



# БОЛЕЗНИ ДОНОРСКОЙ ЗОНЫ КАК ПРОБЛЕМА ХИРУРГИЧЕСКОЙ ВЕРТЕБРОЛОГИИ: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

А.В. Косулин, Д.В. Елякин

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

Наиболее часто применяемым пластическим материалом в хирургической вертебологии является костный ауто-трансплантат из гребня подвздошной кости. Несмотря на высокую эффективность аутогенной костной ткани при спондилодезе, ее использование связано с рядом отрицательных моментов, в том числе с так называемыми болезнями донорской зоны, то есть осложнениями забора костного ауто-трансплантата. Большие осложнения связаны с техникой забора трансплантата. Из малых осложнений наибольшее значение имеет формирование в отдаленном послеоперационном периоде хронических болевых синдромов, частота которых составляет 28–31 %. Хронические боли в донорской зоне могут быть связаны с мобилизацией мышц, разрушением наружного кортикального слоя крыла подвздошной кости, повреждением нервов. Лечение хронической боли в донорской зоне остается практически исключительно симптоматическим. Обобщены основные факторы, влияющие на частоту осложнений при заборе трансплантата из гребня подвздошной кости, и технические приемы, способствующие ее снижению.

**Ключевые слова:** болезни донорской зоны, гребень подвздошной кости, костная ауто-трансплантация.

Для цитирования: Косулин А.В., Елякин Д.В. Болезни донорской зоны как проблема хирургической вертебологии: систематический обзор // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13. № 2. С. 45–51.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.2.45-51>.

DONOR SITE MORBIDITY AS A PROBLEM OF SPINAL SURGERY: SYSTEMATIC REVIEW

A.V. Kosulin, D.V. Elyakin

Iliac crest bone autograft is most commonly used grafting material in spinal surgery. Despite the high efficiency of bone autograft in spinal fusion, its application is associated with a number of negative points including so called donor site morbidity, i.e. complications of bone graft harvesting. Major complications are associated with harvesting technique. The most significant minor complication is chronic postoperative pain which incidence is 28–31 %. Chronic donor site pain may be caused by muscle mobilization, external cortex destruction in the iliac wing, and nerve damage. The treatment of chronic donor site pain is still exclusively symptomatic. Main factors influencing the rate of iliac crest bone harvesting complications and preventive techniques are reviewed.

**Key Words:** donor site morbidity, iliac crest, bone autografting.

Please cite this paper as: Kosulin AV, Elyakin DV. Donor site morbidity as a problem of spinal surgery: systematic review. Hir. Pozvonoc. 2016;13(2):45–51. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.2.45-51>.

Целью и одним из критериев успеха большинства ортопедических вмешательств, проводимых по поводу деформаций и дегенеративных заболеваний позвоночника, является формирование полноценного костного блока. Один из факторов, оказывающих влияние на этот процесс, – характер пластического материала, общепризнанным золотым стандартом которого остается аутогенная кость, обладающая остеокондуктивными и остеоиндуктивными свойствами и, в отличие

от аллотрансплантата и синтетических материалов, содержащая живые генетически аутентичные реципиентной зоне остеогенные клетки. Применение ауто-трансплантата не несет опасности передачи гемоконтактных инфекций или реакций на чужеродные химические соединения.

В хирургии позвоночника в качестве аутогенного костного материала применяются свободные, то есть лишенные естественных источников кровоснабжения, трансплантаты

из местной костной ткани [45], гребня подвздошной кости, ребра, малоберцовой [31] и большеберцовой [66] костей. В качестве альтернативного источника пластического материала рассматриваются рукоятка грудины [41, 62] и трансплантат из тела прилежащего позвонка [7, 53]. Сохранение снабжающей трансплантат сосудистой ножки увеличивает его жизнеспособность в неблагоприятных условиях, предотвращает возможную резорбцию и обеспечивает непо-

средственное слияние трансплантата с реципиентной зоной без фазы ползучего замещения [15]. При операциях на позвоночнике несвободная костная пластика практически ограничена использованием кровоснабжаемого реберного трансплантата [22, 38, 59]. При резекциях единым блоком по поводу злокачественных новообразований [4, 57] и повторных костных пластиках при остеомиелите позвонков [6, 46] возможно применение свободного кровоснабжаемого трансплантата из малоберцовой кости или гребня подвздошной кости [60]. Так как реваскуляризация трансплантата значительно повышает травматичность операции за счет продолжительного микрохирургического этапа, показания к этой методике существенно ограничены.

Из многочисленных вариантов костной пластики в хирургии позвоночника наиболее часто применяется свободный костный трансплантат из гребня подвздошной кости [1, 20]. К его преимуществам относятся большое количество доступного материала, возможность получения ячеистого, кортикально-ячеистого и трикортикального трансплантатов, а также высокие показатели эффективности при оценке исходов оперативного вмешательства [20, 24].

Вместе с тем использование ауто-трансплантата связано с рядом отрицательных моментов:

- количество доступной для забора костной ткани ограничено, причем при повторных вмешательствах это обстоятельство может оказаться критическим;

- забор ауто-трансплантата увеличивает продолжительность и травматичность оперативного вмешательства;

- забор трансплантата может быть непосредственной причиной операционных осложнений – ранения мягких тканей, повреждения крупных сосудов, нервных стволов и даже внутренних органов [14]; благодаря подробно разработанным техническим правилам подобные осложнения в последние годы скорее относятся к казуистике;

- после забора трансплантата могут возникать состояния, называемые болезнями донорской зоны, которые негативно влияют на качество жизни пациента [3], однако порой рассматриваются как неизбежные следствия операции и/или ускользают от внимания исследователя, оставаясь неучтенными при оценке ее исхода; так, единственное обнаруженное в отечественной литературе указание на оценку болевого синдрома в донорской зоне касается сравнения различных способов забора трансплантата [2].

### Классификация и статистика

*Клинически малозначимые ранние осложнения.* Некоторые осложнения раннего послеоперационного периода могут не иметь долгосрочных последствий, но требуют дополнительных лечебных мероприятий и увеличивают продолжительность госпитализации. Порой интенсивный болевой синдром в зоне забора трансплантата беспокоит пациентов в раннем послеоперационном периоде больше, чем зона основного вмешательства [51], что нередко наблюдается при переднем спондилодезе в шейном отделе [34]. Такие осложнения, как формирование гематом, сером [14], замедленное заживление раны, воспалительные и гнойные процессы [50] в донорской зоне не являются редкостью. Silber et al. [50] наблюдали расхождение раны в 2,2 % случаев, применяли антибиотикотерапию по поводу местных воспалительных процессов в 7,5 % и вынуждены были дренировать гнойные очаги в 1,5 % случаев. Singh et al. [51] рекомендуют систематически применять местные анестетики для облегчения болевого синдрома.

*Большие осложнения.* Такие осложнения отдаленного послеоперационного периода, как нарушение стабильности тазового кольца, патологические переломы, образование мышечных или внутренностных грыж, контрактуры прилежащих к донорской зоне мышц требуют более или менее длительного стационарно-

го или амбулаторного лечения. Очевидно, что такие осложнения являются следствиями технических особенностей забора трансплантата.

*Отдаленные малые осложнения.* Встречаются значительно чаще, к ним относят гипертрофические рубцы, деформации мягких тканей, а также разнообразные хронические болевые синдромы – местную болезненность, боль при ходьбе и спонтанные боли [8, 10, 28, 33, 40, 49, 65]. Не угрожая жизни и не приводя к инвалидизации, они могут влиять на психосоматическое состояние пациента, ограничивая качество его жизни. Частота и тяжесть осложнений со стороны донорской зоны приведены в табл. 1.

Частота хронических спонтанных болей в донорской зоне составляет 28–31 % [47, 54], но может достигать 60 % [19]. С течением времени после операции боль сохраняется у все меньшего числа пациентов [28, 36], однако в некоторых случаях она может появиться спустя несколько месяцев после операции [54]. Интенсивность таких болей в среднем достигает 3,8 из 10 баллов ВАШ, от 3 до 11 % таких пациентов вынуждены систематически применять анальгетические препараты [29, 50]. При этом в ряде случаев боль оказывается чрезвычайно резистентной к лечению [54]. Субъективно такие боли обычно описываются как жгучие, их сравнивают с зубной болью; несколько реже – как ощущение острого прострела. В большинстве случаев пациенты не могут лежать на стороне забора трансплантата; у многих боли усиливаются при ходьбе, реже – при сидении или стоянии. Место максимальной болезненности, как правило, соответствует зоне операции [54].

Представляют интерес данные о частоте хронических болевых синдромов после забора трансплантата из гребня подвздошной кости в детском возрасте, частота которых оценивается в 10–24 % случаев [16, 32, 52], то есть реже, чем у взрослых пациентов (табл. 2).

### Патогенез хронического болевого синдрома

Предполагается, что хронические боли в донорской зоне могут быть связаны с мобилизацией мышц, разрушением наружного кортикального слоя крыла подвздошной кости, повреждением нервов с последующим формированием терминальной невromы [31]. Характерно, что при тех же травмирующих действиях, проводимых при заборе трансплантатов из других областей (ребра, малоберцовой кости), хронические болевые синдромы впоследствии не формируются [31]. Выявлена закономерность

возникновения хронических болей в зависимости от уровня вмешательства на позвоночнике: чем ниже проводится спондилодез, тем чаще наблюдаются хронические боли [18, 44]. Delawi et al. [18] даже приходят к выводу, что частота болей переоценивается, так как пациенты не различают боли в спине и в донорской зоне. Varga et al. [56] показали, что после забора трансплантата биомеханические свойства таза несколько изменяются, а если принять во внимание дополнительную нагрузку, возникающую после поясничного спондилодеза, становятся понятными наблюдения Vednar и Al-Tunaib [12], отметивших,

что хронические боли в донорской зоне возникают чаще после операций, проведенных по поводу дегенеративных заболеваний поясничного отдела. Авторы связывают их со стрессовыми микропереломами заднего сегмента подвздошной кости и изменением распределения нагрузки на крестцово-подвздошные сочленения. Вместе с тем не следует забывать, что хронические боли в донорской зоне возникают и после забора трансплантата для спондилодеза в верхнегрудном отделе, а также для оперативного лечения псевдоартрозов.

Таблица 1

Частота и тяжесть осложнений со стороны донорской зоны по данным литературы

Источник	Донорская зона	Выборка, n	Осложнения, %	
			большие	малые
Ahlmann et al. [5]	ГПК*	88	6	9
Arrington et al. [8]	ГПК*	414	5,8	10
Banwart et al. [10]	ГПК*	261	10	39
Calori et al. [14]	ГПК*	35	2,85	14,28
Goulet et al. [28]	ГПК*	192	2,4	21,8
Palmer et al. [40]	ГПК*	30	26,6	46,6
Pollock et al. [42]	Передний сегмент ГПК	24	—	8,3
Younger et al. [65]	ГПК (216), иные источники (23)	239	8,6	20,6

\*гребень подвздошной кости (ГПК) без детализации зоны забора.

Таблица 2

Частота хронических болевых синдромов в донорской зоне по данным литературы

Источник	Характеристика материала	Выборка, n	Частота хронической боли, %
Goulet et al. [28]	ГПК	192	18,7
Heary et al. [29]	ГПК	105	34
Palmer et al. [40]	ГПК	30	16,6
Robertson et al. [44]	Задний сегмент ГПК	106	45
Dimar et al. [19]	Задний сегмент ГПК	224	60
Kim et al. [33]	Задний сегмент ГПК	110	15,1
Schwartz et al. [49]	Задний сегмент ГПК	170	19
Loeffler et al. [36]	Передний сегмент ГПК	92	2
Sasso et al. [47]	Передний сегмент ГПК	206	31
Silber et al. [50]	Передний сегмент ГПК	134	26,1
Summers et al. [54]	Передний сегмент ГПК	290	28
Clarke et al. [16]	Передний сегмент ГПК; дети	33	11
Kager et al. [32]	Задний сегмент ГПК; дети	71	10
Skaggs et al. [52]	Задний сегмент ГПК; дети	87	24

ГПК — гребень подвздошной кости.

## Профилактика

Лечение хронического болевого синдрома остается практически исключительно симптоматическим, а решающая роль принадлежит его профилактике. Представляется целесообразным выделить несколько основных факторов, влияющих на последующее развитие болей в донорской зоне.

### 1. Зона забора трансплантата.

Забор трансплантата из заднего сегмента гребня подвздошной кости предпочтителен, так как сопровождается меньшей частотой осложнений [5].

### 2. Расположение разреза.

При заборе трансплантата из переднего сегмента гребня подвздошной кости предпочтителен косой разрез длиной 3–6 см непосредственно в проекции гребня подвздошной кости или несколько ниже, так как при этом болевой синдром после операции выражен в наименьшей степени [31].

Забор трансплантата из заднего сегмента гребня возможен из двух доступов: из основного разреза, если спондилодез производится на достаточно низком уровне, или из отдельного. Забор из основного разреза предпочтителен, так как не только дает лучший косметический результат, но и приводит к меньшей частоте болевого синдрома [17, 26]. Если забор трансплантата производится через отдельный разрез в проекции задней верхней ости, предпочтительно, чтобы последний имел вертикальное направление, так как при этом вероятность повреждения верхних кожных нервов ягодич минимальна [31].

### 3. Повреждение нервов.

При заборе трансплантатов из гребня подвздошной кости возможно повреждение латерального кожного нерва бедра, верхних кожных нервов ягодич, подвздошно-подчревного, подвздошно-пахового и бедренного нервов [23, 34]. Значение интраоперационной травмы нервных стволов для последующего развития болевого синдрома подтверждается сообщением об успешном лечении хронических болей блокадой верхних кожных нервов ягодич [63].

### 4. Мобилизация мышц.

С целью уменьшения травмирования окружающих мягких тканей и предотвращения развития болевого синдрома предложена техника, позволяющая избежать мобилизации мышц и надкостницы наружной поверхности крыла подвздошной кости. Вход в крыло подвздошной кости с помощью остеотома осуществляется в косом направлении, чем достигается отделение наружного и внутреннего кортикального слоев от будущего трансплантата, для последующего сближения наружного и внутреннего кортикального слоев используют проволочные швы [61]. Впрочем, данные о влиянии этой методики на частоту хронических болей в донорской зоне отсутствуют.

### 5. Повреждение скелетно-мышечных структур.

При заборе трансплантатов из гребня подвздошной кости возможно повреждение передней верхней подвздошной ости, которое может привести в дальнейшем к стрессовому перелому под действием силы портняжной мышцы и прямой мышцы бедра [23, 34]. Также описаны случаи повреждения крестцово-подвздошного сочленения [25].

### 6. Костный дефект, остающийся после забора трансплантата.

Bednar и Al-Tunaib [12] рентгенологически обследовали как симптоматически, так бессимптомных пациентов, перенесших забор трансплантата из гребня крыла подвздошной кости, и установили, что регенерации костных структур донорской зоны не происходит. В связи с этим предпринимались многочисленные попытки реконструкции остающегося после забора трансплантата дефекта, не все они привели к успеху. Так, реконструкция донорской зоны цементом на основе фосфата кальция, по данным Dusseldorp и Mobbs [21], не привела к значимому снижению частоты возникновения болевого синдрома. Wojescul et al. [13] использовали с той же целью коралловый гидроксиапатит и получили рентгенологическое подтверждение ее восстановления, однако

из-за малой выборки не смогли однозначно оценить влияние методики на возникновение хронических болей. Wang et al. [58] показали, что заполнение дефекта гребня подвздошной кости полилактатной резорбируемой сеткой приводит к снижению интенсивности болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде. Положительные результаты реконструкции донорской зоны были также получены при использовании трикальций-фосфата [43], биоактивной керамики [9, 30], метилметакрилатного цемента [37]. Niu et al. [39] получили хорошие результаты, применяя для реконструкции эквивалентный аллотрансплантат гребня подвздошной кости. Наконец, Varat et al. [11] использовали для замещения дефекта аутогенное ребро. На основании полученных результатов авторы рекомендуют эту методику, если доступ к позвоночному столбу требует резекции ребра в ходе торако- или торакофренолюмботомии. Вместе с тем простая обработка краев костного дефекта бором для удаления всех пальпаторно определяемых выступов и острых углов также снижает частоту развития болевого синдрома [55]. Альтернативным подходом к сохранению целостности гребня подвздошной кости является применение малоинвазивных методик забора материала [2, 20, 42].

## Заключение

Принципиальным решением проблемы болезней донорской зоны является отказ от использования костного аутооттрансплантата. Несмотря на отрицательные стороны применения аллогенной кости, этот материал сохраняет определенное значение, причем для некоторых артродезирующих операций доказана его эквивалентность аутооттрансплантату [27, 48, 64]. Предложены многочисленные синтетические альтернативы костного трансплантата, изготавливаемые промышленно в условно неограниченном количестве и обладающие стандартными предсказуемыми свойствами [35]. Накоплен весьма значительный опыт приме-

нения этих материалов как в чистом виде, так и в сочетании с аутогенными средами (кровь, костный мозг, местная костная ткань), подробное рассмотрение которого выходит за рамки настоящего обзора. Тем не менее именно трансплантат из гребня подвздошной кости остается золотым стандартом пластического материала в костной

хирургии. Научная методология требует для сравнительной оценки различных материалов сопоставить результаты их применения в идентичных условиях. Возможно, в ходе накопления доказательной базы применения альтернативных пластических материалов отказ от использования костного трансплантата окажется возможен

в большинстве стандартных клинических ситуаций, однако золотой стандарт неизбежно сохранит свое значение как универсальная сравнительная модель.

*Авторы выражают благодарность проф. А.Ю. Мушкину за консультативную помощь при написании данной статьи.*

## Литература/References

1. **Губин А.В., Ульрих Э.В.** Современная концепция лечения детей с патологией шейного отдела позвоночника // Педиатр. 2010. Т. 1. № 1. С. 54–62. [Gubin AV, Ulrikh EV. The modern concept of treatment of children with cervical spine pathology. *Pediatr.* 2010;1(1):54–62. In Russian].
2. **Дракин А.И., Басков А.В., Учуров О.Н., Басков В.А.** Сравнительный анализ разных способов взятия костных трансплантатов из гребня подвздошной кости для выполнения спондилодеза // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2008. № 3. С. 71–74. [Drakin AI, Baskov AV, Uchurov ON, Baskov VA. First experience in treatment of degenerative lumbar spine lesions using interspinous dynamic complex implant. *Journal of Traumatology and Orthopedics. Priorov.* 2008;(3):71–74. In Russian].
3. **Чернорай А.В.** Болезнь как непривычное условие существования и проблема психической адаптации // Педиатр. 2012. Т. 3. № 4. С. 7–9. [Chernoraj AV. Illness as an unusual condition for the existence and the problem of mental adaptation. *Pediatr.* 2012;3(4):7–9. In Russian].
4. **Ackerman DB, Rose FS, Moran SL, Dekutoski MB, Bishop AT, Shin AY.** The results of vascularized-free fibular grafts in complex spinal reconstruction. *J Spinal Disord Tech.* 2011;24:170–176. DOI: 10.1097/BSD.0b013e3181e666d0.
5. **Ahlmann E, Patzakis M, Roidis N, Shepherd L, Holtom P.** Comparison of anterior and posterior iliac crest bone grafts in terms of harvest-site morbidity and functional outcomes. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84:716–720.
6. **Aliano KA, Agulnick M, Cohen B, Gonya G, Low C, Stavrides S, Addona T, Goncalves J, Shin D, Kilgo MS, Davenport TA.** Spinal reconstruction for osteomyelitis with free vascularized fibular grafts using intra-abdominal recipient vessels: A series of three cases. *Microsurgery.* 2013;33:560–566. DOI: 10.1002/micr.22150.
7. **Arlet V, Jiang L, Steffen T, Ouellet J, Reindl R, Aebi M.** Harvesting local cylinder autograft from adjacent vertebral body for anterior lumbar interbody fusion: surgical technique, operative feasibility and preliminary clinical results. *Eur Spine J.* 2006;15:1352–1359. DOI: 10.1007/s00586-006-0100-5.
8. **Arrington ED, Smith WJ, Chambers HG, Bucknell AL, Davino NA.** Complications of iliac crest bone graft harvesting. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;(329):300–309.
9. **Asano S, Kaneda K, Satoh S, Abumi K, Hashimoto T, Fujiya M.** Reconstruction of an iliac crest defect with a bioactive ceramic prosthesis. *Eur Spine J.* 1994;3:39–44. DOI: 10.1007/BF02428315.
10. **Banwart JC, Asher MA, Hassanein RS.** Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity. A statistical evaluation. *Spine.* 1995;20:1055–1060.
11. **Bapat MR, Chaudhary K, Garg H, Laheri V.** Reconstruction of large iliac crest defects after graft harvest using autogenous rib graft: a prospective controlled study. *Spine.* 2008;33:2570–2575. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318185287d.
12. **Bednar DA, Al-Tunaib W.** Failure of reconstitution of open-section, posterior iliac-wing bone graft donor sites after lumbar spinal fusion. Observations with implications for the etiology of donor site pain. *Eur Spine J.* 2005;14:95–98. DOI: 10.1007/s00586-004-0769-2.
13. **Bojescul JA, Polly DW Jr, Kuklo TR, Allen TW, Wicand KE.** Backfill for iliac-crest donor sites: a prospective, randomized study of coralline hydroxyapatite. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2005;34:377–382.
14. **Calori GM, Colombo M, Mazza EL, Mazzola S, Malagoli E, Mineo GV.** Incidence of donor site morbidity following harvesting from iliac crest or RIA graft. *Injury.* 2014;45 Suppl 6:S116–S120. DOI: 10.1016/j.injury.2014.10.034.
15. **Chacha PB.** Vascularised pedicular bone grafts. *Int Orthop.* 1984;8:117–138.
16. **Clarke A, Flowers MJ, Davies AG, Fernandes J, Jones S.** Morbidity associated with anterior iliac crest bone graft harvesting in children undergoing orthopaedic surgery: a prospective review. *J Child Orthop.* 2015;9:411–416. DOI: 10.1007/s11832-015-0698-0.
17. **David R, Folman Y, Pikarsky I, Leitner Y, Catz A, Gepstein R.** Harvesting bone graft from the posterior iliac crest by less traumatic, midline approach. *J Spinal Disord Tech.* 2003;16:27–30.
18. **Delawi D, Dhert WJ, Castelein RM, Verbout AJ, Oner FC.** The incidence of donor site pain after bone graft harvesting from the posterior iliac crest may be overestimated: a study on spine fracture patients. *Spine.* 2007;32:1865–1868. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318107674e.
19. **Dimar JR 2nd, Glassman SD, Burkus JK, Pryor PW, Hardacker JW, Carreon LY.** Two-year fusion and clinical outcomes in 224 patients treated with a single-level instrumented posterolateral fusion with iliac crest bone graft. *Spine J.* 2009;9:880–885. DOI: 10.1016/j.spinee.2009.03.013.
20. **Dimitriou R, Mataliotakis GI, Angoules AG, Kanakaris NK, Giannoudis PV.** Complications following autologous bone graft harvesting from the iliac crest and using the RIA: a systematic review. *Injury.* 2011;42 Suppl 2:S3–S15. DOI: 10.1016/j.injury.2011.06.015.
21. **Dusseldorp JR, Mobbs RJ.** Iliac crest reconstruction to reduce donor-site morbidity: technical note. *Eur Spine J.* 2009;18:1386–1390. DOI: 10.1007/s00586-009-1108-4.
22. **Eastlack RK, Dekutoski MB, Bishop AT, Moran SL, Shin AY.** Vascularized pedicled rib graft: a technique for posterior placement in spinal reconstruction. *J Spinal Disord Tech.* 2007;20:610–615. DOI: 10.1097/BSD.0b013e318060ac67.
23. **Ebraheim NA, Elgafy H, Xu R.** Bone-graft harvesting from iliac and fibular donor sites: techniques and complications. *J Am Acad Orthop Surg.* 2001;9:210–218.
24. **Epstein NE.** Iliac crest autograft versus alternative constructs for anterior cervical spine surgery: Pros, cons, and costs. *Surg Neurol Int.* 2012;3(Suppl 3):S143–S156. DOI: 10.4103/2152-7806.98575.
25. **Finkemeier CG.** Bone-grafting and bone-graft substitutes. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84:454–464.

26. **France JC, Schuster JM, Moran K, Dettori JR.** Iliac crest bone graft in lumbar fusion: the effectiveness and safety compared with local bone graft, and graft site morbidity comparing a single-incision midline approach with a two-incision traditional approach. *Global Spine J.* 2015;5:195–206. DOI: 10.1055/s-0035-1552985.
27. **Frothingham RE, Solomon A.** The use of allografts in anterior cervical interbody fusion. *J Miss State Med Assoc.* 1988;29:71–74.
28. **Goulet JA, Senunas LE, DeSilva GL, Greenfield ML.** Autogenous iliac crest bone graft. Complications and functional assessment. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;(339):76–81.
29. **Heary RF, Schlenk RP, Sacchieri TA, Barone D, Brotea C.** Persistent iliac crest donor site pain: independent outcome assessment. *Neurosurgery.* 2002;50:510–516. DOI: 10.1227/00006123-200203000-00015.
30. **Ito M, Abumi K, Moridaira H, Shono Y, Kotani Y, Minami A, Kaneda K.** Iliac crest reconstruction with a bioactive ceramic spacer. *Eur Spine J.* 2005;14:99–102. DOI: 10.1007/s00586-004-0765-6.
31. **Jakoi AM, Iorio JA, Cahill PJ.** Autologous bone graft harvesting: a review of grafts and surgical techniques. *Musculoskelet Surg.* 2015;99:171–178. DOI: 10.1007/s12306-015-0351-6.
32. **Kager AN, Marks M, Bastrom T, Newton PO.** Morbidity of iliac crest bone graft harvesting in adolescent deformity surgery. *J Pediatr Orthop.* 2006;26:132–134. DOI: 10.1097/01.bpo.0000188996.36674.56.
33. **Kim DH, Rhim R, Li L, Martha J, Swaim BH, Banco RJ, Jenis LG, Tromanhauser SG.** Prospective study of iliac crest bone graft harvest site pain and morbidity. *Spine J.* 2009;9:886–892. DOI: 10.1016/j.spinee.2009.05.006.
34. **Kurz LT, Garfin SR, Booth RE Jr.** Harvesting autogenous iliac bone grafts. A review of complications and techniques. *Spine.* 1989;14:1324–1331.
35. **Laurencin C, Khan Y, El-Amin SF.** Bone graft substitutes. *Expert Rev Med Devices.* 2006;3:49–57.
36. **Loeffler BJ, Kellam JF, Sims SH, Bosse MJ.** Prospective observational study of donor-site morbidity following anterior iliac crest bone-grafting in orthopaedic trauma reconstruction patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94:1649–1654. DOI: 10.2106/JBJSK.00961.
37. **Lubicky JP, DeWald RL.** Methylmethacrylate reconstruction of large iliac crest bone graft donor sites. *Clin Orthop Relat Res.* 1982;(164):252–256. DOI: 10.1097/00003086-198204000-00045.
38. **Nakamura H, et al.** Use of folded vascularized rib graft in anterior fusion after treatment of thoracic and upper lumbar lesions. Technical note. *J Neurosurg.* 2001;94(2 Suppl):323–327. DOI: 10.3171/spi.2001.94.2.0323.
39. **Niu YF, An XF, Wu DJ, Xu SG, Zhang CC, Li M.** Anatomical reconstruction of donor site after large iliac crest graft harvest with equivalent iliac crest allograft. A prospective controlled study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2013;17:1951–1957.
40. **Palmer W, Crawford-Sykes A, Rose RE.** Donor site morbidity following iliac crest bone graft. *West Indian Med J.* 2008;57:490–492.
41. **Peelle MW, Rawlins BA, Frelinghuysen P.** A novel source of cancellous autograft for ACDF surgery: the manubrium. *J Spinal Disord Tech.* 2007;20:36–41.
42. **Pollock R, Alcelik I, Bhatia C, Chuter G, Lingutla K, Budithi C, Krishna M.** Donor site morbidity following iliac crest bone harvesting for cervical fusion: a comparison between minimally invasive and open techniques. *Eur Spine J.* 2008;17:845–852. DOI: 10.1007/s00586-008-0648-3.
43. **Resnick DK.** Reconstruction of anterior iliac crest after bone graft harvest decreases pain: a randomized, controlled clinical trial. *Neurosurgery.* 2005;57:526–529.
44. **Robertson PA, Wray AC.** Natural history of posterior iliac crest bone graft donation for spinal surgery: a prospective analysis of morbidity. *Spine.* 2001;26:1473–1476.
45. **Saeed M, Khan BA, Wazir Z, Inam M, Satar A.** The use of locally harvested bone chips as a graft in spine fusion surgery. *J Pak Med Assoc.* 2014;64(12 Suppl 2):S87–S90.
46. **Saltzman BM, Levy DM, Vakhshori V, DeWald CJ.** Free vascularized fibular strut autografts to the lumbar spine in complex revision surgery: a report of two cases. *Korean J Spine.* 2015;12:185–189. DOI: 10.14245/kjs.2015.12.3.185.
47. **Sasso RC, LeHuec JC, Shaffrey C.** Iliac crest bone graft donor site pain after anterior lumbar interbody fusion: a prospective patient satisfaction outcome assessment. *J Spinal Disord Tech.* 2005;18 Suppl:S77–S81. DOI: 10.1097/01.bsd.0000112045.36255.83.
48. **Savolainen S, Usenius JP, Hernesniemi J.** Iliac crest versus artificial bone grafts in 250 cervical fusions. *Acta Neurochir (Wien).* 1994;129:54–57. DOI: 10.1007/BF01400873.
49. **Schwartz CE, Martha JF, Kowalski P, Wang DA, Bode R, Li L, Kim DH.** Prospective evaluation of chronic pain associated with posterior autologous iliac crest bone graft harvest and its effect on postoperative outcome. *Health Qual Life Outcomes.* 2009;7:49. DOI: 10.1186/1477-7525-7-49.
50. **Silber JS, Anderson DG, Daffner SD, Brislin BT, Leland JM, Hilibrand AS, Vaccaro AR, Albert TJ.** Donor site morbidity after anterior iliac crest bone harvest for single-level anterior cervical discectomy and fusion. *Spine.* 2003;28:134–139. DOI: 10.1097/01.BRS.0000041587.55176.67.
51. **Singh K, Phillips FM, Kuo E, Campbell M.** A prospective, randomized, double-blind study of the efficacy of postoperative continuous local anesthetic infusion at the iliac crest bone graft site after posterior spinal arthrodesis: a minimum of 4-year follow-up. *Spine.* 2007;32:2790–2796. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31815b7650.
52. **Skaggs DL, Samuelson MA, Hale JM, Kay RM, Tolo VT.** Complications of posterior iliac crest bone grafting in spine surgery in children. *Spine.* 2000;25:2400–2402. DOI: 10.1097/00007632-200009150-00021.
53. **Steffen T, Downer P, Steiner B, Hehli M, Aebi M.** Minimally invasive bone harvesting tools. *Eur Spine J.* 2000;9 Suppl 1:S114–S118. DOI: 10.1007/PL00008316.
54. **Summers BN, Eisenstein SM.** Donor site pain from the ilium. A complication of lumbar spine fusion. *J Bone Joint Surg Br.* 1989;71:677–680.
55. **Tanishima T, Yoshimasu N, Ogai M.** A technique for prevention of donor site pain associated with harvesting iliac bone grafts. *Surg Neurol.* 1995;44:131–132.
56. **Varga E, Hu R, Hearn TC, Woodside T, Yang JP.** Biomechanical analysis of hemipelvic deformation after corticospinous bone graft harvest from the posterior iliac crest. *Spine.* 1996;21:1494–1499. DOI: 10.1097/00007632-199607010-00002.
57. **Vos CG, Hartemink KJ, Oosterhuis JW, Winters HA, Paul MA.** En bloc resection of 3 vertebra in a pancoast patient: long-term stability using a free vascularized fibular graft. *Ann Thorac Surg.* 2011;91:295–298. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2010.07.082.
58. **Wang MY, Levi AD, Shah S, Green BA.** Poly(lactic acid) mesh reconstruction of the anterior iliac crest after bone harvesting reduces early postoperative pain after anterior cervical fusion surgery. *Neurosurgery.* 2002;51:413–416.
59. **Wilden JA, Moran SL, Dekutoski MB, Bishop AT, Shin AY.** Results of vascularized rib grafts in complex spinal reconstruction. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89 Suppl 2 Pt.1:128–141.
60. **Winters HA, Kraak J, Oosterhuis JW, de Kleuver M.** Spinal reconstruction with free vascularised bone grafts; approaches and selection of acceptor vessels. *Scand J Surg.* 2013;102:42–48. DOI: 10.1177/145749691310200109.
61. **Wolfe SA, Kawamoto HK.** Taking the iliac-bone graft. *J Bone Joint Surg Am.* 1978;60:411.
62. **Xiu P, Shui D, Wang Q, Wang G, Lan Y.** Anatomic and morphometric analysis of manubrium sterni as a source of autograft for anterior cervical fusion surgery using quantitative 3-dimensional computed tomographic scans. *Spine.* 2012;37:E935–E941. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318252d27f.
63. **Yanow JH, Lorenzo LD, Worosilo SC, Pappagallo M.** Successful treatment of chronic donor site pain. *Anesth Pain Med.* 2015;5:e18777. DOI: 10.5812/aapm.18777.

64. **Young WF, Rosenwasser RH.** An early comparative analysis of the use of fibular allograft versus autologous iliac crest graft for interbody fusion after anterior cervical discectomy. *Spine.* 1993;18:1123–1124.
65. **Younger EM, Chapman MW.** Morbidity at bone graft donor sites. *J Orthop Trauma.* 1989;3:192–195. DOI: 10.1007/978-1-4471-5451-8\_132.
66. **Yu WD, Bernstein RM, Watts HG.** Autogenous tibial strut grafts used in anterior spinal fusion for severe kyphosis and kyphoscoliosis. *Spine.* 2003;28:699–705.

**Адрес для переписки:**

Косулин Артем Владимирович  
194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2,  
Санкт-Петербургский государственный педиатрический  
медицинский университет,  
hackenlad@mail.ru

**Address correspondence to:**

Kosulin Artem Vladimirovich  
St. Petersburg State Pediatric Medical University,  
Litovskaya str., 2, St. Petersburg, 194100, Russia,  
hackenlad@mail.ru

Статья поступила в редакцию 16.02.2016

*Артем Владимирович Косулин, ассистент кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии; Дмитрий Викторович Елякин, детский хирург хирургического отделения № 2, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.*

*Artem Vladimirovich Kosulin, Assistant in the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy; Dmitriy Viktorovich Elyakin, pediatric surgeon, Surgical Department No. 2, Saint-Petersburg State Pediatric Medical University.*

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Новосибирский научно-исследовательский институт  
травматологии и ортопедии им. Я.А. Цивьяна»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Объявляет конкурсный прием**

в ординатуру по специальностям «травматология и ортопедия», «нейрохирургия»,  
«анестезиология-реаниматология» и в аспирантуру по направлению «Клиническая  
медицина» по специальностям «травматология и ортопедия», «нейрохирургия»,  
«анестезиология-реаниматология»

Контактная информация: [TShustrova@niito.ru](mailto:TShustrova@niito.ru)  
Тел.: 8 (383) 363-39-81