



ВЕНОЗНЫЕ ТРОМБОЭМБОЛИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ В ХИРУРГИИ СКОЛИОЗА: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

М.Н. Лебедева, А.А. Иванова

*Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии
им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия*

Цель исследования. Представить современные научные сведения по проблеме венозных тромбоэмболических осложнений у детей и подростков в хирургии сколиоза.

Материал и методы. Поиск научных источников осуществляли в базах данных PubMed, GoogleScholar, eLibrary за период 2012–2024 гг. Проанализировали содержание 57 журнальных статей, освещающих вопросы частоты, этиологии, факторов риска развития венозных тромбоэмболических осложнений и тромбопрофилактики в педиатрической когорте в целом и в когорте детей и подростков, оперированных по поводу сколиоза.

Результаты. Частота развития венозных тромбоэмболических осложнений при хирургической коррекции сколиоза незначительна и составляет не более 1,0 %. Этиология венозных тромбоэмболических осложнений является многофакторной, имеет место как генетическая предрасположенность, так и приобретенные факторы риска. Для детей и подростков наиболее важными являются возраст, семейный или личный тромботический анамнез, область операции, продолжительность хирургического вмешательства более 120 мин, повторные и сложные операции, кровопотеря, анемия, инфекции, иммобилизация более 48 ч, длительное пребывание в стационаре, наличие хронических заболеваний или сопутствующего нарушения системы гемостаза в виде гиперкоагуляции. В подростковом возрасте особую значимость приобретают курение, использование оральных контрацептивов и ожирение. Признано, что наличие четырех из указанных факторов требует относить пациента к группе с высоким риском развития венозных тромбозов и эмболических осложнений.

Заключение. С учетом низкой частоты венозных тромбоэмболических осложнений в хирургии сколиоза, потенциальных рисков использования антикоагулянтных препаратов, а также эффективного послеоперационного сопровождения пациентов путем ранней активизации и использования внешних компрессионных устройств проведение медикаментозной профилактики в хирургии сколиоза не рекомендуется. Вместе с тем отсутствие регламентирующих документов по скринингу и профилактике венозных тромбоэмболических осложнений для этой категории пациентов сопряжено с трудностями выявления тех клинических случаев, когда медикаментозная профилактика абсолютно показана.

Ключевые слова: хирургия сколиоза; послеоперационные осложнения; венозные тромбозы у детей и подростков; тромботические факторы риска; профилактика тромбозов.

Для цитирования: Лебедева М.Н., Иванова А.А. Венозные тромбоэмболические осложнения в хирургии сколиоза: обзор литературы // Хирургия позвоночника. 2025. Т. 22. № 1. С. 34–41.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2025.1.34-41>.

VENOUS THROMBOEMBOLIC COMPLICATIONS IN SCOLIOSIS SURGERY: A REVIEW OF THE LITERATURE

M.N. Lebedeva, A.A. Ivanova

Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia

Objective. To present modern scientific information on the problem of venous thromboembolic complications (VTECs) following scoliosis surgery in children and adolescents.

Material and Methods. The search for scientific sources was carried out in the PubMed, GoogleScholar and eLibrary databases for the period of 2012–2024. The content of 57 articles covering the issues of frequency, etiology, risk factors for the development of venous thromboembolic complications and thromboprophylaxis in the pediatric cohort as a whole and in the cohort of children and adolescents operated on for scoliosis was analyzed.

Results. The incidence of VTECs during surgical correction of scoliosis is insignificant and does not exceed 1.0 %. Etiology of VTEC is multifactorial, since there is both genetic predisposition and acquired risk factors. For children and adolescents, the most important factors are patient age, family or personal thrombotic history, surgical site, duration of surgical intervention more than 120 minutes, repeated and complicated surgeries, blood loss, anemia, infections, immobilization for more than 48 hours, long hospital stay, and the presence of chronic diseases or concomitant hemostatic disorder in the form of hypercoagulation. In adolescence, smoking, use of oral contracep-

tives and obesity are acquiring particular importance. It is recognized that the presence of four of these factors requires classifying the patient to a group with a high risk of developing venous thrombosis and embolic complications.

Conclusion. Given the low incidence of VTECs in scoliosis surgery, potential risks of using anticoagulant drugs, as well as effective postoperative patient care through early activation and use of external compression devices, the drug prophylaxis in scoliosis surgery is not recommended. At the same time, the lack of regulatory documents on screening and prevention of VTECs for this category of patients is associated with difficulties in identifying those clinical cases where drug prophylaxis is absolutely indicated.

Key Words: scoliosis surgery; postoperative complications; venous thrombosis in children and adolescents; thrombotic risk factors; thrombosis prevention.

Please cite this paper as: Lebedeva MN, Ivanova AA. Venous thromboembolic complications in scoliosis surgery: a review of the literature. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2025;22(1):34–41. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2025.1.34-41>.

Венозные тромбоэмболические осложнения (ВТЭО) являются общепризнанным осложнением после операций на позвоночнике у взрослых. Сведения о частоте развития ВТЭО у детей и подростков после операций на позвоночнике, в частности при хирургической коррекции сколиоза, немногочисленны. Подобные операции в силу своей обширности, травматичности, продолжительности и объема кровопотери сопряжены с риском периоперационных осложнений и априори считаются фактором риска ВТЭО. Однако частота осложнений в когорте детей и подростков с этой патологией остается неясной, а информация о необходимости, эффективности и безопасности тромبوпрофилактики минимальна.

Цель обзора – освещение вопросов, связанных с риском развития ВТЭО после хирургической коррекции сколиотических деформаций позвоночника у пациентов детского и подросткового возраста.

Материал и методы

Статья представляет собой обзор научной литературы. Поиск научных источников в базах данных PubMed, GoogleScholar, eLibrary осуществлен за период 2012–2024 гг. с использованием следующих ключевых слов и словосочетаний: ортопедическая хирургия, венозные тромбозы у детей, послеоперационные осложнения в хирургии сколиоза, профилактика тромбозов. Критерии включения в обзор: ортопедические операции у детей и подростков; наличие после-

операционных ВТЭО, проведение тромبوпрофилактики; доступность полнотекстовых источников отечественных и зарубежных авторов.

Всего найдено 250 научных источников. Критерии включения позволили отобрать для анализа 57 полнотекстовых журнальных статей в формате оригинальных исследований и обзоров, освещающих вопросы частоты, этиологии, факторов риска развития ВТЭО и тромبوпрофилактики в педиатрической когорте в целом и в когорте детей и подростков, оперированных по поводу сколиоза.

Результаты

Общие сведения о частоте и этиологии ВТЭО у детей и подростков

Существуют многочисленные научные сведения, касающиеся частоты встречаемости и рисков развития ВТЭО, которые включают в себя венозные тромбозы или тромбоэмболию легочной артерии (ТЭЛА), у детей и подростков. Полученные в педиатрических исследованиях данные свидетельствуют, что частота ВТЭО у детей ниже, чем у взрослых, и составляет 0,07–0,14 события на 10 000 детей. Однако этот показатель у госпитализированных детей выше, достигает примерно 5,3 события на 10 000 детей [1–3]. Наиболее часто подобные осложнения фиксируются на первом году жизни и в подростковом периоде [4, 5].

В последнее время общепризнанным является рост заболеваемости, особенно у детей со сложными хроническими патологиями, из-за мно-

жественных наследственных и приобретенных триггерных факторов: инфекций, катетеризации, травм, злокачественных новообразований, хирургических вмешательств [5–7]. В частности, по оценкам Baker et al. [8], частота ВТЭО в детской ортопедии составляет 10 на 10 000 госпитализаций детей. Mulpuri et al. [9] для пациентов с детской ортопедической патологией приводят более высокие показатели частоты встречаемости ВТЭО – 17 событий на 10 000 случаев.

Только 5 % всех наблюдаемых событий ВТЭО у детей считаются идиопатическими по этиологии в сравнении с 40 % у взрослых. При этом этиология ВТЭО является многофакторной, поскольку имеет место как генетическая предрасположенность, так и приобретенные факторы риска [10–12]. Неспровоцированные тромбозы у детей встречаются редко, при этом 70 % спровоцированных тромбозов показали значительную связь с наличием наследственных тромбофилических факторов риска [13, 14].

Риск ВТЭО варьирует в зависимости от типа генетической мутации. Так, гетерозиготность по FVL увеличивает риск венозных тромбозов в 9,45 раза, PT20210A – в 3,17 раза, гамма-мутации фибриногена – в 1,5 раза. Роль других генетических мутаций, в частности MTHFR и PAI-1, противоречива, хотя они могут еще больше увеличивать риск тромбоза, особенно в сочетании с другими тромбогенными факторами [15, 16]. Так, в одном из исследований было показано,

что одиночный тромбофилический фактор риска выявляется в 24,4 % случаев, а комбинированные тромбофилические факторы – в 15,1 % [17].

Öncül et al. [5] провели исследование на базе отделения гематологии и онкологии, в котором 84 пациента с ВТЭО в возрасте от 0 до 18 лет были протестированы на генетический тромбофилический статус. Частота выявления одного генетического фактора риска в этиологии тромбозов среди обследованных составила 20,2 %, а частота приобретенных факторов риска в сочетании с генетическими факторами риска – 33,3 %. Авторы установили, что наиболее распространенными мутациями у пациентов с тромбозом были мутации PAI-1 4G>5G, MTHFR C677T и MTHFR A1298C. При этом по крайней мере одна гомозиготная мутация обнаруживалась с частотой 44 %, тогда как одна гетерозиготная мутация – с частотой 65,4 % [5]. О факторах тромбогенного риска у детей и подростков, включая неблагоприятный личный и семейный анамнез, сообщают и другие исследователи [18].

К приобретенным факторам, которые чаще всего рассматриваются как прогностические факторы риска ВТЭО, относят возраст пациента, диагноз, наличие сердечно-сосудистых заболеваний, ожирение, тип и область хирургического вмешательства [9].

Среди всех педиатрических ВТЭО 20 % приходится на ранний младенческий возраст из-за узких кровеносных сосудов, незрелости системы гемостаза и более частого использования центрального венозного катетера. Около 50 % случаев ВТЭО приходится на детей 11–18 лет. При этом состояние системы гемостаза в этой возрастной категории уже сопоставимо с таковой у взрослых. Пик заболеваемости у подростков связан с наличием факторов риска: использованием средств контрацепции, курением и ожирением [4, 19, 20].

Ранее выполненные исследования показали, что 95 % детей с ВТЭО имеют как минимум одно сопутствующее заболевание [10, 12]. Так, у педиатрических пациентов с ортопедической патологией имелись заболевания

желудочно-кишечного тракта, почек, гематологические нарушения, повышенный уровень аспаратаминотрансферазы, аномальное частичное тромбопластиновое время, гипонатриемия [8]. В другом исследовании показано, что факторами риска развития ВТЭО у детей и подростков с ортопедическими заболеваниями являются коагулопатия, повреждение спинного мозга, кровопотеря, анемия, внешняя фиксация, ожирение и диабет [11].

В ряде публикаций сообщается о риске рецидива тромбоза, который у детей составлял от 6 до 10 %. При этом отмечается, что частота рецидива значительно выше у детей с выявленной наследственной тромбофилией, а также увеличивается при наличии множественных факторов риска [21]. Есть сведения, что частота рецидивов зависит от возраста и составляет 3 % у новорожденных, может достигать 21 % у детей в случаях с неспровоцированными тромбозами [22]. Важную роль в рецидивах ВТЭО у детей играют мутация протромбина G20210A, дефицит протеина С, протеина S и анти-тромбина [23].

Частота и характер ВТЭО в хирургии сколиоза

За последние десятилетия произошло постепенное, но очевидное развитие хирургических технологий, используемых при лечении сколиотических деформаций позвоночника различной этиологии у детей и подростков. При этом самой частой структурной деформацией позвоночника в возрасте от 10 до 18 лет является идиопатический сколиоз, распространенность которого составляет 0,5–5,2 % в популяции [24–26]. В случаях тяжелого или быстро прогрессирующего искривления позвоночника только хирургическое вмешательство является эффективным методом достижения коррекции и стабилизации имеющейся деформации, а также улучшения качества жизни пациентов [26]. Однако операции на позвоночнике в силу своей обширности, травматичности и продолжительности

сопряжены с риском периоперационных осложнений и считаются фактором риска ВТЭО [27–29]. Вместе с тем данные научных источников показывают, что ВТЭО в хирургии сколиоза является относительно редким осложнением [30–32].

Так, Jain et al. [33] исследовали частоту развития ВТЭО у хирургических пациентов детского возраста с идиопатическими, врожденными и синдромальными случаями сколиоза, с травмами позвоночника, перенесших операцию заднего спондилодеза. За десятилетний отрезок времени авторы зарегистрировали 21 осложнение на 10 000 выполненных спондилодезов, что составило 0,21 %. В зависимости от возраста пациентов частота венозных тромбозов колебалась от 9,6 до 38,5 события на 10 000 операций, а частота ТЭЛА – от 0 до 6 событий на 10 000 операций (в среднем два события на 10 000).

Vigneswaran et al. [32] для анализа частоты развития ВТЭО использовали пятилетнюю базу данных, включившую 20 346 пациентов в возрасте от 0 до 21 года, которые были госпитализированы для хирургического лечения идиопатического сколиоза. Авторы сообщили о частоте клинически значимых венозных тромбозов или ТЭЛА, которая составила менее 1,0 %, однако они изучали только внутрибольничные события и не учитывали случаи ВТЭО, возникающие после выписки пациентов из стационара.

В другом исследовании отмечено, что у 36 335 пациентов подросткового возраста после хирургической коррекции сколиоза частота венозных тромбозов или ТЭЛА также была небольшой и составила менее 0,2 % [34].

Erkilinc et al. [35] в процессе лечения 1471 пациента в возрасте от 1 до 18 лет, прооперированных по поводу сколиоза, венозный тромбоз зарегистрировали только у двух пациентов, что составило 0,13 %, а случаев регистрации ТЭЛА не отметили.

В одном из последних исследований с анализом базы данных, включившей 11 775 пациентов с идиопатическим сколиозом, перенесших

хирургическую коррекцию деформации позвоночника, сообщено всего о 38 случаях развития ВТЭО, что составило 0,3 %. При этом 28 осложнений развились в течение 30 послеоперационных дней (0,2 %) и еще 10 (0,08 %) – в течение 90 дней послеоперационного периода. Из 28 осложнений, которые развились в течение первых 30 дней после операции, у четырех пациентов выявили ТЭЛА, у 24 – тромбозы глубоких вен. Несомненным достоинством этого исследования явился срок послеоперационного наблюдения, что позволило авторам приблизиться к более объективным данным о частоте ВТЭО у пациентов с идиопатическим сколиозом, перенесших хирургическую коррекцию деформации позвоночника [36].

Точные показатели уровня смертности от тромбозов у детей неизвестны. Данные систематического обзора, опубликованного в 2024 г. и включившего анализ 56 научных источников, свидетельствуют, что только в трех исследованиях сообщалось о летальных исходах в случаях ВТЭО в детской ортопедии [9]. Одно из этих исследований выявило уровень смертности, связанной именно с событием ВТЭО, – 5,4% случая среди когорты педиатрических пациентов ортопедического профиля [12]. Аналогичной информации в отношении пациентов, оперированных именно по поводу сколиоза, в научных источниках, включенных в представленный обзор, не найдено.

Несмотря на то что в контексте представленных сведений становится очевидным, что частота регистрации ВТЭО при хирургическом лечении сколиотических деформаций позвоночника является чрезвычайно низкой, требуется знание факторов риска развития ВТЭО, как для пациентов с детской ортопедической патологией в целом, так и для когорты пациентов, имеющих структурные деформации позвоночника, требующие хирургического лечения.

Факторы риска развития ВТЭО в хирургии сколиоза

Известно, что обширные реконструктивные хирургические вмешательства в различных областях хирур-

гии, в частности в травматологии и ортопедии, неблагоприятно влияют на состояние системы гемостаза, увеличивают частоту развития ВТЭО, в ряде случаев фатальных [11, 37, 38].

Группой авторов из Канады с привлечением внешних экспертов единогласно принят ряд критериев риска развития ВТЭО у хирургических пациентов ортопедического профиля: возраст более 14 лет, индекс массы тела более 30, ограниченная или измененная подвижность более 48 ч, сердечно-сосудистая недостаточность, аномалии кровотока и метаболические синдромы. Поскольку центральные венозные катетеры являются одними из наиболее общепризнанных факторов риска ВТЭО в педиатрической литературе, наличие центрального венозного катетера должно учитываться как отдельный фактор риска. На основании экспертного мнения к факторам риска были отнесены хирургические вмешательства продолжительностью более 120 мин, а также повторные и сложные операции. Было признано, что наличие четырех из указанных факторов требует отнести пациента к группе с высоким риском ВТЭО и привлекать гематолога с целью определения необходимости и объема мероприятий тромбопрофилактики в периоперационном периоде [39].

Jain et al. [33] при изучении факторов риска развития ВТЭО у пациентов, имеющих сколиотические деформации позвоночника, установили, что только диагноз пациента был значимо связан с развитием осложнений. При этом заболеваемость ВТЭО была значительно выше у детей с врожденным и синдромальным сколиозом в сравнении с идиопатическим (отношения шансов: 4,21, 7,14 и 12,59 соответственно). Помимо значимости этиологии заболевания было установлено, что возникновение ВТЭО связано с возрастом пациентов: каждый год жизни увеличивал заболеваемость в 1,37 раза ($p < 0,01$). Положительной стороной этого исследования явилась попытка выявления предикторов развития ВТЭО для этой категории паци-

ентов, отрицательной – отсутствие каких-либо сведений по вопросам их профилактики [33].

Boulet et al. [40] по данным систематического обзора 42 научных источников показали, что положительный семейный тромботический анамнез увеличивает в 2,2 раза риск развития осложнений, а возраст более 16 лет увеличивает частоту развития ВТЭО в 8 раз по сравнению с детьми младше 12 лет. Авторы выделили предрасполагающие факторы, связанные именно с подростковым возрастом: курение, использование оральных контрацептивов и ожирение. При этом отмечено, что у подростков женского пола, кто использует оральные контрацептивы, вероятность развития ВТЭО в 3–5 раз выше, чем у мужского пола. Также к группе высокого риска следует относить детей с неврологической и гематологической патологией, заболеваниями почек и кишечника. Факторами риска развития осложнений являются иммобилизация длительностью более 48 ч, длительное пребывание в стационаре, лечение в отделении интенсивной терапии и наличие центрального венозного катетера. Особо подчеркнуто, что инфекции опорно-двигательного аппарата, сопровождающиеся гиперактивацией каскада свертывания крови медиаторами воспаления, существенно повышают риск ВТЭО у детей и подростков [40].

По мнению Rudic et al. [36], сопутствующий диагноз гиперкоагуляции был наиболее связан с возникновением события ВТЭО (отношения шансов: 13,5; $p < 0,0001$). Установлено, что наличие у пациентов с идиопатическим сколиозом сопутствующего нарушения в виде гиперкоагуляции было сопряжено с 14-кратным увеличением риска развития осложнений в послеоперационном периоде. Авторы отметили, что у 18,4 % пациентов с ранее существовавшим диагнозом гиперкоагуляции развились ВТЭО. Также было установлено, что пациенты 15–19 лет, пациенты с ожирением и пациенты, перенесшие спондилодез протяженностью 13 или более

уровней, подвергаются повышенному риску развития осложнений, хотя общий риск развития ВТЭО у этой категории составляет менее 1,0 %. Указанные факторы риска развития ВТЭО, безусловно, имеют клиническое значение для выделения группы риска и должны учитываться хирургом в принятии решений относительно необходимости медикаментозной тромбопрофилактики в послеоперационном периоде [36].

О гиперкоагуляционных нарушениях, в частности после хирургической коррекции сколиоза, характеризующихся уменьшением значений активированного частичного тромбопластинового времени, тромбинового времени и увеличением концентрации фибриногена, сообщено в некоторых отечественных публикациях [37, 41]. О наличии в 80 % случаев особенностей системы гемостаза у пациентов с идиопатическим сколиозом уже в предоперационном периоде мы сообщали ранее [42]. Эта информация клинически значима еще и потому, что более чем в 50,0 % случаев развитие ВТЭО происходит у пациентов с предрасположенностью к гиперкоагуляции вследствие воздействия именно ситуационного фактора риска в виде хирургического вмешательства [43].

С учетом вклада гиперкоагуляционных нарушений в патогенез тромбообразования и недостаточной информативности рутинных лабораторных тестов все чаще в различных областях хирургии используют диагностические возможности методов тромбоэластографии и тромбоэластометрии, которые позволяют выявлять как гипокоагуляционные, так и гиперкоагуляционные состояния [44–46].

Несмотря на связь генетических факторов риска с ВТЭО, вопросы скрининга тромбофилии у потомков из семей, склонных к тромбозам, до настоящего времени остаются спорными. Отказ от слепого тестирования на тромбофилию у пациентов с ВТЭО входит в список «Выбор мудрый», одобренный многими научными сообществами [47–49]. Большинство исследователей при-

держиваются мнения, что тестирование на наличие тромбофилии детей должно быть основано на индивидуализированном подходе. Есть мнение о полезности диагностического тестирования на тромбофилию пациентов с развитием ВТЭО после хирургической коррекции сколиоза при отсутствии ранее существовавшего диагноза гиперкоагуляции, у пациентов с рецидивирующими тромбозами, а также при развитии тромбоза в обычном сосудистом участке [36, 50, 51].

Тромбопрофилактика в хирургии сколиоза

Существует множество факторов риска развития ВТЭО при выполнении хирургических вмешательств на позвоночнике. В ряде ранее выполненных исследований продемонстрировано, что у взрослых медикаментозная профилактика с использованием антикоагулянтных препаратов значительно снижает частоту их развития. Однако в исследованиях также показано, что медикаментозная профилактика связана с более высокой частотой развития гематом, требующих повторных операций, и с более высокой частотой инфекции в области хирургического вмешательства [52–54].

Но есть мнение, что назначение антикоагулянтных препаратов за один день до операции и через три дня после операции безопасно для пациентов даже с высоким риском ВТЭО. Исследователи пришли к этому заключению, проанализировав результаты плановых хирургических вмешательств на позвоночнике у 6869 пациентов, получавших ($n = 1904$) и не получавших ($n = 4965$) антикоагулянты. Среднее время начала медикаментозной профилактики составило 1,46 дня после операции. Эпидуральные гематомы регистрировали в 0,20 % ($n = 4$) случаев в группе пациентов с применением антикоагулянтов и в 0,18 % ($n = 9$) случаев в группе, где медикаментозная профилактика не применялась ($p = 0,622$) [55].

Kochai et al. [56] приводят данные о результатах немедикаментозной

и медикаментозной профилактики ВТЭО у подростков, перенесших плановое хирургическое вмешательство по поводу идиопатического сколиоза. Выделили три исследуемые группы: группа А – введение низкомолекулярного гепарина через 8 ч после операции; группа В – введение низкомолекулярного гепарина через 24 ч после операции; группа С – медикаментозная профилактика не проводилась. Ни в одной из групп авторы не зарегистрировали ВТЭО. Средняя послеоперационная дренажная кровопотеря составила в группе А 400 мл, в группе В – 450 мл, в группе С – 150 мл ($p < 0,001$). В группах А и В отмечено больше раневого отделяемого и поверхностных инфекций, но без статистически значимых межгрупповых различий по этим показателям. Вместе с тем получены статистически значимые различия по продолжительности нахождения в стационаре ($p < 0,001$). Авторы заключили, что медикаментозная профилактика не является необходимой для пациентов с подростковым идиопатическим сколиозом без выявленных дополнительных факторов риска. Ранняя активизация и использование внешних компрессионных устройств являются адекватными профилактическими мероприятиями в дополнение к обычному послеоперационному ведению пациентов [56]. О том, что использование медикаментозной тромбопрофилактики увеличивает общую частоту геморрагических осложнений, сообщают и другие авторы.

Авторы еще одного исследования также не нашли подтверждений для рутинного использования антикоагулянтов в этой хирургической когорте, убедительно продемонстрировав эффективность внешних компрессионных устройств, частых поворотов пациента в кровати, выполнения упражнений для ног и ранней послеоперационной активизации пациентов [35]. О том, что медикаментозная профилактика после операций по поводу идио-

патического сколиоза в педиатрической популяции из-за очень низкой частоты ВТЭО не показана, так как несет больше рисков, чем пользы, сообщают и другие исследователи [8, 36].

Вместе с тем использование медикаментозной профилактики ВТЭО после хирургической коррекции сколиоза все чаще рекомендуется пациентам с выявленной гиперкоагуляцией в ситуациях высокого риска. При этом дети с рецидивирующей неспровоцированной венозной эмболией должны получать длительную/пожизненную профилактику [57].

Заключение

С учетом низкой частоты ВТЭО в когорте детей и подростков, оперированных по поводу сколиотических деформаций позвоночника, потенциальных рисков использования антикоагулянтных препаратов, а также эффективного послеоперационного сопровождения пациентов путем ранней активизации и использования внешних компрессионных устройств проведение медикаментозной профилактики в хирургии сколиоза не рекомендуется. Вместе с тем отсутствие регламентирующих доку-

ментов по скринингу и профилактике ВТЭО для этой категории пациентов сопряжено с трудностями выявления тех клинических случаев, когда медикаментозная профилактика является абсолютно показанной.

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

- Lassandro G, Palmieri VV, Palladino V, Amoroso A, Faienza MF, Giordano P. Venous thromboembolism in children: from diagnosis to management. Int J Environ Res Public Health. 2020;17:49–93. DOI: 10.3390/ijerph17144993
- Sherrod BA, McClugage SG 3rd, Mortellaro VE, Aban IB, Rocque BG. Venous thromboembolism following inpatient pediatric surgery: Analysis of 153,220 patients. J Pediatr Surg. 2019;54:631–639. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2018.09.017
- Sharathkumar AA, Biss T, Kulkarni K, Ahuja S, Regan M, Male C, Revel-Vilk S. Epidemiology and outcomes of clinically unsuspected venous thromboembolism in children: a systematic review. J Thromb Haemost. 2020;18:1100–1112. DOI: 10.1111/jth.14739
- Park ES, Choi HS, Lee KS, Kim SW, Lee JM. Venous thromboembolism in children and young adults in Korea: analysis of the Korean health insurance review and assessment service database. J Korean Med Sci. 2019;34:E316. DOI: 10.3346/jkms.2019.34.e316
- Oncul Y, Akyay A, Ozgen U. Thromboembolism in children. Indian J Pediatr. 2024;91:696–701. DOI: 10.1007/s12098-023-04539-3
- Kenet G, Limperger V, Shneyder M, Nowak-Gottl U. Risk factors for symptomatic venous and arterial thromboembolism in newborns, children, and adolescents – What did we learn within the last 20 years? Blood Cells Mol Dis. 2017;67:18–22. DOI: 10.1016/j.bcmd.2016.12.003
- Crous-Bou M, Harrington LB, Kabrhel C. Environmental and genetic risk factors associated with venous thromboembolism. Semin Thromb Hemost. 2016;42:808–820. DOI: 10.1055/s-0036-1592333
- Baker D, Sherrod B, McGwin G Jr, Ponce B, Gilbert S. Complications and 30-day outcomes associated with venous thromboembolism in the pediatric orthopaedic surgical population. J Am Acad Orthop Surg. 2016;24:196–206. DOI: 10.1055/s-0036-1592333
- Mulpuri N, Sanborn RM, Pradhan P, Miller PE, Canizares MF, Shore BJ. Pediatric orthopaedic venous thromboembolism: a systematic review investigating incidence, risk factors, and outcome. JB JS Open Access. 2024;9:E23.00107. DOI: 10.2106/JBJS.OA.23.00107
- Connelly CR, Laird A, Barton JS, Fischer PE, Krishnaswami S, Schreiber MA, Zonies DH, Watters JM. A clinical tool for the prediction of venous thromboembolism in pediatric trauma patients. JAMA Surg. 2016;151:50–57. DOI: 10.1001/jamasurg.2015.2670
- Guzman D, Sabharwal S, Zhao C, Sabharwal S. Venous thromboembolism among pediatric orthopedic trauma patients: a database analysis. J Pediatr Orthop B. 2018;27:93–98. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000424
- Georgopoulos G, Hotchkiss MS, McNair B, Siparsky G, Carry PM, Miller NH. Incidence of deep vein thrombosis and pulmonary embolism in the elective pediatric orthopaedic patient. J Pediatr Orthop. 2016;36:101–109. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000391
- Ishola T, Kirk SE, Guffey D, Voigt K, D Shah MD, Srivaths L. Risk factors and comorbidities in adolescent thromboembolism are different than those in younger children. Thromb Res. 2016;141:178–182. DOI: 10.1016/j.thromres.2016.03.021
- Nowak-Gottl U, van Ommen H, Kenet G. Thrombophilia testing in children: What and when should be tested? Thromb Res. 2018;164:75–78. DOI: 10.1016/j.thromres.2018.02.136
- Simone B, De Stefano V, Leoncini E, Zacho J, Martinelli I, Emmerich J, Rossi E, Folsom AR, Almawi WY, Scarabin PY, den Heijer M, Cushman M, Penco S, Vaya A, Anghaisuksiri P, Okumus G, Gemmati D, Cima S, Akar N, Oguzulgen KL, Ducros V, Lichy C, Fernandez-Miranda C, Szczeklik A, Nieto JA, Domingo Torres J, Le Cam-Duchez V, Ivanov P, Cantu-Brito C, Shmeleva VM, Stegnar M, Ogunyemi D, Eid SS, Nicolotti N, De Feo E, Ricciardi W, Boccia S. Risk of venous thromboembolism associated with single and combined effects of Factor V Leiden, prothrombin 20210A and Methylene tetrahydrofolate reductase C677T: a meta-analysis involving over 11,000 cases and 21,000 controls. Eur J Epidemiol. 2013;28:621–647. DOI: 10.1007/s10654-013-9825-8
- Crous-Bou M, Harrington LB, Kabrhel C. Environmental and genetic risk factors associated with venous thromboembolism. Semin Thromb Hemost. 2016;42:808–820. DOI: 10.1055/s-0036-1592333
- Serbic-Nonkovic OM, Kuzmanovic MB, Rakicevic LB, Djordjevic VJ, Veljkovic DK, Prijic SM, Kovacevic GS, Rakonjac ZM, Lj Kosutic J, Vujic DS, Micic DV, Jankovic BZ, Radojkovic DP. Risk factors for thrombosis in Serbian children. Blood Coagul Fibrinolysis. 2014;25:25–32. DOI: 10.1097/MBC.0b013e328364e217
- Момот А.П., Татаненко И.А., Цивкина Л.П. Состояние тромботической готовности – возможности современной диагностики и перспективы // Медицинский алфавит. 2013. Т 1, № 3. С. 20–23. [Mamot AP, Taranenko IA, Tsyvkina LP. Thrombotic state of readiness – the possibilities of modern diagnostics and prospects. Medical Alphabet. 2013;1(3):20–23]. DOI: 10.18411/d-2016-062

19. **Mahajerin A, Croteau SE.** Epidemiology and risk assessment of pediatric venous thromboembolism. *Front Pediatr.* 2017;5:68. DOI: 10.3389/fped.2017.00068
20. **Citla Sridhar D, Abou-Ismaïl MY, Ahuja SP.** Central venous catheter-related thrombosis in children and adults. *Thromb Res.* 2020;187:103–112. DOI: 10.1016/j.thromres.2020.01.017
21. **Mahajerin A, Betensky M, Goldenberg NA.** Thrombosis in children: approach to anatomic risks, thrombophilia, prevention, and treatment. *Hematol Oncol Clin North Am.* 2019;33:439–453. DOI: 10.1016/j.hoc.2019.01.009
22. **Kenet G, Limperger V, Shneyder M, Nowak-Göttl U.** Risk factors for symptomatic venous and arterial thromboembolism in newborns, children and adolescents – What did we learn within the last 20years? *Blood Cells Mol Dis.* 2017;67:18–22. DOI: 10.1016/j.bcmd.2016.12.003
23. **Kenet G, Nowak-Göttl U.** Venous thromboembolism in neonates and children. *Best Pract Res Clin Haematol.* 2012;25:333–344. DOI: 10.1016/j.beha.2012.07.001
24. **Jada A, Mackel CE, Hwang SW, Samdani AF, Stephen JH, Bennett JT, Baaj AA.** Evaluation and management of adolescent idiopathic scoliosis: a review. *Neurosurg Focus.* 2017;43:E2. DOI: 10.3171/2017.7.FOCUSI17297
25. **Koniczny MR, Senyurt H, Krauspe R.** Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis. *J Child Orthop.* 2012;7:3–9. DOI: 10.1007/s11832-012-0457-4
26. **Aghdasi B, Bachmann KR, Clark D, Koldenhoven R, Sultan M, George J, Singla A, Abel MF.** Patient-reported outcomes following surgical intervention for adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review and meta-analysis. *Clin Spine Surg.* 2020;33:24–34. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000822
27. **Cloney MB, Hopkins B, Dhillon ES, Dahdaleh NS.** The timing of venous thromboembolic events after spine surgery: a single-center experience with 6869 consecutive patients. *J Neurosurg Spine.* 2018;28:88–95. DOI: 10.3171/2017.5.SPINE161399
28. **Olinger CR, Gardocki RJ.** Deep venous thrombosis and pulmonary embolism after minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: report of 2 cases in 315 procedures. *Orthop Clin North Am.* 2020;51:423–425. DOI: 10.1016/j.joc.2020.02.006
29. **Tominaga H, Setoguchi T, Tanabe F, Kawamura I, Tsuneyoshi Y, Kawabata N, Nagano S, Abematsu M, Yamamoto T, Yone K, Komiya S.** Risk factors for venous thromboembolism after spine surgery. *Medicine (Baltimore).* 2015;94:E466. DOI: 10.1097/MD.0000000000000466
30. **Lykissas MG, Jain VV, Nathan ST, Pawar V, Eismann EA, Sturm PF, Crawford AH.** Mid- to long-term outcomes in adolescent idiopathic scoliosis after instrumented posterior spinal fusion: a meta-analysis. *Spine.* 2013;38:E113–E119. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31827ac3d0
31. **Murphy RF, Mooney JF.** Complications following spine fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2016;9:462–469. DOI: 10.1007/s12178-016-9372-5
32. **Vigneswaran HT, Grabel ZJ, Ebersson CP, Palumbo MA, Daniels AH.** Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis in the United States from 1997 to 2012: an analysis of 20,346 patients. *J Neurosurg Pediatr.* 2015;16:322–328. DOI: 10.3171/2015.3.PEDS14649
33. **Jain A, Karas DJ, Skolasky RL, Sponseller PD.** Thromboembolic complications in children after spinal fusion surgery. *Spine.* 2014;39:1325–1329. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000402
34. **De la Garza Ramos R, Goodwin CR, Abu-Bonsrah N, Jain A, Miller EK, Huang N, Kebaish KM, Sponseller PD, Sciubba DM.** Patient and operative factors associated with complications following adolescent idiopathic scoliosis surgery: an analysis of 36,335 patients from the nationwide inpatient sample. *J Neurosurg Pediatr.* 2016;25:730–736. DOI: 10.3171/2016.6.PEDS16200
35. **Erkilinc M, Clarke A, Poe-Kochert C, Thompson GH, Hardesty CK, O'Malley N, Mistovich RJ.** Is there value in venous thromboembolism chemoprophylaxis after pediatric scoliosis surgery? A 28-year single center study. *J Pediatr Orthop.* 2021;41:138–142. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001746
36. **Rudic TN, Moran TE, Kamalopathy PN, Werner BC, Bachmann KR.** Venous thromboembolic events are exceedingly rare in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Clin Spine Surg.* 2023;36:E35–E39. DOI: 10.1097/BSD.0000000000001353
37. **Ежевская А.А., Овечкин А.М., Прусакова Ж.Б., Загреков В.И., Леонтьев А.В.** Влияние эпидуральной анестезии на гемодинамику и систему гемостаза при операциях коррекции сколиоза // Хирургическая практика. 2012. № 4. С. 19–23. [Ezhevskaya AA, Ovechkin AM, Prusakova ZhB, Zagrekov VI, Leontiev AV. The influence of epidural anesthesia on hemodynamics and the hemostasis system during scoliosis correction surgeries. *Surgical practice.* 2012;(4):19–23].
38. **Nogaro MC, Abram SGF, Alvand A, Bottomley N, Jackson WFM, Price A.** Paediatric and adolescent anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Bone Joint J.* 2020;102-B:239–245. DOI: 10.1302/0301-620X.102B2.BJJ-2019-0420.R2
39. **Padhye K, El-Hawary R, Price V, Stevens S, Branchford B, Kulkarni K.** Development of a perioperative venous thromboembolism prophylaxis algorithm for pediatric orthopedic surgical patients. *Pediatr Hematol Oncol.* 2020;37:109–118. DOI: 10.1080/08880018.2019.1695030
40. **Boulet M, Langlais T, Pelet S, Belzile E, Forsythe C.** Incidence of venous thromboembolism in pediatric orthopedics: a systematic review. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2024;103830. DOI: 10.1016/j.otsr.2024.103830
41. **Ежевская А.А., Прусакова Ж.Б.** Клинико-биохимические аспекты эндокринно-метаболического стресс-ответа и нарушений системы гемостаза при операциях на позвоночнике высокой интенсивности // Фундаментальные исследования. 2012. № 4-1. С. 53–56. [Ezhevskaya AA, Prusakova ZB. Clinical and biochemistry aspects of the endocrine-metabolic stress-response and hemostasis disorders in high intensity spinal surgery. *Fundamental research.* 2012;(4-1):53–56].
42. **Лебедева М.Н., Иванова А.А., Елистратов А.А., Васюра А.С.** Патогенетические основы профилактики развития повышенной кровопотери в хирургии идиопатического сколиоза // Хирургия позвоночника. 2017. Т. 14, № 3. С. 100–112. [Lebedeva MN, Ivanova AA, Elistratov AA, Vasyura AS. Pathogenetic foundations for prevention of increased blood loss in surgery for idiopathic scoliosis. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika).* 2017;14(3):100–112]. DOI: 10.14531/ss2017.3.100-112
43. **Bande BD, Bande SB, Mohite S.** The hypercoagulable states in anaesthesia and critical care. *Indian J Anaesth.* 2014;58:665–671. DOI: 10.4103/0019-5049.144682
44. **Лебедева М.Н., Терещенкова Е.В., Агеев А.М., Иванова А.А.** Первый опыт применения метода низкочастотной пьезотромбоэластиграфии в хирургии сколиоза // Клинічна анестезіологія та інтенсивна терапія. 2015. № 1. С. 37–44. [Lebedeva MN, Tereshchenkova EV, Ageenko AM, Ivanova AA. The first experience of using the method of low-frequency piezothromboelastography in scoliosis surgery. *Clinical Anesthesiology Intensive Care.* 2015;(1):37–44].
45. **Wikkello A, Wetterslev J, Moller AM, Afshari A.** Thromboelastography (TEG) or thromboelastometry (ROTEM) to monitor haemostatic treatment versus usual care in adults or children with bleeding. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;2016:CD007871. DOI: 10.1002/14651858.CD007871.pub3
46. **Yuan WH, Liu HC, Zeng LK, Liu XY, Zhao LX, Mo LX.** [Change of thromboelastography in children's DIC and analysis of its sensitivity and specificity for diagnosis of DIC]. *Zhongguo Shi Yan Xue Ye Xue Za Zhi.* 2017;25:847–852. In Chinese. DOI: 10.7534/j.issn.1009-2137.2017.03.039
47. **Middeldorp S.** Inherited thrombophilia: a double-edged sword. *Hematology Am Soc Hematol Educ Program.* 2016;2016:1–9. DOI: 10.1182/asheducation-2016.1.1
48. **Stevens SM, Woller SC, Bauer KA, Kasthuri R, Cushman M, Streiff M, Lim W, Douketis JD.** Guidance for the evaluation and treatment of hereditary and acquired thrombophilia. *J Thromb Thrombolysis.* 2016;41:154–164. DOI: 10.1007/s11239-015-1316-1

49. Colucci G, Dimitrios A Tsakiris DA. Thrombophilia screening revisited: an issue of personalized medicine. *J Thromb Thrombolysis*. 2020;49:618–629. DOI: 10.1007/s11239-020-02090-y
50. Baglin T, Gray E, Greaves M, Hunt BJ, Keeling D, Machin S, Mackie I, Makris M, Nokes T, Perry D, Tait RC, Walker I, Watson H. Clinical guidelines for testing for heritable thrombophilia. *Br J Haematol*. 2010;149:209–220. DOI: 10.1111/j.1365-2141.2009.08022.x
51. Nakashima MO, Rogers HJ. Hypercoagulable states: an algorithmic approach to laboratory testing and update on monitoring of direct oral anticoagulants. *Blood Res*. 2014;49:85–94. DOI: 10.5045/br.2014.49.2.85
52. McLynn RP, Diaz-Collado PJ, Ottesen TD, Ondeck NT, Cui JJ, Bovonratwet P, Shultz BN, Grauer JN. Risk factors and pharmacologic prophylaxis for venous thromboembolism in elective spine surgery. *Spine J*. 2018;18:970–978. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.10.013
53. Zeng XJ, Peng H. Prevention of thromboembolic complications after spine surgery by the use of low-molecular-weight heparin. *World Neurosurg*. 2017;104:856–862. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.05.050
54. Lu J, Zhang W, Jiang G, Luo K, Cai K, Zhang K, Lu B. Risk factors for spinal subdural hematoma after minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MI-TLIF): a multivariate analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2023;24:939. DOI: 10.1186/s12891-023-06902-z
55. Dhillon ES, Khanna R, Cloney M, Roberts H, Cybulski GR, Koski TR, Smith ZA, Dahdaleh NS. Timing and risks of chemoprophylaxis after spinal surgery: a single-center experience with 6869 consecutive patients. *J Neurosurg Spine*. 2017;27:681–693. DOI: 10.3171/2017.3.SPINE161076
56. Kochai A, Cicekli O, Bayam I, Turker M, Sariyilmaz K, Erkorkmaz U. Is pharmacological anticoagulant prophylaxis necessary for adolescent idiopathic scoliosis surgery? *Medicine (Baltimore)*. 2019;98:e16552. DOI: 10.1097/MD.00000000000016552
57. Monagle P, Cuello CA, Augustine C, Bonduel M, Brandão LR, Capman T, Chan AKC, Hanson S, Male C, Meerpohl J, Newall F, O'Brien SH, Raffini L, van Ommen H, Wiernikowski J, Williams S, Bhatt M, Riva JJ, Roldan Y, Schwab N, Mustafa RA, Vesely SK. American Society of Hematology 2018 guidelines for management of venous thromboembolism: treatment of pediatric venous thromboembolism. *Blood Adv*. 2018;2:3292–3316. DOI: 10.1182/bloodadvances.2018024786

Адрес для переписки:

Лебедева Майя Николаевна
630091, Россия, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
Новосибирский научно-исследовательский институт
травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна,
MLebedeva@niito.ru

Address correspondence to:

Lebedeva Maya Nikolayevna
Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a.
Ya.L. Tsivyan,
17 Frunze str, Novosibirsk, 630091, Russia,
MLebedeva@niito.ru

Статья поступила в редакцию 13.01.2025

Рецензирование пройдено 08.02.2025

Подписано в печать 14.02.2025

Received 13.01.2025

Review completed 08.02.2025

Passed for printing 14.02.2025

Майя Николаевна Лебедева, д-р мед. наук, начальник научно-исследовательского отделения анестезиологии и реаниматологии, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-9911-8919, MLebedeva@niito.ru;

Анастасия Александровна Иванова, канд. мед. наук, врач анестезиолог-реаниматолог, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-7815-8487, Alvanova.nsk@yandex.ru.

Maya Nikolayevna Lebedeva, DMSc, Head of Research Department of anesthesiology and reanimatology, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-9911-8919, MLebedeva@niito.ru;

Anastasia Aleksandrovna Ivanova, MD, PhD, anesthesiologist-intensivist, Research Department of anesthesiology and reanimatology, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-7815-8487, Alvanova.nsk@yandex.ru.