

<https://doi.org/10.17816/PED10345-50>

ПРИМЕНЕНИЕ НАВИГАЦИОННОГО ШАБЛОНА ДЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ НОЖКИ ПОЗВОНКА ПРИ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОЙ ФИКСАЦИИ

© А.В. Косулин, Д.В. Елякин, К.Д. Лебедева, А.Е. Сухомлинова, Е.А. Козлова, А.Е. Орехова

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России

Для цитирования: Косулин А.В., Елякин Д.В., Лебедева К.Д., и др. Применение навигационного шаблона для прохождения ножки позвонка при транспедикулярной фиксации // Педиатр. – 2019. – Т. 10. – № 3. – С. 45–50. <https://doi.org/10.17816/PED10345-50>

Поступила: 03.04.2019

Одобрена: 15.05.2019

Принята к печати: 14.06.2019

В настоящее время наиболее распространенным способом хирургической стабилизации позвоночника является транспедикулярная фиксация. Настоящее исследование обобщает опыт использования индивидуальных навигационных шаблонов для прохождения ножки позвонка. Навигационные шаблоны были использованы для установки 35 транспедикулярных винтов у пяти пациентов в возрасте от 2 до 16 лет с деформациями позвоночника. Всем больным перед операцией выполняли компьютерную томографию. На основании полученных данных создавали виртуальную 3D-модель зоны интереса. Ориентируясь на плоскостные сечения модели, соответственно транспедикулярным трассам располагали модели шила, имеющие размерные характеристики используемого хирургического инструмента. Далее на основе геометрических примитивов создавали навигационный шаблон. Модель зоны интереса и навигационный шаблон распечатывали на 3D-принтере из полилактида (polylactide, PLA). В ходе операции навигационный шаблон помещали на скелетированные задние структуры соответствующих позвонков. После проверки стабильности положения шаблона через тубусы-направители шилом формировали транспедикулярные трассы на глубину 20 мм. Зондом проверяли целостность костных стенок полученного канала. Дальнейшее формирование трассы производили по методике «свободной руки» (free hand). После операции каждому пациенту для оценки стояния металлоконструкции осуществляли рентгенологический контроль. Двум больным (16 винтов) была выполнена компьютерная томография. При анализе послеоперационной компьютерной томографии отношение каждого винта к ножке позвонка оценивали по системе двухмиллиметровых инкрементов. Пятнадцать винтов (93,7 %) располагались внутрикостно (степень 0), один винт перфорировал наружную стенку ножки на 0,8 мм (степень 1). Таким образом навигационный шаблон является эффективным и безопасным средством позиционирования транспедикулярных винтов.

Ключевые слова: навигационный шаблон; 3D-печать; транспедикулярная фиксация.

NAVIGATION TEMPLATE FOR VERTEBRAL PEDICLE PASSAGE IN TRANSPEDICULAR SCREW FIXATION

© A.V. Kosulin, D.V. Elyakin, K.D. Lebedeva, A.E. Sukhomlinova, E.A. Kozlova, A.E. Orekhova

St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Russia

For citation: Kosulin AV, Elyakin DV, Lebedeva KD, et al. Navigation template for vertebral pedicle passage in transpedicular screw fixation. *Pediatrician (St. Petersburg)*. 2019;10(3):45-50. <https://doi.org/10.17816/PED10345-50>

Received: 03.04.2019

Revised: 15.05.2019

Accepted: 14.06.2019

Transpedicular screw fixation is the most established means to stabilize the spine. Present study evaluates personalized navigation templates application for vertebral pedicle passage. Navigation templates were used for inserting 35 transpedicular screws in 5 patients with spinal deformity (age 2–16). Each patient underwent computed tomography preoperatively. Acquired data was processed into a virtual 3d-model of target zone. Life size virtual pedicular probes were placed onto transpedicular trajectories determined on multiplanar cross-sections of the model. Navigation template was created by modification and union of geometric primitives. Target zone model and navigation template were made with PLA by 3D-printer. In surgery the template was placed on skeletonized posterior surface of appropriate vertebrae. After confirmation of template stability trajectories were passed to a depth of 20 mm through guiding tubes by pedicular probe. Resulting channels were controlled with ball tip feeler, and the full depth trajectories were made by free hand technique. Postoperatively screws placement accuracy was assessed by plain X-rays in each patient. Two patients (16 screws) also underwent computed tomography. In these patients screw placement accuracy was assessed by system based on 2 mm breach increments. 15 screws (93.7%) were fully contained within the pedicle (grade 0), 1 screw breached external cortex of the pedicle by 0.8 mm (grade 1). Efficacy and safety of navigation template for transpedicular screws insertion was demonstrated.

Keywords: navigation template; 3D-printing; transpedicular screw fixation.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наиболее распространенным способом хирургической стабилизации позвоночника

является транспедикулярная фиксация. Для установки на позвонок опорного элемента металлоконструкции необходимо сформировать в костном веществе

трассу, причем прохождение ножки позвонка — зоны с наименьшей площадью сечения — связано с существенным риском перфорации костных структур и представляет собой ответственный и технически сложный момент вмешательства. Некорректное проведение транспедикулярной трассы может привести к повреждению твердой мозговой оболочки и спинного мозга, а также к травме крупных кровеносных сосудов. Как правило, такие осложнения распознаются во время операции или в раннем послеоперационном периоде [19, 22]. Однако бессимптомная перфорация ножки позвонка в дальнейшем способна обусловить возникновение отсроченных осложнений: пролежня твердой мозговой оболочки с нарушением ликвородинамики [7] и радикулопатии [26], для лечения которых необходимо повторное вмешательство [8].

Для повышения точности позиционирования винтов предложен ряд навигационных методик: флюороскопия, компьютерно-томографическая (КТ) навигация, робот-ассистированная хирургия [6]. Использование флюороскопии связано с относительно высокой лучевой нагрузкой и ограниченной информативностью в определенных анатомических областях [12, 25]. КТ-навигация и робот-ассистированная методика требуют дорогостоящего мало-мобильного оборудования, доступного только высокоспециализированным центрам [4].

Широкое распространение технологии 3D-печати позволило создать одноразовый персонифицированный хирургический инструмент — навигационный шаблон, который обеспечивает перенос определен-

ных при виртуальном моделировании вмешательства точек входа и направления в физический мир операционного поля. Одна из принципиальных особенностей метода заключается в полном отсутствии специфических затрат операционного времени и необходимости размещать около больного дополнительное оборудование.

В последние годы появился ряд публикаций, посвященных применению навигационных шаблонов в хирургии позвоночника. Подавляющее большинство источников описывают хирургическую стабилизацию шейного отдела у взрослых пациентов [1, 5, 9–11, 13, 15, 17, 21, 23, 27, 28]. Опубликованы сообщения об операциях на грудном [20], поясничном [18] и крестцовом [16] отделах. Представляют интерес данные о лабораторных исследованиях навигационных шаблонов у детей [24], в том числе с нарушением формирования позвонков [2, 4]. Указания на клиническое использование подобных методов в детском возрасте и при пороках развития позвонков единичны [14].

Цель исследования — оценить безопасность имплантации транспедикулярных винтов с помощью навигационного шаблона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Навигационные шаблоны были использованы для установки 35 транспедикулярных винтов у пяти больных с деформациями позвоночника в возрасте от 2 до 16 лет. Характеристика больных и число установленных винтов приведены в табл. 1.

Таблица 1 / Table 1

Характеристика больных и число установленных винтов
Patients' characteristics and number of screws placed

№	Возраст, лет / Age, years old	Диагноз / Diagnosis	Особенности случая / Case features	Число установленных винтов (с применением навигационного шаблона/всего) / Number of screws placed (by navigation template/total)
1	2	Полупозвонок L ₂ / Hemivertebra L ₂	Аплазия ножки L ₃ позвонка / Aplasia of L ₃ pedicle	5/5
2	9	Нарушение сегментации Th ₉ -Th ₁₁ / Failure of segmentation Th ₉ -Th ₁₁	Врожденный локальный кифоз. Транспедикулярная резекция Th ₁₀ позвонка / Congenital local kyphosis. Pedicle subtraction osteotomy of Th ₁₀ vertebra	8/8
3	16	Нарушение сегментации Th ₂ -Th ₇ / Failure of segmentation Th ₂ -Th ₇	Состояние после этапных операций / Final surgery after repeated lengthening procedures	4/9
4	16	Нарушение сегментации Th ₄ -Th ₇ / Failure of segmentation Th ₄ -Th ₇	Состояние после этапных операций / Final surgery after repeated lengthening procedures	12/12
5	14	Подростковый идиопатический сколиоз / Adolescent idiopathic scoliosis	Тип 2AN по Lenke / Lenke 2AN type	6/17

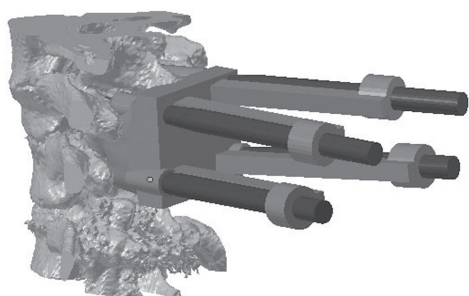


Рис. 1. Виртуальные модели зоны интереса и навигационного шаблона

Fig. 1. Virtual models of target zone and navigation template



Рис. 2. Модель зоны интереса и навигационные шаблоны, распечатанные на 3D-принтере

Fig. 2. 3D-printed target zone model and navigation templates



Рис. 3. Прохождение ножки позвонка через шаблон-направитель на операции

Fig. 3. Navigation template assisted pedicle passage on surgery

Всем пациентам перед операцией была выполнена компьютерная томография. На основании полученных данных создавали виртуальную 3D-модель зоны интереса. При небольшой протяженности фиксации зона интереса соответствовала зоне предполагаемой операции, при значительной протяженности — зоне, прогностически наиболее трудной для имплантации. Модель загружали в программу Blender. Ориентируясь на плоскостные сечения модели, соответственно транспедикулярным трассам располагали модели шила, имеющие размерные характеристики используемого хирургического инструмента. Далее на основе геометрических примитивов создавали опорную площадку и тубусы-направители навигационного шаблона.

Рабочей поверхности опорной площадки с использованием алгоритма проецирования придавали форму отпечатка задних структур соответствующих позвонков. Тубусы-направители позиционировали соответственно моделям шила. Объединением опорной площадки и тубусов-направителей получали навигационный шаблон (рис. 1). В случае если число смежных фиксируемых сегментов превышало три, создавали два или более навигационных шаблона. Модель зоны интереса и навигационный шаблон распечатывали на 3D-принтере из полилактида (polylactide, PLA) (рис. 2).

Полученные физические объекты стерилизовали в озоновой камере. На операции после осуществления доступа к зоне интереса навигационный шаблон помещали на скелетированные задние структуры соответствующих позвонков. После проверки стабильности положения шаблона через тубусы-направители шилом формировали транспедикулярные трассы на глубину 20 мм (рис. 3). Зондом проверяли целостность костных стенок полученного канала. Дальнейшее формирование трассы производили по методике «свободной руки» (free hand). После операции

Таблица 2 / Table 2

Система оценки положения транспедикулярных винтов
System of pedicle screw accuracy assessment

Степень 0 / Grade 0	Винт располагается в пределах костных структур / Screw is fully contained within the pedicle
Степень 1 / Grade 1	Винт перфорирует ножку позвонка не более чем на 2 мм / Pedicle breach up to 2 mm
Степень 2 / Grade 2	Винт перфорирует ножку позвонка на 2–4 мм / Pedicle breach of 2–4 mm
Степень 3 / Grade 3	Винт перфорирует ножку позвонка более чем на 4 мм / Pedicle breach greater than 4 mm

всем пациентам для оценки стояния металлоконструкции был осуществлен рентгенологический контроль. Двум больным (№ 3–4 в табл. 1, 16 винтов) также выполняли компьютерную томографию. При анализе послеоперационной компьютерной томографии отношение каждого винта к ножке позвонка оценивали по системе двухмиллиметровых инкрементов (табл. 2) [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Во всех случаях при оперативных вмешательствах была отмечена высокая степень соответствия задних структур позвонков физической модели зоны интереса, навигационный шаблон удалось стабильно расположить на костных структурах. При интраоперационной оценке целостности костных стенок транспедикулярных трасс перфораций выявлено не было. При послеоперационном рентгенологическом обследовании стояние всех винтов было расценено как удовлетворительное. Контрольная компьютерная томография показала отсутствие перфорации костных стенок ножки позвонка (степень 0) при оценке положения 15 винтов (93,7 %) и перфорацию одним винтом (6,3 %) наружной стенки на 0,8 мм (степень 1).

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования демонстрируют безопасность использования навигационного шаблона для прохождения ножки позвонка и согласуются с опубликованными данными, подтверждающими корректную имплантацию в 94,6–100 % случаев [1, 5, 9–11, 13, 14–18, 20, 21, 23, 27, 28]. Особенностью настоящего исследования является использование в качестве перфорирующего инструмента шила. Отказ от использования электроинструмента продиктован отсутствием у авторов предшествующего опыта применения навигационных шаблонов и, соответственно, низким исходным уровнем доверия к методу. В отличие от электрической дрели шило позволяет сохранить осязательный контроль формирования трассы и диагностировать перфорацию кортикального слоя ножки позвонка своевременно. В настоящее время с учетом полученных данных, авторы готовы использовать для формирования транспедикулярных трасс электроинструмент.

Факторами, определяющими соответствие фактической траектории инструмента запланированной, являются такие качества навигационного шаблона, как способность сохранять стабильность относительно позвонка и обеспечивать стабильность положения рабочей части инструмента. Данные качества, очевидно, зависят от геометрических характеристик шаблона (площади поверхности контакта, числа охватываемых уровней, длины тубусов-направителей). Указаний на конкретные требования к конфигурации навигационного шаблона, исследований зависимости эффективности шаблона от его геометрических параметров нам обнаружить не удалось. Таким образом, самостоятельное создание навигационных шаблонов — крайне ответственный и подверженный влиянию субъективных факторов процесс. Технология может существенно различаться у независимых коллективов, что требует осторожности при интерпретации результатов. Для выяснения критериев надежности навигационных шаблонов необходимы лабораторные исследования на биологическом материале.

ВЫВОДЫ

3D-печать является доступной и перспективной технологией повышающей безопасность транспедикулярной фиксации.

Использованный авторами метод позволяет освоить применение навигационного шаблона с минимальным риском некорректной имплантации.

Для выяснения конкретных требований к конфигурации навигационных шаблонов необходимы дальнейшие исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурцев А.В., Павлова О.М., Рябых С.О., Губин А.В. Компьютерное 3D-моделирование с изготовлением индивидуальных лекал для навигирования введения винтов в шейном отделе позвоночника // Хирургия позвоночника. – 2018. – Т. 15. – № 2. – С. 33–38. [Burtsev AV, Pavlova OM, Ryabikh SO, Gubin AV. Computer 3D-modeling of patient-specific navigational template for cervical screw insertion. *Spine surgery*. 2018;15(2):33-38. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14531/ss2018.2.33-38>.
2. Кокушин Д.Н., Виссарионов С.В., Баиндурашвили А.Г., и др. Сравнительный анализ положения транспедикулярных винтов у детей с врожденным сколиозом: метод «свободной руки» (*in vivo*) и шаблоны-направители (*in vitro*) // Травматология и ортопедия России. – 2018. – Т. 24. – № 4. – С. 53–63. [Kokushin DN, Vissarionov SV, Baindurashvili AG, et al. Comparative analysis of pedicle screw placement in children with congenital scoliosis: freehand technique (*in vivo*) and guide templates (*in vitro*). *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2018;24(4):53-63. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-4-53-63>.
3. Aoude AA, Fortin M, Figueiredo R, et al. Methods to determine pedicle screw placement accuracy in spine surgery: a systematic review. *Eur Spine J*. 2015;24(5):990-1004. <https://doi.org/10.1007/s00586-015-3853-x>.
4. Azimifar F, Hassani K, Saveh AH, Ghomsheh FT. A medium invasiveness multi-level patient's specific template for pedicle screw placement in the scoliosis surgery. *Biomed Eng Online*. 2017;16(1):130. <https://doi.org/10.1186/s12938-017-0421-0>.
5. Deng T, Jiang M, Lei Q, et al. The accuracy and the safety of individualized 3D printing screws insertion templates for cervical screw insertion. *Comput Assist Surg (Abingdon)*. 2016;21(1):143-149. <https://doi.org/10.1080/24699322.2016.1236146>.
6. Fan Y, Du J, Zhang J, et al. Comparison of accuracy of pedicle screw insertion among 4 guided technologies in spine surgery. *Med Sci Monit*. 2017;23:5960-5968. <https://doi.org/10.12659/msm.905713>.
7. Floccari LV, Larson AN, Stans AA, et al. Delayed dural leak following posterior spinal fusion for idiopathic scoliosis using all posterior pedicle screw technique. *J Pediatr Orthop*. 2017;37(7):e415-e420. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001008>.
8. Gautschi OP, Schatlo B, Schaller K, Tessitore E. Clinically relevant complications related to pedicle screw placement in thoracolumbar surgery and their management: a literature review of 35,630 pedicle screws. *Neurosurg Focus*. 2011;31(4):E8. <https://doi.org/10.3171/2011.7.FOCUS11168>.
9. Guo F, Dai J, Zhang J, et al. Individualized 3D printing navigation template for pedicle screw fixation in up-

- per cervical spine. *PLoS One*. 2017;12(2):e0171509. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171509>.
10. Kaneyama S, Sugawara T, Sumi M. Safe and accurate midcervical pedicle screw insertion procedure with the patient-specific screw guide template system. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015;40(6): E341-348. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000000772>.
 11. Kaneyama S, Sugawara T, Sumi M, et al. A novel screw guiding method with a screw guide template system for posterior C-2 fixation: clinical article. *J Neurosurg Spine*. 2014;21(2):231-238. <https://doi.org/10.3171/2014.3.SPINE13730>.
 12. Kwan MK, Chiu CK, Chan CYW, et al. The use of fluoroscopic guided percutaneous pedicle screws in the upper thoracic spine (T1-T6): Is it safe? *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2017;25(2):2309499017722438. <https://doi.org/10.1177/2309499017722438>.
 13. Li F, Huang X, Wang K, et al. Preparation and assessment of an individualized navigation template for lower cervical anterior transpedicular screw insertion using a three-dimensional printing technique. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018;43(6): E348-E356. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000002341>.
 14. Lu S, Zhang YZ, Wang Z, et al. Accuracy and efficacy of thoracic pedicle screws in scoliosis with patient-specific drill template. *Med Biol Eng Comput*. 2012;50(7):751-8. <https://doi.org/10.1007/s11517-012-0900-1>.
 15. Lu T, Liu C, Dong J, et al. Cervical screw placement using rapid prototyping drill templates for navigation: a literature review. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2016;11(12): 2231-40. <https://doi.org/10.1007/s11548-016-1414-3>.
 16. Merc M, Drstvensek I, Vogrin M, et al. Error rate of multi-level rapid prototyping trajectories for pedicle screw placement in lumbar and sacral spine. *Chin J Traumatol*. 2014;17(5):261-266.
 17. Pu X, Luo C, Lu T, et al. Clinical application of atlantoaxial pedicle screw placement assisted by a modified 3D-printed navigation template. *Clinics (Sao Paulo)*. 2018;73:e259. <https://doi.org/10.6061/clinics/2018/e259>.
 18. Shao ZX, He W, He SQ, et al. A 3D navigation template for guiding a unilateral lumbar pedicle screw with contralateral translamina facet screw fixation: a study protocol for multicentre randomised controlled trials. *BMJ Open*. 2017;7(7):e016328. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-016328>.
 19. Shimizu T, Fujibayashi S, Takemoto M, et al. A multi-center study of reoperations within 30 days of spine surgery. *Eur Spine J*. 2016;25(3):828-835. <https://doi.org/10.1007/s00586-015-4113-9>.
 20. Sugawara T, Kaneyama S, Higashiyama N, et al. Prospective multicenter study of a multistep screw insertion technique using patient-specific screw guide templates for the cervical and thoracic spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018;43(23):1685-1694. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000002810>.
 21. Sugawara T, Higashiyama N, Kaneyama S, Sumi M. Accurate and simple screw insertion procedure with patient-specific screw guide templates for posterior C1-C2 fixation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2017;42(6):E340-E346. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001807>.
 22. Tsai TT, Lee SH, Niu CC, et al. Unplanned revision spinal surgery within a week: a retrospective analysis of surgical causes. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17:28. <https://doi.org/10.1186/s12891-016-0891-4>.
 23. Wang F, Li CH, Liu ZB, et al. The effectiveness and safety of 3-dimensional printed composite guide plate for atlantoaxial pedicle screw: a retrospective study. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(1):e13769. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000013769>.
 24. Wang X, Shi J, Zhang S, et al. Pediatric lumbar pedicle screw placement using navigation templates: a cadaveric study. *Indian J Orthop*. 2017;51(4):468-473. <https://doi.org/10.4103/0019-5413.209955>.
 25. Waschke A, Walter J, Duenisch P, et al. CT-navigation versus fluoroscopy-guided placement of pedicle screws at the thoracolumbar spine: single center experience of 4,500 screws. *Eur Spine J*. 2013;22(3):654-660. <https://doi.org/10.1007/s00586-012-2509-3>.
 26. Woo EJ, DiCuccio MN. Clinically significant pedicle screw malposition is an underestimated cause of radiculopathy. *Spine J*. 2018;18(7):1166-1171. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2017.11.006>.
 27. Wu HH, Su IC, Hsieh CT, et al. Accuracy and safety of using customized guiding templates for cervical pedicle screw insertion in severe cervical deformity, fracture, and spondylolisthesis: a retrospective study of 9 cases. *World Neurosurg*. 2018;116:e1144-e1152. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.05.188>.
 28. Zhang G, Yu Z, Chen X, et al. Accurate placement of cervical pedicle screws using 3D-printed navigational templates: an improved technique with continuous image registration. *Orthopade*. 2018;47(5):428-436. <https://doi.org/10.1007/s00132-017-3515-2>.

◆ Информация об авторах

Арте́м Влади́мирович Косу́лин — ассистент, кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: hackenlad@mail.ru.

◆ Information about the authors

Artem V. Kosulin — Assistant Professor, Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy. St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: hackenlad@mail.ru.

◆ Информация об авторах

Дмитрий Викторович Елякин – детский хирург, хирургическое отделение № 2. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: dimaelkins@mail.ru.

Кристина Дмитриевна Лебедева – студентка, кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: moon2807@mail.ru.

Александра Евгеньевна Сухомлинова – студентка, кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: alexsashashmlmv@gmail.com.

Екатерина Александровна Козлова – студентка, кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: kea13doc@gmail.com.

Анна Евгеньевна Орехова – студентка, кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: myzikanya@mail.ru.

◆ Information about the authors

Dmitriy V. Elyakin – Pediatric Surgeon, Surgical Department No. 2. St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: dimaelkins@mail.ru.

Kristina D. Lebedeva – Student, Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy. St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: moon2807@mail.ru.

Aleksandra E. Sukhomlinova – Student, Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy. St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: alexsashashmlmv@gmail.com.

Ekaterina A. Kozlova – Student, Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy. St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: kea13doc@gmail.com.

Anna E. Orekhova – Student, Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy. St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: myzikanya@mail.ru.