



ТАКТИКА ЛЕЧЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ И ИСТИННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ГРУДНОГО ОТДЕЛА АОРТЫ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНЫМИ ВИНТАМИ ПРИ ОТСУТСТВИИ ОСТРОГО КРОВОТЕЧЕНИЯ

Анализ малой клинической серии и данных литературы

А.Г. Аганесов, М.М. Алексанян, С.А. Абугов, Г.В. Марданян

Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского, Москва, Россия

Цель исследования. Анализ результатов лечения пациентов, у которых после фиксации позвоночника в грудном отделе выявлен контакт винтов с аортой с повреждением ее стенки.

Материал и методы. Три собственных наблюдения и данные литературы.

Результаты. Трем больным с потенциальным (1 случай) и истинным (2 случая) повреждением грудного отдела аорты транспедикулярным винтом выполнено simultанное оперативное вмешательство в объеме эндопротезирования грудного отдела аорты (TEVAR) с последующим перемонтажом (2 наблюдения) или удалением системы транспедикулярной фиксации. Представлен анализ публикаций на указанную тему.

Заключение. Интрамуральная гематома, вызванная мальпозицией винтов, является показанием к эндопротезированию аорты в связи с риском ее расслоения или разрыва. Целесообразно отдавать предпочтение эндоваскулярным методам лечения повреждений сосудов в условиях местного обезболивания первым этапом, далее проводить ревизию системы транспедикулярной фиксации под наркозом.

Ключевые слова: сосудистые осложнения, повреждение аорты, мальпозиция винта, транспедикулярная фиксация, эндопротезирование аорты, перелом позвонка.

Для цитирования: Аганесов А.Г., Алексанян М.М., Абугов С.А., Марданян Г.В. Тактика лечения потенциальных и истинных повреждений грудного отдела аорты транспедикулярными винтами при отсутствии острого кровотечения: анализ малой клинической серии и данных литературы // Хирургия позвоночника. 2022. Т. 19. № 4. С. 46–51.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2022.4.46-51>.

TACTICS FOR THE TREATMENT OF POTENTIAL AND TRUE THORACIC AORTA INJURIES BY PEDICLE SCREWS IN THE ABSENCE OF ACUTE BLEEDING: ANALYSIS OF A SMALL CLINICAL SERIES AND LITERATURE DATA

A.G. Aganesov, M.M. Aleksanyan, S.A. Abugov, G.V. Mardanyan

Petrovsky National Research Centre of Surgery, Moscow, Russia

Objective. To analyse the results of treatment of patients in whom, after fixation of the thoracic spine, contact of screws with the aorta with its wall injury was revealed.

Material and Methods. Three own observations and literature data were analysed.

Results. Three patients with potential (1 case) and true (2 cases) injury to the thoracic aorta by a transpedicular screw underwent simultaneous surgical intervention including thoracic endovascular aortic repair (TEVAR) followed by remounting (2 cases) or removal of the transpedicular fixation system. An analysis of publications on this topic is presented.

Conclusion. Intramural hematoma caused by screw malposition is an indication for aortic repair due to the risk of its dissection or rupture. It is advisable to give preference to endovascular methods of treating vascular injuries under conditions of local anesthesia as the first stage, and then to perform the revision of transpedicular fixation system under anesthesia.

Key Words: vascular complications, aortic injury, screw malposition, transpedicular fixation, TEVAR, vertebral fracture.

Please cite this paper as: Aganesov AG, Aleksanyan MM, Abugov SA, Mardanyan GV. Tactics for the treatment of potential and true thoracic aorta injuries by pedicle screws in the absence of acute bleeding: analysis of a small clinical series and literature data. *Hir. Pozvonoc.* 2022;19(4):46–51. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2022.4.46-51>.

Переломы позвонков составляют 2–12 % случаев травматических повреждений опорно-двигательного аппарата, 10–15 % из них подвергаются оператив-

ному лечению. При этом некорректное расположение винтов отмечается в 4–30 % случаев, в том числе неверное направление винтов и их высто-

яние за пределы тела позвонка, связанное с избыточной длиной [1, 2]. Считается, что мальпозиция винта на 4 мм и более – это потенциаль-

ная опасность развития неврологических и сосудистых осложнений [3, 4]. Подобные ситуации часто возникают при оперативном лечении деформаций позвоночника [5]. Повреждение аорты является крайне редким, но весьма опасным осложнением, причем осложнения данного типа чаще отмечаются в грудном отделе позвоночника из-за анатомических особенностей позвонков [6, 7]. К таким осложнениям относят перфорацию с развитием кровотечения или образованием гематомы, эрозии стенки или образование псевдоаневризма [8]. Обычно осложнения, связанные с повреждением аорты, проявляются в момент травмы, но довольно часто могут иметь отсроченный характер и обнаруживаться через годы или быть случайной находкой [9]. Частота подобных осложнений не связана с опытом хирурга [10]. Повреждения магистральных сосудов при транспедикулярной фиксации (ТПФ) встречаются с частотой 0,01 %, повреждения аорты еще реже, тогда как летальность при этом составляет 15–65 % [11]. Лечебная тактика может варьировать от динамического наблюдения до открытых или эндоваскулярных вмешательств с переустановкой винта [12].

Цель исследования – анализ результатов лечения трех пациентов, у которых после фиксации позвоночника в грудном отделе был выявлен контакт винтов с аортой с повреждением ее стенки.

Приведенные данные определяют настороженность хирургов при планировании ТПФ и выполнении репозиционных маневров, а также помогают принимать тактические решения по своевременному купированию подобного осложнения.

Клинический случай 1. У пациента М., 55 лет, при обследовании по поводу боли в грудном отделе позвоночника выявили компрессионные переломы тел Th₇–Th₈ позвонков. Выполнили декомпрессионную ламинэктомию Th₇–Th₈, ТПФ Th₆–Th₉. На контрольной КТ (рис. 1) грудного отдела позвоночника обнаружили некорректное положение транспедикулярного винта в виде латеральной мальпозиции с прилеганием к стенке аорты.

После консилиума провели эндопротезирование грудного отдела аорты (TEVAR) стент-графтом под местной анестезией с последующим эндо-трахеальным наркозом, укладкой в пром-позицию, ревизией системы транспедикулярной фиксации с перемонтажом левого винта в Th₆.

Пациент полностью вернулся к труду и повседневной жизни. Катамнез прослежен в сроки 1 год 8 мес.

Клинический случай 2. Пациентка Д. в 1999 г. в результате ДТП получила оскольчатый переломом Th₈ позвонка. В центральной районной больнице ей провели декомпрессионно-стабилизирующую операцию с резекцией тела Th₈, корпородез Th₇–Th₉ аутокостью, ТПФ Th₆–Th₁₀. Послеоперационный период протекал гладко, пациентка восстановилась, вела активный образ жизни.

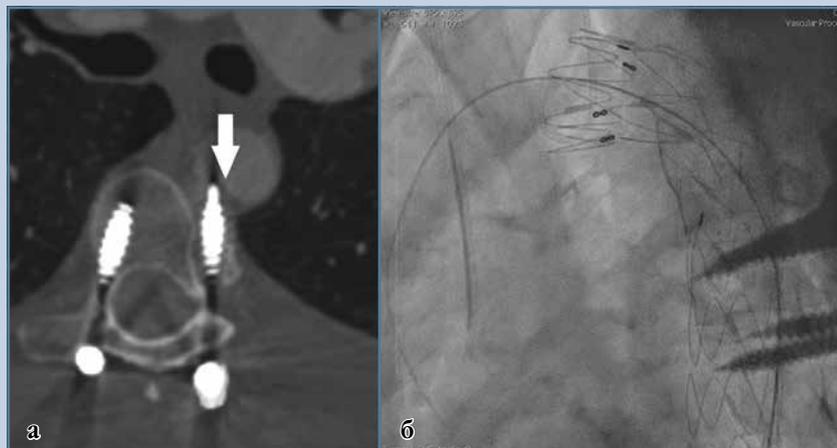
В начале 2020 г. стала отмечать болевой синдром в спине, некоторое время лечилась самостоятельно, но безуспешно. Обратилась за медицинской помощью по месту жительства, где ей выполнили КТ грудного отдела позвоночника, по результатам которой выявили перфорацию грудного отдела аорты транспедикулярным винтом на уровне Th₆. Рекомендовали провести МСКТ-аортографию (рис. 2), которая показала на уровне Th₆ перфорацию грудного отдела аорты транспедикулярным винтом, интрамуральную гематому диаметром 7 мм.

После консилиума выполнили эндопротезирование грудного отдела аорты стент-графтом под местной анестезией, после чего под наркозом



Рис. 1

Данные обследования пациента М., 55 лет: **а** – на предоперационной КТ деформация стенки аорты, образование интрамуральной гематомы (белая стрелка); **б** – интраоперационная флюороскопия после установки стент-графта в аорту; **в** – на послеоперационной КТ позиция винта корректная

**Рис. 2**

Данные обследования пациентки Д.: **а** – на предоперационной КТ латеральная мальпозиция левого винта Th₆, перфорация аорты с формированием интрамуральной гематомы (белая стрелка); **б** – интраоперационная флюороскопия после установки стент-графта в аорту

пациентку уложили на живот и удалили систему ТПФ вторым этапом. Оперативное вмешательство прошло без осложнений.

Пациентку выписали на 5-е сут после вмешательства. Она полностью активна, работает, занимается спортом. Катамнез прослежен в сроки 2 года 8 мес.

Клинический случай 3. Пациентка В. в декабре 2020 г. в результате ДТП получила сочетанную травму. По экстренным показаниям ей выполнили остеосинтез средней трети левой большеберцовой кости пластиной, средней трети лучевой кости штифтом, а также стабилизацию позвоночника – фиксацию С₆–С₇ пластиной, декомпрессионную ламинэктомию Th₆, ТПФ Th₄–Th₅–Th₇. По результатам контрольной КТ в июне 2021 г. (6 мес. после операции) отмечена мальпозиция трех транспедикулярных винтов слева, в том числе на уровне Th₄ винт упирается в стенку дуги аорты, на уровне Th₅ – пенетрирует грудную аорту, вызывая интрамуральную гематому, просвет сосуда деформирован, визуализируется пристеночный тромб до 3,5 мм, на уровне Th₇ – в стенку нисходящего отдела аорты (рис. 3).

Консилиумом принято решение об этапном хирургическом лечении: первый этап – эндопротезирование грудного отдела аорты, второй – переустановка транспедикулярных винтов в грудном отделе позвоночника.

После первого этапа эндопротезирования грудного отдела аорты стент-графтом под местной анестезией пациентку уложили на живот под наркозом для перемонтажа конструкции с переустановкой левых транспедикулярных винтов Th₄, Th₅, Th₇ вторым этапом. Во время операции использовали винты минимальной длины. Вмешательство прошло без осложнений.

На контрольной КТ – корректное положение стент-графта, отсутствие контакта транспедикулярных винтов со стенкой аорты. На 5-е сут пациентку выписали в удовлетворительном состоянии, она приступила к занятиям лечебной физкультурой. Катамнез прослежен в сроки 1 год 5 мес.

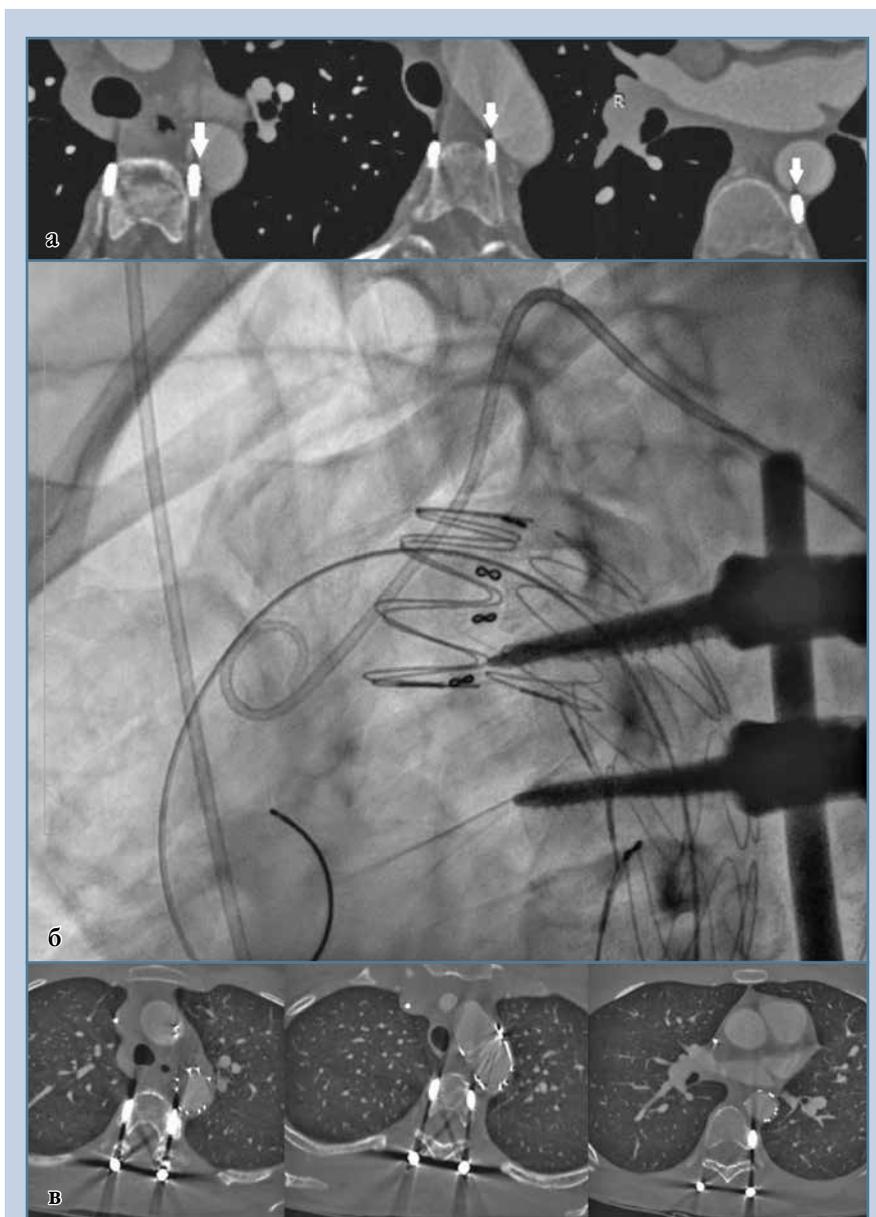
Обсуждение

Провели поиск аналогичных случаев в научной электронной библиотеке eLibrary.ru по ключевым словам «аорта», «винт», «сосуд», «поврежде-

ние», «эндопротезирование сосудов». По данным критериям было найдено одно описание клинического случая, а также 2 научных труда, один из которых посвящен анализу повреждений забрюшинных структур и органов брюшной полости при ТПФ, второй – анализу мальпозиции транспедикулярных винтов [13]. При поиске в национальной медицинской библиотеке PubMed по ключевым словам «TEVAR», «screw» найдено 3 статьи. При поиске по ключевым словам «aorta», «screw», «endovascular» обнаружили 93 научных труда, большинство которых посвящено повреждению сосудов при операциях на поясничном отделе позвоночника, а также анализу мировой литературы. Таким образом, отмечается дефицит информации, посвященной проблеме повреждений аорты и магистральных сосудов при ТПФ. В связи с этим отсутствует единое мнение о тактике лечения в подобных ситуациях.

Минимизировать риск мальпозиции винтов и повреждения магистральных сосудов предлагается при помощи навигационных систем и индивидуальной навигационной матрицы [14]. К сожалению, подобные системы доступны не во всех учреждениях и широкого распространения пока не получили.

С целью диагностики и решения вопроса о дальнейшей тактике лечения необходимо выполнять КТ заинтересованного отдела позвоночника и КТ-аортографию. Предпочтение при повреждениях магистральных сосудов отдается эндоваскулярным методам лечения из-за их высокой эффективности, малоинвазивности и низкого числа осложнений в сравнении с классическими торакотомными и лапаротомными доступами, а также отсутствием ограничений для пациентов в послеоперационном периоде [15–17]. При их неэффективности или невозможности выполнения проводят открытые оперативные вмешательства, сопровождающиеся более высокой частотой послеоперационных осложнений [11, 18]. Стоит отметить, что повреждения сосудов

**Рис. 3**

Данные обследования пациентки В: **а** – на предоперационной КТ контакт винта Th₄ с дугой аорты, перфорация аорты винтом Th₅ с формированием интрамуральной гематомы, контакт винта Th₇ с нисходящим отделом грудной аорты (белые стрелки); **б** – интраоперационная флюороскопия после установки стент-графта в аорту; **в** – на послеоперационной КТ положение транспедикулярных винтов удовлетворительное, система стабильна, положение стент-графта в аорте правильное

с острым развитием симптомов, выявленные интраоперационно или в первые часы после операции, в большинстве случаев восстанавливаются открытым методом, так как часто

требуется лапаротомия для санации брюшной полости и ушивания дефекта стенки сосуда. Таким образом, результат напрямую связан со скоростью диагностики и лечения ослож-

нения. Повреждения сосудов, которые обнаруживаются в отсроченном периоде и являются бессимптомными, в основном подвергаются эндоваскулярному лечению.

Необходимость ревизионного вмешательства остается дискуссионной.

Для формирования кровотечения не обязательно перфорация стенки аорты, достаточно пенетрации или прилегания винта с формированием микротравмы сосуда, что в итоге может привести к истончению и эрозии. Более того, постоянная пульсация аорты и ее увеличение в диаметре с возрастом в связи с развитием артериальной гипертензии приводят к еще большему риску травматизации. Интрамуральная гематома – это показание к эндопротезированию, так как она является предвестником разрыва или расслоения аорты. Причиной отсроченной миграции винтов и нестабильности металлоконструкции могут быть остеопороз, инфекции и другие факторы [17]. Соответственно, в случае отсроченного обнаружения мальпозиции винтов вероятность истончения, эрозии сосуда с развитием кровотечения становится тем выше, чем длительнее его контакт с винтом.

В отношении порядка выполнения манипуляций при подобных повреждениях, а именно, что выполнять сначала – эндопротезирование аорты или перемонтаж системы ТПФ, однозначных рекомендаций нет. При контакте более 5 мм поверхности винта с аортой необходимо первым этапом выполнять эндопротезирование, даже в отсутствие признаков подтекания или кровотечения, с последующей ревизией металлоконструкции. При контакте менее 5 мм можно удалять или переустанавливать винт без предварительного сосудистого этапа, но с послеоперационным контролем ангиографией [4]. Еще один вариант – удаление пенетрирующего винта под контролем аортографии с отказом от эндопротезирования аорты при отсутствии признаков экстравазации [19]. Однако данная тактика не всегда безопасна, классическая ангиография не явля-

ется достоверным методом диагностики повреждения аорты, в отличие от МСКТ-ангиографии.

В литературе представлен случай повреждения аорты винтом Th₁₁ позвонка, при котором была выполнена торакотомия, ушивание дефекта и резекция экстракорпоральной части транспедикулярного винта [20]. Данная тактика представляется излишне сложной.

Опираясь на результаты МСКТ, свой опыт и данные мировой литературы, считаем правильным рекомендовать следующее решение: первым этапом выполнить эндоваскулярное эндопротезирование грудного отдела аорты, вторым этапом – манипуляции с транспедикулярными винтами. Такая последовательность в двух наших наблюдениях определена тем, что у пациентов имелась интрамуральная гематома, которая при изначальном удалении винта с высокой вероятностью могла бы вызвать острое расслоение или разрыв аорты (при манипуляции с резьбой винта) с развитием массивного кровотечения. Установка же первым этапом стент-графта

позволяет укрепить стенку аорты в месте дефекта, существенно снизить вероятность расслоения и перфорации. Необходимо отметить, что даже при такой стратегии остается вероятность перфорации графта, но в данном случае это будет более локально, не вызовет расслоения, всегда сохраняется возможность герметизации дополнительным стент-графтом.

Первому и третьему пациентам из-за небольшого срока после перелома выполнили переустановку винтов. Во втором случае, так как сформировался костный блок (более 20 лет после первичного вмешательства), систему ТПФ демонтировали.

С учетом собственных данных и анализа литературы можно утверждать, что все вмешательства на позвоночнике, даже минимально-инвазивные, необходимо выполнять в многопрофильных стационарах с отделениями хирургии, сосудистой хирургии, адекватной реанимационной службой и отделением трансфузиологии. В ином случае при развитии сосудистых осложнений высока вероятность летального исхода.

Заключение

Единых рекомендаций по тактике лечения повреждений аорты транспедикулярными винтами в мировой литературе нет. Интрамуральная гематома, вызванная мальпозицией винтов, является показанием к эндопротезированию аорты в связи с риском расслоения или разрыва. Целесообразно отдавать предпочтение эндоваскулярным методам лечения повреждений сосудов в условиях местного обезболивания первым этапом с последующей ревизией системы ТПФ под наркозом.

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

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом учреждения.

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

Литература/References

- Mackiewicz-Milewska M, Lach S, Mackiewicz-Nartowicz H. [Thoracic aorta aneurysm as a complication after transpedicular stabilization of the thoracic vertebral column – a case study]. Ann Readapt Med Phys. 2008;51:46–49. French. DOI: 10.1016/j.annrmp.2007.09.006.
- Takeshita K, Maruyama T, Sugita S, Oshima Y, Morii J, Chikuda H, Ono T, Nakamura K. Is a right pedicle screw always away from the aorta in scoliosis? Spine. 2011;36:1519–1524. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31820f8e6b.
- Губин А.В., Рябых С.О., Бурцев А.В. Ретроспективный анализ мальпозиции винтов после инструментальной коррекции деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника // Хирургия позвоночника. 2015. Т. 12, № 1. С. 8–13. [Gubin AV, Ryabykh SO, Burtsev AV. Retrospective analysis of screw malposition following instrumented correction of thoracic and lumbar spine deformities. Hir. Pozvonoc. 2015;12(1):8–13]. DOI: 10.14531/ss2015.1.8-13.
- Kayaci S, Cakir T, Dolgun M, Cakir E, Bozok S, Temiz C, Caglar YS. Aortic injury by thoracic pedicle screw. When is aortic repair required? Literature review and three new cases. World Neurosurg. 2019;128:216–224. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.04.173.
- Valic M, Zizek D, Span M, Mihalic R, Mohar J. Malpositioned pedicle screw in spine deformity surgery endangering the aorta: report of two cases, review of literature, and proposed management algorithm. Spine Deform. 2020;8:809–817. DOI: 10.1007/s43390-020-00094-5.
- Inamasu J, Guiot BH. Vascular injury and complication in neurosurgical spine surgery. Acta Neurochir (Wien). 2006;148:375–386. DOI: 10.1007/s00701-005-0669-1.
- Takeshita K, Maruyama T, Ono T, Ogihara S, Chikuda H, Shoda N, Nakao Y, Matsudaira K, Seichi A, Nakamura K. New parameters to represent the position of the aorta relative to the spine for pedicle screw placement. Eur. Spine J. 2010;19:815–820. DOI: 10.1007/s00586-010-1298-9.
- Blocher M, Mayer M, Resch H, Ortmaier R. Leriche-like syndrome as a delayed complication following posterior instrumentation of a traumatic L1 fracture: A case report and literature review. Spine. 2015;40:E1195–E1197. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001057.
- Rabellino M, Garcia-Monaco R, Cesareo V, Rostagno R, Sola C. Endovascular treatment of iatrogenic aortic injury after spinal surgery. Minim Invasive Ther Allied Technol. 2013;22:56–60. DOI: 10.3109/13645706.2012.692332.
- Гринь А.А., Коваленко П.А., Коновалов Н.А., Ефимов Д.В., Антонов А.В., Годков И.М. Повреждения структур забрюшинного пространства и органов брюшной полости при операциях на поясничном отделе позвоночника // Нейрохирургия. 2018. Т. 20. № 2. С. 35–42. [Grin' AA, Kovalenko RA, Konovalov NA, Efimov DV, Antonov AV, Godkov IM. Damage to vessels and retroperitoneal organs during lumbar spine surgery through the posterior approach. Russian journal of neurosurgery, 2018;20(2):35–42]. DOI: 10.17650/1683-3295-2018-20-2-35-42.
- Sandhu HK, Charlton-Ouw KM, Azizzadeh A, Estrera AL, Safi HJ. Spinal screw penetration of the aorta. J Vasc Surg. 2013;57:1668–1670. DOI: 10.1016/j.jvs.2012.10.087.

12. **Kakkos SK, Shepard AD.** Delayed presentation of aortic injury by pedicle screws: report of two cases and review of the literature. *J Vasc Surg.* 2008;47:1074–1082. DOI: 10.1016/j.jvs.2007.11.005.
13. **Аганесов А.Г., Алексанян М.М., Марданян Г.В., Новикова А.А.** Интрамуральная гематома аорты после транспедикулярной фиксации грудного отдела // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2020. № 2. С. 84–88. [Aganesov AG, Alexanyan MM, Mardanyan GV, Novikova AA. Aortic intramural hematoma after transpedicular thoracic spine fusion. *Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2020;(2):84–88]. DOI: 10.17116/hirurgia202002184.
14. **Коваленко Р.А., Пташников Д.А., Чербило В.Ю., Кашин В.А.** Сравнительный анализ результатов имплантации транспедикулярных винтов в грудном отделе позвоночника с использованием индивидуальных навигационных матриц и методики free hand // Травматология и ортопедия. 2020. Т. 26. № 3. С. 49–60. [Kovalenko RA, Ptashnikov DA, Cherebillo VYu, Kashin VA. Comparison of the accuracy and safety of pedicle screws placement in thoracic spine between 3D printed navigation templates and free hand technique. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2020;26(3):49–60]. DOI: 10.21823/2311-2905-2020-26-3-49-60.
15. **Абугув С.А., Поляков Р.С., Карамян Д.А., Пурецкий М.В., Марданян Г.В., Чарчян Э.Р.** Современное состояние проблемы эндоваскулярного лечения при расслоении аорты В-типа // Эндоваскулярная хирургия. 2021. Т. 8. № 2. С. 121–134. [Abugov SA, Polyakov RS, Karamyan DA, Pureskiy MV, Mardanyan GV, Charchyan ER. Modern condition of the problem of endovascular treatment in type B aortic dissection. *Russian Journal of Endovascular surgery.* 2021;8(2):121–134]. DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8-2-121-134.
16. **Clairborne P, Mallios A, Taubman K, Blebea J.** Endovascular repair of thoracic aortic injury after spinal instrumentation. *J Vasc Surg Cases.* 2015;1:264–267. DOI: 10.1016/j.jvsc.2015.09.001.
17. **Tong X, Gu P, Yu D, Guo F, Lin X.** An endovascular treatment of a thoracic aortic injury caused by a misplaced pedicle screw: Case report and review of the literature. *J Formos Med Assoc.* 2015;114:464–468. DOI: 10.1016/j.jfma.2013.09.014.
18. **Pesenti S, Bartoli MA, Blondel B, Peltier E, Adetchessi T, Fuentes S.** Endovascular aortic injury repair after thoracic pedicle screw placement. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014;100:569–573. DOI: 10.1016/j.otsr.2014.03.020.
19. **Potter MQ, Lawrence BD, Kinikini DV, Brodke DS.** Periaortic pedicle screw removal with endovascular control of the aorta and intraoperative aortography: a case report and review of the literature. *Evid Based Spine Care J.* 2013;4:149–153. DOI: 10.1055/s-0033-1357358.
20. **Wegener B, Birkenmaier C, Fottner A, Jansson V, Durr HR.** Delayed perforation of the aorta by a thoracic pedicle screw. *Eu. Spine J.* 2008;17(Suppl 2):351–354. DOI:10.1007/s00586-008-0715-9.

Адрес для переписки:

Алексанян Марк Микаелович
119991, Россия, Москва, Абрикосовский пер., 2,
Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского,
Alexanyanmm@gmail.com

Address correspondence to:

Aleksanyan Mark Mikaelovich
Petrovsky National Research Centre of Surgery,
2 Abrikosovskiy pereulok, Moscow, 119991, Russia,
Alexanyanmm@gmail.com

Статья поступила в редакцию 26.05.2022

Рецензирование пройдено 14.11.2022

Подписано в печать 18.11.2022

Received 26.05.2022

Review completed 14.11.2022

Passed for printing 18.11.2022

Александр Георгиевич Аганесов, д-р мед. наук, проф., руководитель отделения хирургии позвоночника, Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского, Россия, 119991, Москва, Абрикосовский пер., 2, ORCID: 0000-0001-8823-5004, aaganesov@gmail.com;
Марк Микаелович Алексанян, канд. мед. наук, старший научный сотрудник, врач отделения хирургии позвоночника, Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского, Россия, 119991, Москва, Абрикосовский пер., 2, ORCID: 0000-0003-1321-086X, Alexanyanmm@gmail.com;
Сергей Александрович Абугув, д-р мед. наук, проф., заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского, Россия, 119991, Москва, Абрикосовский пер., 2, ORCID: 0000-0001-7636-4044, sabugov@gmail.com;
Гайк Ваникович Марданян, канд. мед. наук, старший научный сотрудник, врач отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения, Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского, Россия, 119991, Москва, Абрикосовский пер., 2, ORCID: 0000-0002-7442-520X, baikurg@gmail.com.

Aleksandr Georgyevich Aganesov, DMSc, Chief of Spine Surgery Department, Petrovsky National Research Centre of Surgery, 2 Abrikosovskiy pereulok, Moscow, 119991, Russia, ORCID: 0000-0001-8823-5004, aaganesov@gmail.com;

Mark Mikaelovich Aleksanyan, MD, PhD, Senior researcher of Spine Surgery Department, Petrovsky National Research Centre of Surgery, 2 Abrikosovskiy pereulok, Moscow, 119991, Russia, ORCID: 0000-0003-1321-086X, Alexanyanmm@gmail.com;

Sergey Aleksandrovich Abugov, DMSc, Chief of X-Ray Surgical (X-ray Endovascular) Methods of Diagnosis and Treatment, Petrovsky National Research Centre of Surgery, 2 Abrikosovskiy pereulok, Moscow, 119991, Russia, ORCID: 0000-0001-7636-4044, sabugov@gmail.com;

Gayk Vanikovich Mardanyan MD, PhD, Senior researcher of X-Ray Surgical (X-ray Endovascular) Methods of Diagnosis and Treatment, Petrovsky National Research Centre of Surgery, 2 Abrikosovskiy pereulok, Moscow, 119991, Russia, ORCID: 0000-0002-7442-520X, baikurg@gmail.com.