилолизом, избегая избыточной латеральной ангуляции. Вто-

рым этапом подготавливали зону спондилолизных дефектов для костной аутопластики. Для этого использовали костные ложки и кюретки различного размера. Далее при помощи высокоскоростной дрели с диаметром бура 3 мм обрабатывали склерозированные торцевые поверхности межсуставной части дужки, резецируя зону остеосклероза до появления признаков губчатой кости или эффекта «кровавой росы» с каждой стороны дефекта. Третий этап включал забор губчатых костных аутоплантатов из крыла подвздошной кости через основной хирургический доступ и их помещение в зону дефектов. На четвертом этапе с двух сторон инфраламинарно устанавливали крюки, располагая их ближе к остистому отростку. На заключительном, пятом этапе осуществляли монтаж системы «винт-стержень-крюк». Перед окончательным затягиванием гаек осуществляли равномерную компрессию между винтом и крюком при помощи контрактора. После установки металлоконструкции производили стандартную ревизию раны на инородные тела, обильно ее промывали, контролировали гемостаз, устанавливали два активных дренажа. Рану ушивали послойно.

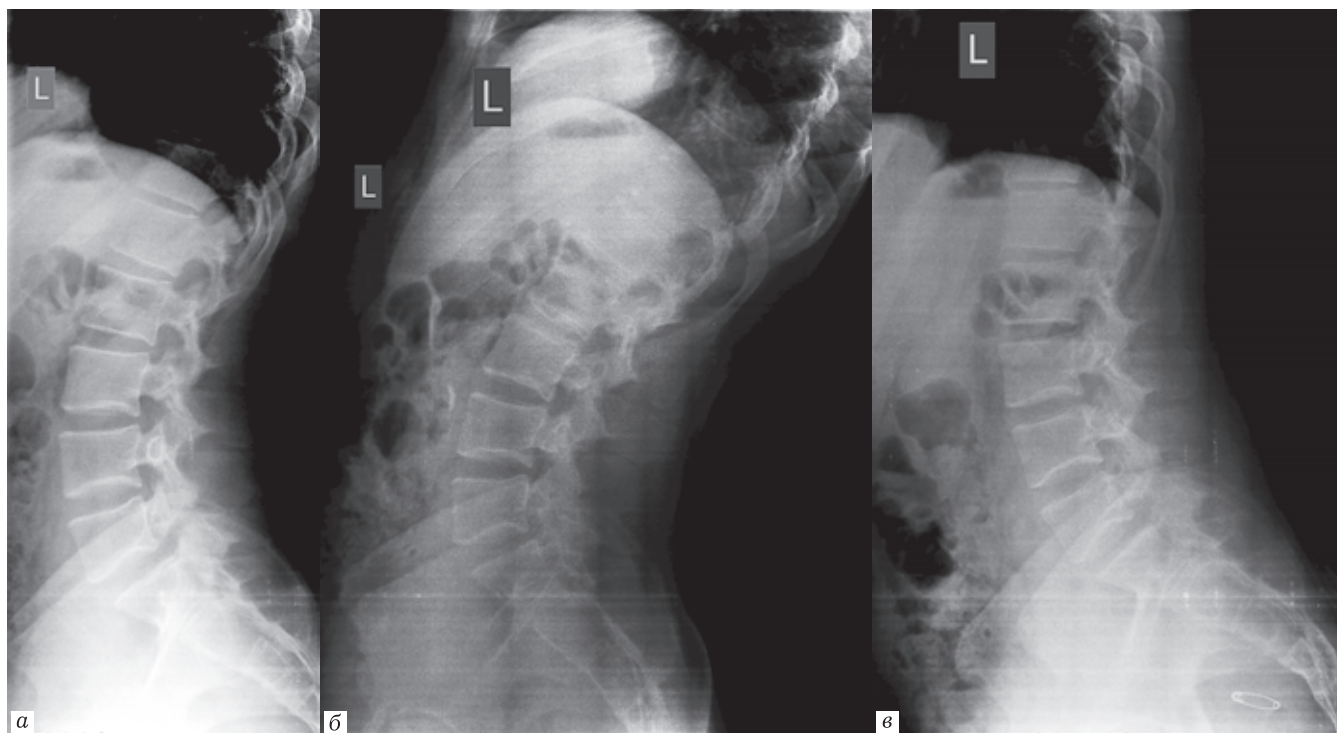
С первого дня после операции назначали дыхательную гимнастику, ЛФК в изометрическом режиме на мышцы нижних конечностей, лимфодренажный массаж ног. Дренажи удаляли на следующие сутки после операции при количестве геморагического отделяемого меньше 100 мл. Вертикализацию пациентов осуществляли после удаления дренажей. Швы снимали через 10–12 дней. Послеоперационный рентген-контроль проводили сразу после операции и перед удалением дренажа. Контрольное рентгеновское исследование выполняли через 1 месяц, а компьютерную томографию — через 4 месяца и 8 месяцев после операции.

В первые 2 недели после операции рекомендовали постоянное ношение полужесткого пояснично-крестцового корсета и ограничение положения сидя, в сроки до 2 месяцев после операции — использовать корсет во время работы. Массаж, ЛФК на мышцы спины в изометрическом режиме, лечебное плавание (басс) назначали через 1 месяц после хирургического лечения. Общий средний срок временной нетрудоспособности после хирургического лечения не превышал 2 месяцев. От интенсивных физических нагрузок рекомендовали воздержаться 4 месяца. После операции

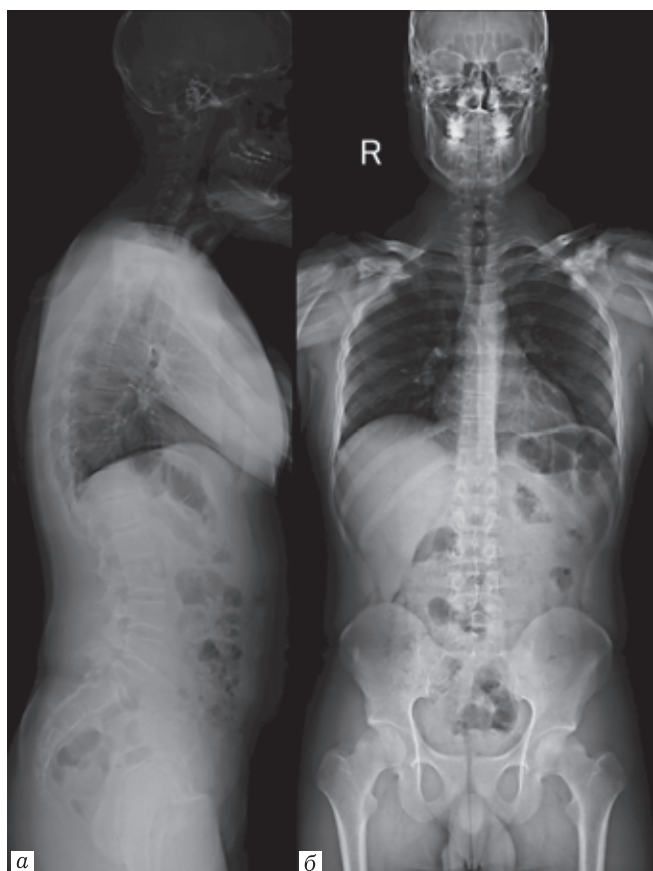
назначали антикоагулянты в профилактических дозах, а также препараты, стимулирующие остеогенез. Ранних и поздних осложнений после операций не было. Во всех случаях была достигнута стабильная компрессия и фиксация спондилолизного дефекта с двух сторон.

**Наблюдение 1.** Пациент Н., 18 лет, матрос. При поступлении предъявлял жалобы на боль в пояснично-крестцовом отделе позвоночника, резко усиливающуюся при ходьбе, статической нагрузке, наклонах туловища, при физической нагрузке, ограничение подвижности (скованность) в позвоночнике. Боль в спине отмечал в течение последних 3 лет. По этому поводу неоднократно получал амбулаторное консервативное лечение с временным положительным эффектом. В течение последнего года отмечал обострение болевого вертеброгенного синдрома с иррадиацией боли в нижние конечности. По данным спондилографии и КТ позвоночника были выявлены признаки спондилолиза дужек позвонков L<sub>II</sub>, L<sub>IV</sub> с двух сторон без спондилолистеза, по данным МРТ — признаки начальных дегенеративно-дистрофических изменений (рис. 1–4). В связи с выраженностью болевого и корешкового синдрома, неэффективностью консервативного лечения пациенту выполнена операция: костная аутопластика, задний спондилодез дужек второго и четвертого поясничных позвонков (PDR) ламинарно-транспедикулярной системой (рис. 5). Длительность операции составила 210 мин, кровопотеря 200 мл. Индекс оценки интенсивности болевого синдрома (VAS) до операции был 9, после операции составил 3. Показатель ограничения жизнедеятельности (ODI) снизился с 68% до 15% соответственно. Первичные признаки перестройки костных трансплантатов в зоне спондилолизных дефектов были выявлены при контрольной КТ через 4 месяца после операции (рис. 6). Полное сращение спондилолизных дефектов в зоне костной пластики было отмечено через 12 месяцев.

**Наблюдение 2.** Пациент Л., 19 лет, рядовой контрактной службы. При поступлении предъявлял жалобы на выраженную боль в поясничном отделе позвоночника, усиливающуюся при физической нагрузке и длительном положении сидя и стоя, периодически возникающую иррадиацию боли в нижние конечности до уровня коленных суставов. Интенсивность болевого синдрома по шкале VAS пациент описывал на уровне 9. Длительность боли в спине



**Рис. 1.** Рентгенограммы пациента Н. до операции  
**Fig. 1.** Preoperative radiograph of patient N.



**Рис. 2.** Рентгентелеметрия позвоночника (Full Spine X-Ray) пациента Н. до операции  
**Fig. 2.** Preoperative Full Spine X-Ray of patient N.

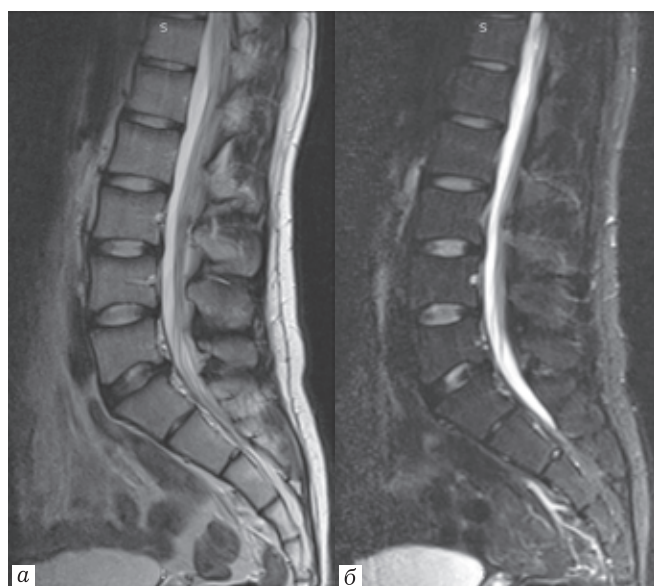
составляла около 6 месяцев. В течение этого времени неоднократно получал лечение в специализированном неврологическом стационаре без эффекта. При осмотре определяли напряжение длинных мышц спины на поясничном уровне, болезненность при пальпации остистых отростков, паравертебральных точек на уровне позвонков L<sub>IV</sub> и L<sub>V</sub>. В неврологическом статусе патологии не было выявлено. По данным спондилографии, КТ и МРТ позвоночника (рис. 7–9) был выявлен двусторонний спондилолиз позвонков L<sub>IV</sub> и L<sub>V</sub>, минимальный спондилолистез позвонка L<sub>IV</sub> (I степени). Выполнена операция: костная аутопластика, задний спондилодез дужек четвертого и пятого поясничных позвонков (PDR) ламинарно-транспедикулярной системой (рис. 10). Длительность операции составила 200 мин, кровопотеря 200 мл. При контрольных осмотрах было отмечено снижение интенсивности болевого синдрома по индексу VAS до 2, увеличение физической активности по индексу ODI с 65% до 10%. Начальные признаки сращения спондилолизных дефектов в зоне костной пластики по данным КТ были выявлены уже через 3 месяца после операции (рис. 11).

**Результаты и их обсуждение.** Результаты лечения пациентов прослежены в сроки до 2 лет после операции. Отчетливые признаки



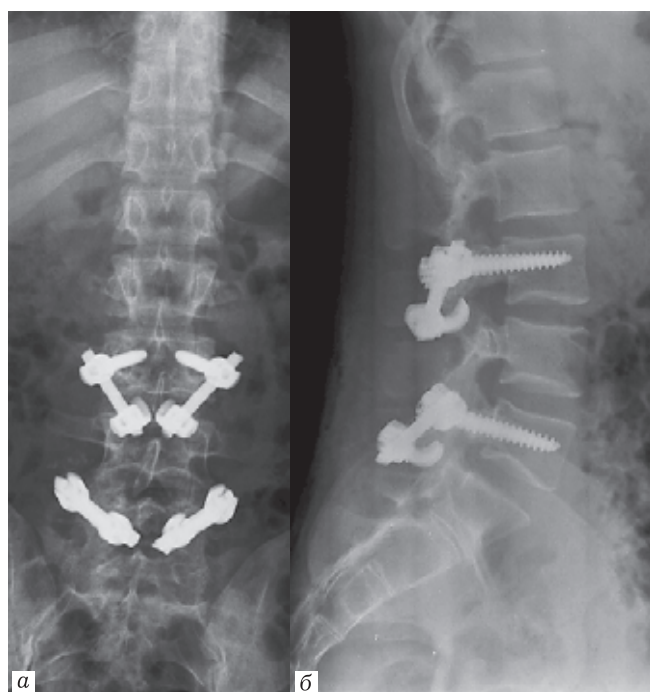
**Рис. 3.** Компьютерные томограммы пациента Н. до операции: а — правые отделы; б — левые отделы; в — корональная проекция; г, д — аксиальная проекция позвонков LII и LIV

**Fig. 3.** Preoperative computed tomography of patient N.: а — right spine; б — left spine; в — coronal scan, г, д — axial scan of LII and LIV vertebrae



**Рис. 4.** Магнитно-резонансные томограммы пациента Н. до операции

**Fig. 4.** Preoperative magnetic resonance imaging of patient N.



**Рис. 5.** Рентгенограммы пациента Н. после операции

**Fig. 5.** Postoperative radiograph of patient N.

перестройки костных трансплантатов в зоне спондилолизных дефектов были выявлены при контрольной КТ в сроки от 4 до 6 месяцев после операций. Полное сращение спондилолизных дефектов в зоне костной пластики

было отмечено через 8–12 месяцев. Пациенты отметили купирование болевого вертеброгенного синдрома в течение первого месяца после операции. Во всех наблюдениях прогрессирующе-

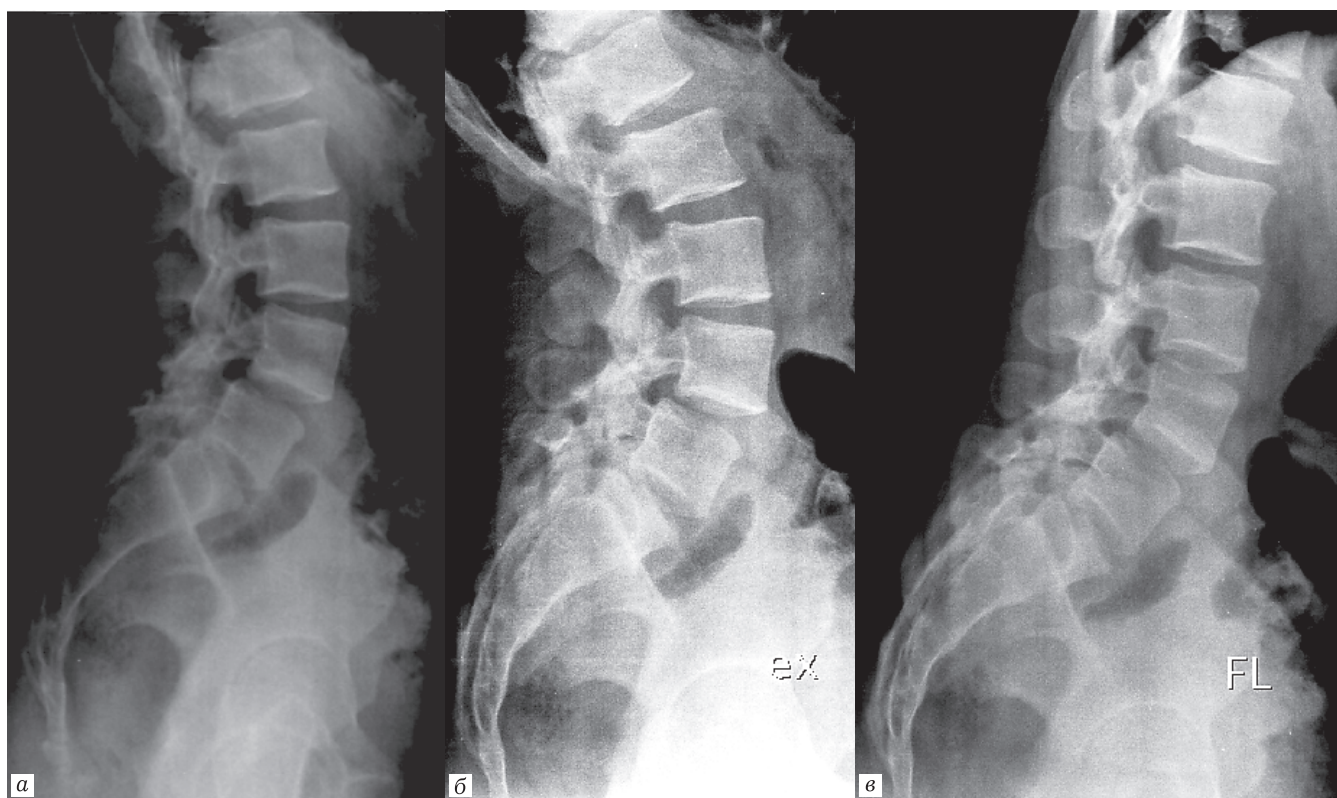


**Рис. 6.** Компьютерные томограммы пациента Н. через 4 месяца после операции: *a* — позвонок L<sub>IV</sub>; *б* — позвонок L<sub>II</sub>

**Fig. 6.** Computed tomography of patient N. at 4 months after surgery: *a* — L<sub>IV</sub> vertebra; *б* — L<sub>II</sub> vertebra

знаются негодными к военной службе и подлежат увольнению из рядов Вооруженных сил. Военнослужащие, проходящие военную службу по контракту, после оперативного лечения признаются временно негодными к военной службе с необходимостью предоставления отпуска по болезни сроком на 30–45 суток. После консолидации зон спондилолизных дефектов и удаления металлических конструкций военнослужащие могут продолжать военную службу без каких-либо ограничений по данному заболеванию.

Результаты большинства исследований показывают, что консервативное лечение спондилолиза может быть успешным в тех случаях,



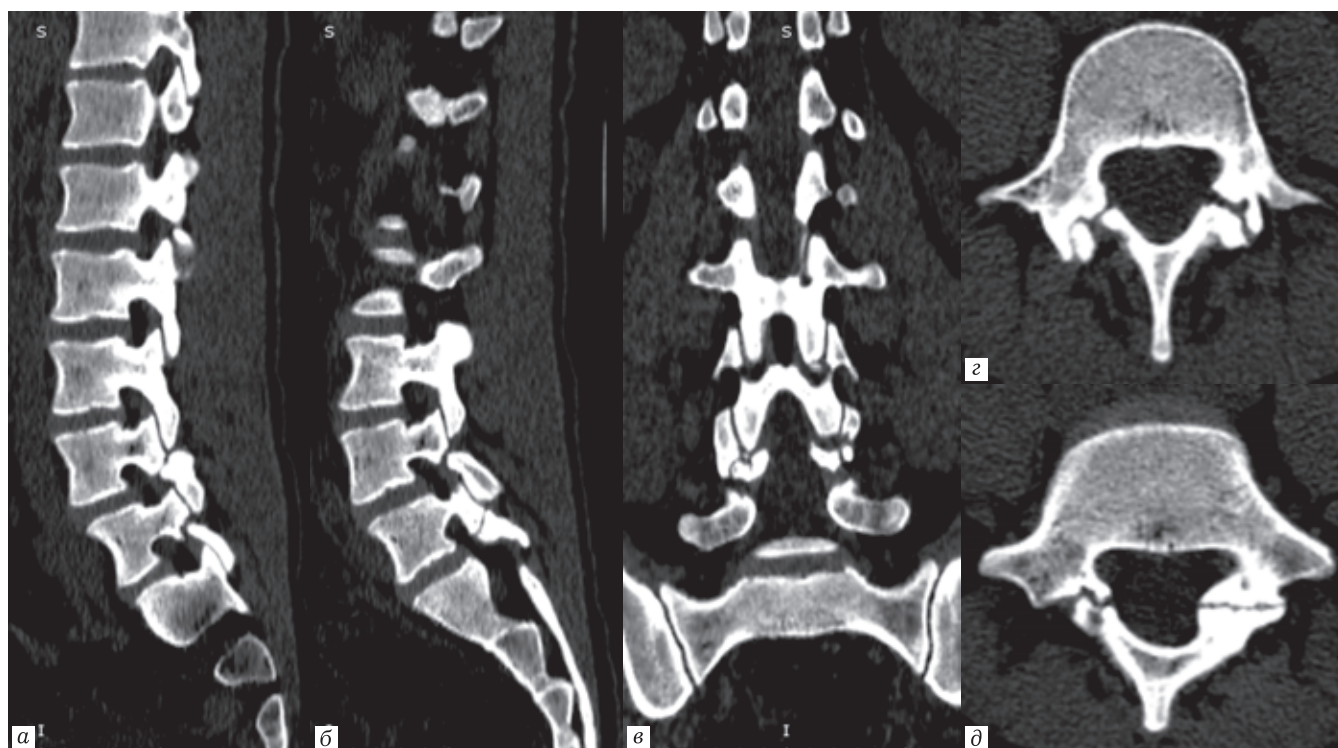
**Рис. 7.** Рентгенограммы пациента Л. до операции

**Fig. 7.** Preoperative radiograph of patient L.

вания спондилолистеза отмечено не было. После периода реабилитации пациенты вернулись к прежнему уровню физической активности, а через 12 мес после операции средние значения индекса ODI снизились до уровня минимальных нарушений. В течение периода наблюдения прогрессирования дегенеративного процесса в смежных межпозвоночных дисках не отметили.

Военнослужащие, проходящие военную службу по призыву, после операции при-

когда диагноз поставлен на ранних стадиях заболевания [4, с. 161; 6, с. 1651]. Необходимо подчеркнуть, что у большинства пациентов выраженная симптоматика развивается достаточно редко, а наличие дефекта межсуставной части дужки само по себе не является показанием к хирургическому вмешательству. Пациенты рассматриваемой категории, у которых болевой синдром достаточно выражен, лечение должны начинать с консервативных мероприятий, которые могут в себя включать соблюдение режима



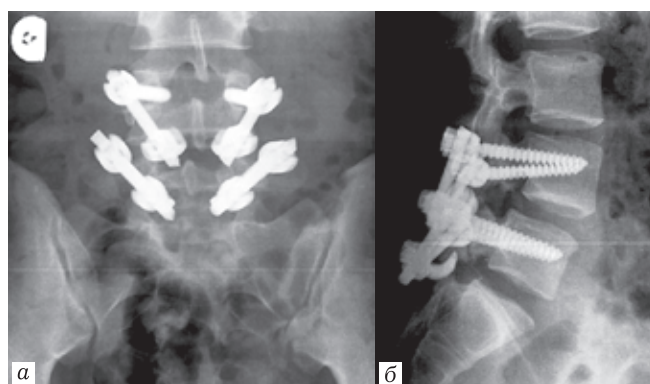
**Рис. 8.** Компьютерная томография пациента Л. перед операцией: а — правые отделы; б — левые отделы; в — корональная проекция; г — аксиальная проекция позвонка L<sub>4/5</sub>; д — аксиальная проекция позвонка L<sub>5</sub>

**Fig. 8.** Preoperative computed tomography of patient L.: а — right spine; б — left spine; в — coronal scan; г — axial scan of L<sub>4/5</sub> vertebrae; д — axial scan of L<sub>5</sub> vertebrae



**Рис. 9.** Магнитно-резонансная томография пациента Л. перед операцией

**Fig. 9.** Preoperative magnetic resonance imaging of patient L.

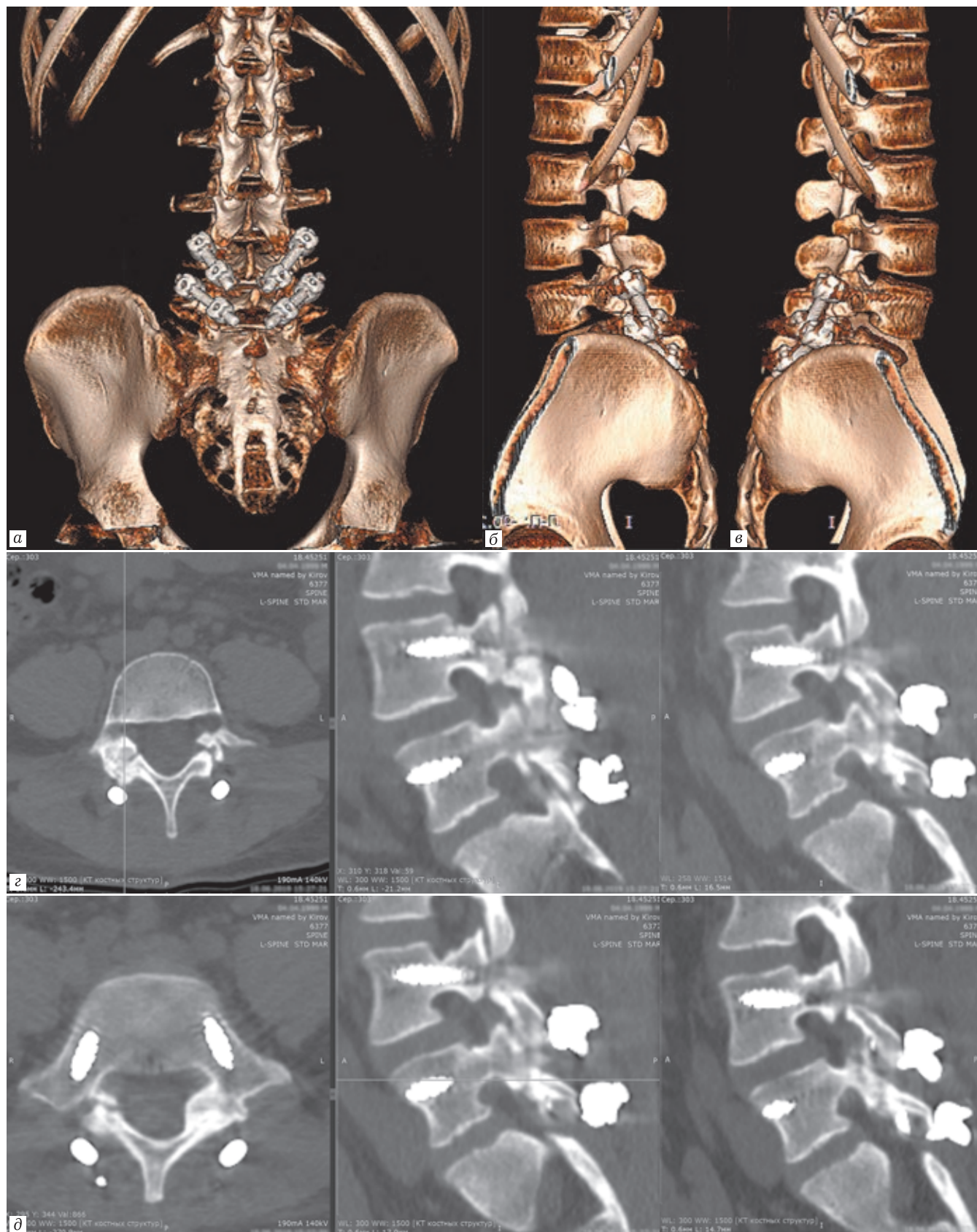


**Рис. 10.** Рентгенограммы пациента Л. после операции

**Fig. 10.** Postoperative radiograph of patient L.

труда и отдыха, корсетное лечение, физиотерапию, ограничение физической активности, анальгетики, блокады с местными анестетиками. Вопрос о необходимости выполнения опе-

ративного вмешательства может рассматриваться только при неэффективности консервативного лечения на протяжении не менее 6 месяцев [6, с. 1655]. Выполнение спондилодеза при интактном межпозвоночном диске на уровне спондилолиза патогенетически не оправдано, к тому же выполнение сегментарной фиксации может привести к значительному прогрессированию дегенеративных изменений смежного ПДС. Перегрузка вышележащего уровня может привести к формированию гипермобильности



**Рис. 11.** Компьютерная томография пациента Л. через 3 месяца после операции: а, б, в — 3D-реконструкция; г — позвонок L<sub>IV</sub>, правые и левые отделы; д — позвонок L<sub>V</sub>, правые и левые отделы  
**Fig. 11.** Computed tomography of patient L. at 3 months after surgery: а, б, в — 3D reconstruction; г — right and left parts of L<sub>IV</sub> vertebra; д — right and left parts of L<sub>V</sub> vertebra



позвоночника, что даже при условии полноценного спондилодеза может быть причиной хронического болевого синдрома в области поясничного-крестцового отдела. По всем этим причинам селективное восстановление целостности спондилолизных дефектов без сегментарной фиксации позвоночника заслуживает дальнейшего рассмотрения.

Одна из первых хирургических техник, направленных на восстановление дефекта межсуставной части дужки, описана М. Kimura в 1968 году [8, с. 285]. Операция заключалась в костной аутопластике зоны спондилолиза без инструментальной фиксации. По данным автора, положительный результат лечения был получен у 63 из 69 пациентов. В 1970 году J. Buck разработал методику, сочетающую костную пластику спондилолизного дефекта с последующей фиксацией дужки позвонка двумя винтами, проведенными через ее межсуставную часть. Хорошие и удовлетворительные результаты отмечены автором у 88% пациентов [9, с. 433; 10, с. 123]. К существенным недостаткам данной методики относят непрочную фиксацию, а также уменьшение зоны для укладки ауто трансплантатов за счет проведения винтов непосредственно через «дефект» [6, с. 1655]. М. Deguchi и соавт. (1999) указали, что частота осложнений, связанных с несостоятельностью фиксации, составляла от 5,6 до 40% [11, с. 331]. В то же время по данным других авторов, консолидация дефекта межсуставной части дужки после операции Buck составляла от 78 до 97% случаев [12, с. 137; 13, с. 330]. В 70-х годах XX столетия R. Nicol и J. Scott (1986) предложили для стабилизации дужки позвонка после заполнения дефекта ауто трансплантатами использовать проволоку, связывающую между собой остистый и поперечные отростки [14, с. 1028]. В 1998 году M. Songer и R. Rovin для предотвращения прорезывания проволоки, проведенной за поперечные отростки, предложил фиксировать ее к винтам, проведенным транспедикулярно в тело пораженного позвонка [15, с. 263]. В 1984 году E. Morscher для стабилизации и компрессии ауто трансплантатов в зоне спондилолиза предложил использовать единую конструкцию, состоящую из винта и крюка [16, с. 175]. По данным литературы, частота удовлетворительных исходов при использовании данной методики варьировала в диапазоне от 73% до 92% [17, с. 81; 18, с. 295]. Осложнения и неудовлери-

тельные результаты лечения были связаны с техническими ошибками при проведении винта, когда ламинарный крюк устанавливали под нижний суставной отросток, а не под дужку позвонка [18, с. 295]. P. Gillet и M. Petit в 1999 году предложили методику лечения пациентов со спондилолизом при помощи системы, состоящей из двух транспедикулярных винтов, в которых фиксируется проведенный под остистым отростком одноименного позвонка V-образно изогнутый стержень [19, с. 1252]. В настоящее время наибольшее распространение получила техника операции, предложенная R. Taddonio в 1991 году, Y. Tokuhashi и H. Matsuzaki в 1996 году, заключающаяся в двусторонней установке компрессирующей металлоконструкции, состоящей из транспедикулярного винта и ламинарного крюка, заведенного под дужку позвонка [2, с. 17; 20, с. 2041; 21, с. 82; 22, с. 580; 23, с. 4]. Частота консолидации спондилолизных дефектов при применении такой методики достигает 79–100% [3, с. 9; 6, с. 1655; 24, с. 388].

В настоящее время при лечении пациентов с дефектами костной ткани возрастает интерес специалистов к восстановлению структурных и функциональных свойств поврежденных тканей с помощью биоактивных имплантатов. Так, все большее внимание уделяется использованию тканевых миметиков (биомиметиков), в частности биополимерного микрогетерогенного коллагенсодержащего гидрогеля (БМКГ), обладающего способностью стимулировать регенерацию, включая процессы миграции стволовых клеток к месту повреждения. Механизм действия заключается в выработке компонентов собственного внеклеточного матрикса, который, постепенно замещая резорбируемый БМКГ, восстанавливает структуру и объем тканей [25, с. 50]. Таким образом, применение БМКГ при лечении пациентов с дефектами межсуставной части дужки позвонков с целью консолидации спондилолизных дефектов, в том числе и одноуровневых, представляется крайне перспективным и требует дальнейшего изучения и апробации.

**Заключение.** При хирургическом лечении пациентов со спондилолизом двух поясничных позвонков применение методики фиксации спондилолизных дефектов, сочетающей использование транспедикулярного винта и ламинарного крюка, позволило получить отличные анатомические и функциональные результаты. Устранение патогенетической причины

вертеброгенного болевого синдрома с сохранением полного объема движений во всех позвоночно-двигательных сегментах позволило предотвратить прогрессирование смещения пораженных позвонков и развитие дегенеративно-дистрофических процессов в смежных межпозвоночных дисках, что благоприятно повлияло на функциональное состояние пациентов в отдаленные сроки. Залогом успешного

оперативного лечения пациентов с двухуровневым спондилолизом поясничных позвонков, помимо скрупулезного выполнения всех этапов хирургического вмешательства, является тщательный отбор кандидатов на операцию по критериям, включающим оценку стадии дегенерации нижележащего межпозвоночного диска, стабильность ПДС, наличие спондилолистеза и пр. [2, с. 17; 23, с. 11].

### Литература/References

1. Lawrence J.P., Greene H.S., Grauer J.N. Back Pain in Athletes // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2006. Vol. 14, No. 13. P. 726–735. DOI: 10.5435/00124635-200612000-00004.
2. Надулич К.А., Теремшонов А.В., Нагорный Е.Б. Лечение пациентов со спондилолизом методом костной аутопластики и остеосинтеза дужки позвонка // *Хирургия позвоночника.* 2011. № 1. С. 14–18. [Nadulich K.A., Teremshonok A.V., Nagorny E.B. Treatment of patients with spondylolysis by bone autoplasty and osteosynthesis of vertebral body arch // *Spine Surgery*, 2011, No. 1, pp. 16–19 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14531/ss2011.1.16-19>.
3. Mohammed N., Patra D.P., Narayan V., Savardekar A.R., Dossani R.H., Bollam P., Bir S., Nanda A. A comparison of the techniques of direct pars interarticularis repairs for spondylolysis and low-grade spondylolisthesis: a meta-analysis // *Neurosurg. Focus.* 2018. Vol. 44, No. 1. E10. <https://doi.org/10.3171/2017.11.FOCUS17581>.
4. Скрыбин Е.Г. Изолированный и многоуровневый спондилолиз (обзор литературы) // *Травматология и ортопедия России.* 2019. Т. 25, № 2. С. 157–165. [Skryabin E.G. Isolated and Multilevel Spondylolysis (Literature Review) // *Traumatology and Orthopedics of Russia*, 2019, Vol. 25, No. 2, pp. 157–165 (In Russ.)]. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-157-165.
5. Bozarth G.R., Fogel G.R., Toohey J.S., Neidre A. Repair of Pars Interarticularis Defect with a Modified Cable-Screw Construct // *J. Surg. Orthop. Adv.* 2007. Vol. 16, No. 2. P. 79–83.
6. Debusscher F., Troussel S. Direct repair of defects in lumbar spondylolysis with a new pedicle screw hook fixation: clinical, functional and Ct-assessed study // *Eur. Spine J.* 2007. Vol. 16. P. 1650–1658. DOI: 10.1007/s00586-007-0392-0.
7. Pfirmann C.W., Metzendorf A., Zanetti M., Hodler J., Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration // *Spine.* 2001. Vol. 26, P. 1873–1878. DOI: 10.1097/00007632-200109010-00011.
8. Kimura M. My method of filling the lesion with spongy bone in spondylolysis and spondylolisthesis // *Orthop. Surg.* 1968. Vol. 19, No. 4. P. 285–295.
9. Buck J.E. Direct repair of the defect in spondylolisthesis. Preliminary report // *J. Bone Joint Surg. Br.* 1970. Vol. 52, No. 3. P. 432–437.
10. Buck J.E. Further thoughts on direct repair of the defect in spondylolysis // *J. Bone Joint Surg. Br.* 1979. Vol. 61, No. 1. P. 123.
11. Deguchi M., Rapoff A.J., Zdeblick T.A. Biomechanical comparison of spondylolysis fixation techniques // *Spine.* 1998. Vol. 11, No. 24. P. 328–333. DOI: 10.1097/00007632-199902150-00004.
12. Rajasekaran S., Subbiah M., Shetty Indian A.P. Direct repair of lumbar spondylolysis by Buck's technique // *J. Orthop.* 2011. Vol. 45, No. 2. P. 136–140. DOI: 10.4103/0019-5413.77133.
13. Snyder L.A., Shufflebarger H., O'Brien M.F., Thind H., Theodore N., Kakarla U.K. Spondylolysis outcomes in adolescents after direct screw repair of the pars interarticularis // *J. Neurosurg. Spine.* 2014. Vol. 21, No. 3. P. 329–333. DOI: 10.3171/2014.5.SPINE13772.
14. Nicol R.O., Scott J.H. Lytic spondylolysis, repair by wiring // *Spine.* 1986. Vol. 11, Issue 10. P. 1027–1030. DOI: 10.1097/00007632-198612000-00011.
15. Songer M.N., Rovin R. Repair of the pars interarticularis defect with a cable screw construct: a preliminary report // *Spine.* 1998. Vol. 23, Issue 2. P. 263–269. DOI: 10.1097/00007632-199801150-00023.
16. Morscher E., Gerber B., Fasel J. Surgical treatment of spondylolisthesis by bone grafting and direct stabilization of spondylolysis by means of a hook screw // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 1984. Vol. 103, No. 3. P. 175–178. DOI: 10.1007/bf00435550.
17. Hefti F., Seeling W., Morscher E. Repair of lumbar spondylolysis with a hook-screw // *Int. Orthop.* 1992. Vol. 16, P. 81–85. DOI: 10.1007/bf00182992.

18. Sales de Gauzi J., Vadier F., Cahuzac J.P. Repair of lumbar spondylolysis using Morscher material // *Acta Orthop. Scand.* 2000. Vol. 71, Issue 3. P. 292–296. DOI: 10.1080/000164700317411906.
19. Gillet P., Petit M. Direct repair of spondylolysis without spondylolisthesis, using a rod-screw construct and bone grafting of the pars defect // *Spine.* 1999. Vol. 24, Issue 12. P. 1252–1256. DOI: 10.1097/00007632-199906150-00014.
20. Tokuhashi Y., Matsuzaki H. Repair of defects in spondylolysis by segmental pedicular screw hook fixation: a preliminary report // *Spine.* 1996. Vol. 21, Issue 17. P. 2041–2045. DOI: 10.1097/00007632-199609010-00023.
21. Шаповалов В.М., Надулич К.А., Теремшонок А.В., Нагорный Е.Б., Кудяшев А.Л. Тактика хирургического лечения больных с истинным (спондилолитическим) спондилолистезом // *Гений ортопедии.* 2013. № 2. С. 78–82. [Shapovalov V.M., Nadulich K.A., Teremshonok A.V., Nagornyi E.B., Kudiashev A.L. Tactics of surgical treatment of patients with true (spondylolytic) spondylolisthesis. *Genij Ortopedii*, 2013, No. 2, pp. 78–82 (In Russ.).]
22. Taddonio R.F. Isthmic spondylolisthesis // *The textbook of spinal surgery* / ed. by K.H.Bridwell, R.F.DeWald. Philadelphia, 1991. P. 565–584.
23. Drazin D., Shirzadi A., Jeswani S., Ching H., Rosner J., Rasouli A., Kim T., Pashman R., Johnson J.P. Direct surgical repair of spondylolysis in athletes: indications, techniques, and outcomes // *Neurosurg Focus.* 2011. Vol. 31, No 5. E9. DOI: 10.3171/2011.9.FOCUS11180.
24. Raudenbush B.L., Chambers R.C., Silverstein M.P., Goodwin R.C. Indirect pars repair for pediatric isthmic spondylolysis: a case series // *J. Spine Surg.* 2017. Vol. 3, No. 3. P. 387–391. DOI: 10.21037/jss.2017.08.08.
25. Крюков Е.В., Брижань Л.К., Хоминец В.В., Давыдов Д.В., Чирва Ю.В., Севастьянов В.И., Перова Н.В., Бабич М.И. Опыт клинического применения тканеинженерных конструкций в лечении протяженных дефектов костной ткани // *Гений ортопедии.* 2019. Т. 25, № 1. С. 49–57. [Kryukov E.V., Brizhan' L.K. Khominets V.V., Davydov D.V., Chirva Yu.V., Sevastianov V.I., Perova N.V., Babich M.I. Clinical use of scaffold-technology to manage extensive bone defects. *Genij Ortopedii*, 2019, Vol. 25, No. 1, pp. 49–57 (In Russ.).] DOI 10.18019/1029-4427-2019-25-1-49-57.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 22.04.2020 г.

#### Авторство:

Вклад в концепцию и план исследования — В.В.Хоминец, К.А.Надулич, Е.Б.Нагорный, А.Л.Кудяшев. Вклад в сбор данных — Е.Б.Нагорный, А.В.Теремшонок, Д.В.Аверкиев, А.А.Стрельба. Вклад в анализ данных и выводы — В.В.Хоминец, К.А.Надулич, Е.Б.Нагорный, А.Л.Кудяшев. Вклад в подготовку рукописи — Е.Б.Нагорный, А.В.Теремшонок, Д.В.Аверкиев, А.А.Стрельба.

#### Сведения об авторах:

**Хоминец Владимир Васильевич** — доктор медицинских наук, профессор, полковник медицинской службы, начальник кафедры (клиники) военной травматологии и ортопедии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, Боткинская ул., д. 13-А; e-mail: khominets\_62@mail.ru;

**Надулич Константин Алексеевич** — кандидат медицинских наук, полковник медицинской службы, старший преподаватель кафедры военной травматологии и ортопедии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, Боткинская ул., д. 13-А; e-mail: knadulich@rambler.ru;

**Нагорный Евгений Борисович** — кандидат медицинских наук, подполковник медицинской службы, преподаватель кафедры военной травматологии и ортопедии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, Боткинская ул., д. 13-А; e-mail: polartravma@rambler.ru;

**Теремшонок Андрей Васильевич** — кандидат медицинских наук, доцент, старший преподаватель кафедры военной травматологии и ортопедии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, Боткинская ул., д. 13-А; e-mail: teremshonok@rambler.ru;

**Кудяшев Алексей Леонидович** — доктор медицинских наук, доцент, полковник медицинской службы, заместитель начальника кафедры (клиники) военной травматологии и ортопедии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, Боткинская ул., д. 13-А; e-mail: a.kudyashev@gmail.com;

**Аверкиев Дмитрий Вячеславович** — кандидат медицинских наук, полковник медицинской службы, доцент кафедры военной травматологии и ортопедии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, Боткинская ул., д. 13-А; e-mail: averdm@mail.ru;

**Стрельба Александр Александрович** — врач травматолог-ортопед клиники военной травматологии и ортопедии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, Боткинская ул., д. 13-А; e-mail: alexstrelba@gmail.com.