

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВЕНОЗНЫХ ТРОМБОЭМБОЛИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ У ДЕТЕЙ, ПЕРЕНЕСШИХ ОРТОПЕДИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ

Лебедева М.Н., Говоруха Е.С., Калинина О.В.

*ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени
Я.Л. Цивьяна» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
Новосибирск, e-mail: MLebedeva@niito.ru*

Отмечается рост частоты встречаемости венозных тромбоэмболических осложнений в когорте педиатрических пациентов. Вопросы частоты возникновения и факторов риска их развития у детей и подростков с ортопедической патологией, нуждающихся в хирургическом лечении, требуют уточнения. Цель исследования – проанализировать и представить новые сведения о частоте развития и факторах риска венозных тромбоэмболических осложнений у детей, перенесших ортопедические вмешательства. Поиск научных источников осуществляли в базах данных PubMed, GoogleScholar, eLibrary за 2020–2025 гг. Проанализировано содержание 37 полнотекстовых журнальных статей. Отмечена разница медиан показателя частоты развития тромбоэмболических осложнений для различных разделов хирургической ортопедии, которая варьирует от 0,05 до 3,5 %. Плановые ортопедические операции связаны с самой низкой частотой осложнений, инфекции опорно-двигательного аппарата имеют самую высокую медиану заболеваемости. Основные независимые переменные, связанные с развитием осложнений, включили: возраст, индекс массы тела, хирургические вмешательства на нижних конечностях, задний спондилодез на протяжении 13 и более сегментов позвоночника, продолжительность хирургического вмешательства, ограничение двигательной активности, использование оральных контрацептивов, инфекции опорно-двигательного аппарата, повторную операцию, повреждение спинного мозга, нарушение коагуляции. Показано, что положительный семейный анамнез в два раза увеличивает риск развития венозных тромбоэмболических осложнений у пациентов с ортопедической патологией. Учитывая доказательства реального риска развития венозных тромбоэмболических осложнений при осуществлении ортопедических хирургических вмешательств у детей и подростков, значимым для снижения общей заболеваемости и смертности является выявление тех категорий пациентов, которые находятся в группе наибольшего риска, что требует четкого определения инструментов стратификации риска, а также разработки и внедрения общепризнанных протоколов эффективной и безопасной тромбопрофилактики специфичных как для детского возраста, так и для характера патологии.

Ключевые слова: дети, ортопедия, ортопедические операции, тромбозы, тромбоэмболические осложнения, факторы риска развития тромбозов.

CURRENT STATE OF THE PROBLEM OF VENOUS THROMBOEMBOLIC COMPLICATIONS IN CHILDREN WHO UNDERWENT ORTHOPEDIC SURGERY

Lebedeva M.N., Govorukha E.S., Kalinina O.V.

*Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after Ya.L. Tsivyan,
Novosibirsk, e-mail: MLebedeva@niito.ru*

The incidence of venous thromboembolic complications is observed to be increasing in a cohort of pediatric patients. The issues of their incidence and risk factors for development in children and adolescents with orthopedic pathology who need surgical treatment require clarification. The aim of the study is to analyze and present new data on the incidence and risk factors of venous thromboembolic complications in children who underwent orthopedic interventions. The search for scientific sources was carried out in the PubMed, GoogleScholar, eLibrary and internet resource databases for the period 2020–2025. The content of 37 full-text journal articles was analyzed. A difference in the median incidence of thromboembolic complications between various specialities of surgical orthopedics was noted which varies from 0.05 to 3.5 %. Elective orthopedic surgeries are associated with the lowest incidence of complications, and musculoskeletal infections have the highest median incidence. The main independent variables associated with the development of complications included: age, body mass index, lower extremity surgery, posterior fusion involving 13 or more spinal segments, duration of surgery, limited mobility, use of oral contraceptives, musculoskeletal infections, reoperation, spinal cord injury, and coagulation disorders. A positive family history was shown to double the risk of developing venous thromboembolic complications in patients with orthopedic pathology. Given the evidence of a real risk of

developing venous thromboembolic complications during orthopedic surgery in children and adolescents, it is important, for reducing overall morbidity and mortality, to categorize patients at highest risk, which requires a clear definition of risk stratification tools, as well as the development and implementation of generally accepted protocols for effective and safe thromboprophylaxis specific for both childhood and the nature of pathology.

Keywords: children, orthopedics, orthopedic surgeries, thrombosis, thromboembolic complications, risk factors for thrombosis.

Введение

Венозные тромбоемболические осложнения (ВТЭО) у госпитализированных детей и подростков, требующих хирургического лечения, являются актуальной медико-социальной проблемой, поскольку входят в число основных причин роста заболеваемости [1, 2]. В случаях развития ВТЭО реальную угрозу для жизни представляет тромбоемболия легочной артерии (ТЭЛА), частота которой составляет 53–57 случаев на 100 тыс. госпитализированных пациентов детского возраста [3]. Неспровоцированные ВТЭО у детей встречаются редко [4]. Риск возникновения послеоперационных ВТЭО в педиатрической когорте, который составляет 0,05–0,1 %, наиболее высок у новорожденных, затем снижается и снова возрастает примерно к 13 годам, достигая уровня взрослых к 16 годам [5–7]. Есть сведения, что в последнее время наблюдается рост показателя. Это связано с повышением осведомленности о проблеме, увеличением продолжительности жизни детей с хроническими заболеваниями и более частыми медицинскими вмешательствами [8]. Так, авторы систематического обзора, опубликованного в 2024 г. и включившего анализ 56 научных источников, представили объединенный периоперационный анализ почти 1 млн детей, перенесших ортопедические операции, где показали, что частота встречаемости ВТЭО в детской ортопедической хирургии и связанная с этим заболеваемость превышают ранее приведенные показатели, достигая 17 событий на 10 тыс. детей [9]. А поскольку в ряде случаев венозные тромбоемболии не проявляют симптомов, реальная заболеваемость может быть еще выше [10, 11]. Существуют серьезные последствия перенесенных тромбоемболических осложнений, представляющие угрозу для здоровья пациентов в будущем: легочная гипертензия, поражение почек, поражение центральной нервной системы [12].

В систематическом обзоре, опубликованном в 2025 г. и включившем 42 полнотекстовые журнальные статьи, отмечено, что точная частота тромбоемболических осложнений в детской ортопедии по-прежнему остается неясной, а вопросы заболеваемости, смертности и провоцирующих факторов развития ВТЭО требуют уточнения [13]. Поэтому знание эпидемиологических особенностей, а также любые другие дополнительные сведения, представленные в научных источниках в последние годы, могут быть весьма полезными для врачей различных специальностей не только с позиций ежедневной практической деятельности, но и для разработки и внедрения мероприятий эффективного скрининга, профилактики и лечения ВТЭО из-за их потенциальной тяжести.

Цель исследования – проанализировать и представить новые сведения о частоте развития и факторах риска венозных тромбозмболических осложнений у детей, перенесших ортопедические вмешательства.

Материалы и методы исследования

Статья представляет собой научный обзор. Поиск научных источников, которые содержат новые данные, осуществлялся в базах данных PubMed, GoogleScholar, eLibrary, интернет-ресурсах с использованием следующих ключевых слов и словосочетаний: дети, ортопедия, ортопедические операции, тромбозы, тромбозмболические осложнения, факторы риска развития тромбозов. Глубина поиска включила период с 2020 по 2025 г. Критериями включения являлись: возраст менее 18 лет, выполненные ортопедические операции, наличие послеоперационных венозных тромбозмболических осложнений, профилактика тромбозов, доступность полнотекстовых источников отечественных и зарубежных авторов. Критерии включения позволили отобрать для анализа 37 полнотекстовых журнальных статей в формате систематических обзоров, метаанализов и оригинальных исследований, посвященных проблеме послеоперационных венозных тромбозмболических осложнений в педиатрической когорте. Публикации, посвященные развитию ВТЭО при критическом состоянии пациентов, случаи ВТЭО, связанные с наличием центрального венозного катетера и злокачественных новообразований, в обзор не включали, поскольку эти факторы риска являются общепризнанными в научной педиатрической литературе.

Результаты исследования и их обсуждение

Частота развития и характер ВТЭО с учетом этиологии заболевания и демографических данных

Ортопедические хирургические вмешательства характеризуются рядом специфических особенностей, связанных с венозным застоем из-за ограничения двигательной активности или длительной иммобилизацией во время восстановления, наличием эндотелиальной дисфункции в зоне операции, а также потенциальной гиперкоагуляцией в послеоперационном периоде.

Целью систематического обзора, выполненного М. Boulet с соавт., включившего 70 статей, опубликованных до января 2022 г. и охвативших результаты лечения 845 010 участников, была оценка частоты развития ВТЭО в различных разделах детской хирургической ортопедии. Авторами установлено, что общая медиана заболеваемости для ортопедии составила 0,16 % [95 % ДИ: 0,0–1,01 %]. Небольшие вариации были отмечены для отдельных разделов детской ортопедии, включая травму, патологию позвоночника и плановые операции. Так, медиана частоты ВТЭО для статей о травматических повреждениях составила 0,36 % [ДИ: 0,0–1,22 %], для статей, связанных с патологией позвоночника, – 0,23 % [95 %

ДИ: 0,0–0,71 %]. Установлено, что плановые ортопедические операции связаны с низкой частотой событий ВТЭО, медиана которой составила 0,10 % [ДИ: 0,0–0,26 %]. Также показано, что инфекции опорно-двигательного аппарата имели заметно более высокую медиану заболеваемости, достигающую 3,5 % [ДИ: 0,0–13,8 %]. Авторы обзора пришли к выводу, что риск тромботических событий в детской ортопедии невысок, но существует, особенно в случаях инфекции опорно-двигательного аппарата [13].

Изучению частоты развития ВТЭО после различных ортопедических операций у детей посвящено исследование E.J. Mets с соавт., результаты которого опубликованы в 2022 г. Ретроспективный анализ был проведен с использованием базы данных Американской коллегии хирургов за период 2012–2017 гг. Авторы проанализировали периоперационные данные 81 490 детей, перенесших ортопедические операции, большинство из которых были выполнены по поводу сколиоза, перелома бедренной кости или артротомии. Средний возраст пациентов составил $9,7 \pm 4,8$ года, 50 % пациентов были мужского пола. Послеоперационные ВТЭО развились в 0,07 % случаев, что, по мнению авторов, вполне соответствует ранее опубликованным данным [14].

Интересное исследование выполнено A.V. Samineni с соавт., оно включило 810 пациентов детского возраста, лечившихся в стационаре. Целью исследования было сравнение заболеваемости и характера ВТЭО при ортопедических и неортопедических заболеваниях. Информация авторами анализировалась как для общей выборки пациентов, так и для выделенных групп с учетом имеющейся патологии. Средний возраст в общей выборке составил 10,3 года. Частота развития ВТЭО в общей выборке составила 4,6 на 10 000 случаев. Изолированный тромбоз глубоких вен был диагностирован у 306 пациентов (82 %), в то время как изолированная ТЭЛА была диагностирована у 37 пациентов (10 %), а сопутствующая тромбозу глубоких вен ТЭЛА у 30 пациентов (8 %). В исследовании было установлено, что пациенты с ортопедической патологией были значительно старше пациентов с неортопедическими заболеваниями – 15,2 против 9,9 лет ($p < 0,001$). Частота ВТЭО у пациентов ортопедического профиля была значительно ниже, чем у пациентов с неортопедической патологией: 1,48 и 5,55 на 10 000 случаев ($p < 0,001$) соответственно. Для когорты пациентов с ортопедической патологией авторами отмечена значительная разница в доле тромбоза глубоких вен нижних конечностей (91 %) по сравнению с верхними конечностями (9 %) ($p < 0,001$), в то время как у пациентов с неортопедическими заболеваниями было отмечено более равномерное распределение тромбозов аналогичной локализации – 41 % в венах нижних конечностей и 50 % в венах верхних конечностей. Частота ТЭЛА была значительно выше в когорте ортопедических пациентов и составила 21 % против

9 % ($p = 0,03$), в то время как частота венозного тромбоза была значительно выше в когорте пациентов с неортопедической патологией 83 % против 64 % ($p = 0,01$) соответственно [15].

Авторы ретроспективного когортного исследования, включившего 3655 пациентов, изучали показатели ВТЭО у подростков, перенесших артроскопию тазобедренного сустава в сравнении с аналогичным вмешательством у взрослых пациентов в период с 1 января 2003 г. по 1 марта 2024 г. Период наблюдения, анализируемый для этого исследования, составил 90 дней с целью охвата как острых, так и подострых проявлений ВТЭО, связанных с операцией. Полученные результаты выявили сопоставимые показатели частоты развития тромбоза глубоких вен и ТЭЛА между подростками и взрослыми пациентами, которые составила 1,1 % в подростковой когорте против 0,9 % в когорте взрослых пациентов. Как отмечают авторы исследования, артроскопия тазобедренного сустава является часто выполняемой процедурой у подростков с патологией тазобедренного сустава, при этом имеются лишь ограниченные данные о событиях ВТЭО в этой популяции, что приводит к минимальным рекомендациям по надлежащей тромбопрофилактике. По мнению авторов, полученные результаты подчеркивают необходимость дальнейшего изучения факторов риска и потенциальной роли химиопрофилактики ВТЭО у отдельных подростков, проходящих артроскопию тазобедренного сустава [16].

Общая частота ВТЭО у детей после остеотомии таза, которая составила 0,61 %, была установлена в ходе анализа результатов лечения 1480 пациентов и сроке наблюдения 90 дней после операции. Авторами установлено отсутствие каких-либо различий в исходных демографических данных и продолжительности пребывания в стационаре между пациентами, у которых осложнения развились или не развились ($P > 0,05$). Также авторы отметили, что 52,0 % пациентов получили по крайней мере одну форму фармакологической профилактики после операции, при этом не было никакой разницы в показателях частоты развития ВТЭО при проведении тромбопрофилактики или без нее, а именно: 0,52 % против 0,70 % ($p = 0,75$). Однако те пациенты, кому была назначена профилактика, были значительно старше ($15,2 \pm 2,3$ против $13,6 \pm 2,4$ лет, $p < 0,0001$) и имели более высокую долю женщин (71,8 % против 54,6 %, $p < 0,01$). Авторы также отметили, что профилактика ВТЭО после операции по сохранению тазобедренного сустава чаще всего назначалась подросткам старшего возраста и женского пола. Правильность такого подхода, основанного на полученных результатах, по их мнению, является оправданным [17].

Специфическими особенностями операций на позвоночнике являются высокая травматичность, обширные зоны повреждения тканей, продолжительность вмешательства, значительная кровопотеря, продолжительность восстановительного периода, связанная с ограничением двигательной активности. Именно эти факторы заведомо относят подобные

вмешательства к операциям высокого риска развития тяжелых осложнений, в частности ВТЭО [18].

Оценка частоты развития ВТЭО после плановых операций на позвоночнике и нижних конечностях у детей с хроническими заболеваниями нервно-мышечного комплекса явилась целью ретроспективного исследования В. J. Shore с соавт., включившего анализ результатов лечения 4583 детей. Наиболее распространенными диагнозами были детский церебральный паралич (46,7 %), пороки развития головного и спинного мозга (31,1 %) и дегенеративные заболевания центральной нервной системы (14,5 %). Скорректированная частота послеоперационных ВТЭО для детей с изучаемой патологией составила четыре на 10 000 случаев. Как отмечают авторы исследования, у каждого из двух случаев до операции было зарегистрировано нарушение коагуляции [19].

Установленная в ряде исследований частота ВТЭО, развившихся в процессе планового хирургического лечения по поводу сколиоза, варьировала и составила от 0,13 до 0,3 % [20–22]. В ходе ретроспективного когортного исследования, выполненного Hauser с соавт. и включившего анализ историй болезни 22 752 детей, перенесших ортопедические операции в связи с травмой позвоночника, установлена частота развития ВТЭО, которая составила 0,8 %. Авторы исследования отметили, что травмы шейного, грудного или поясничного отделов позвоночника не были в значительной степени связаны с развитием ВТЭО [23].

Установленная частота развития ВТЭО у детей с острыми инфекциями опорно-двигательного аппарата по данным исследования Purtell с соавт., охватившего 9-летний период наблюдения, составила 2,1 % [24].

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 из них авторы сообщали о летальных исходах, непосредственно связанных с ВТЭО [9].

Факторы риска развития ВТЭО при ортопедических операциях у детей

Хирургическая специальность является значимым независимым фактором, связанным с риском развития ВТЭО у пациентов. Есть сведения, что ортопедическая хирургия имеет значительно меньший риск тромбообразования по сравнению с общей хирургией [25]. Однако также известно, что, в частности, хирургические вмешательства на нижних конечностях, которые в педиатрической и подростковой хирургии становятся все более распространенными, ассоциируются с повышенным риском развития тромбоза глубоких вен и тромбоза легочной артерии [17, 26].

При проведении регрессионного анализа течения периоперационного периода у 81 490 детей, перенесших ортопедические операции, E. J. Mets с соавт. были установлены

демографические и хирургические переменные, связанные с большим риском развития ВТЭО, которые включили: возраст от 16 до 18 лет в сравнении с возрастом от 11 до 15 лет ($p = 0,002$), классы III и V в сравнении с классами I и II по классификации Американского общества анестезиологов (ASA) ($p = 0,003$), переливание крови ($p < 0,001$), артротомию ($p < 0,001$) и перелом бедренной кости ($p < 0,001$). Независимые факторы риска ВТЭО также включили повторную операцию ($p < 0,001$) и повторную госпитализацию ($p < 0,001$). Полученные результаты позволили авторам исследования поднять вопрос о необходимости профилактики ВТЭО для отдельных категорий ортопедических пациентов [14].

В исследовании, целью которого явилось выяснение факторов риска развития ВТЭО в группах детей с ортопедическими и неортопедическими заболеваниями, установлено, что таковыми при ортопедической патологии были хирургическое вмешательство и травма, в то время как при неортопедической патологии ими являлись наличие периферического венозного катетера, центрального венозного катетера и онкологическое заболевание. Важным наблюдением, подчеркнутым авторами, явилось то обстоятельство, что в обеих группах пациентов наблюдалась высокая доля детей с анамнезом нарушения свертываемости крови или семейным анамнезом ВТЭО [15].

В систематическом обзоре, включившем объединенный анализ почти 1 млн детей, перенесших ортопедические вмешательства, выделены факторы риска развития ВТЭО, которые включили: возраст, пол, индекс массы тела (ИМТ), использование центрального венозного катетера и тип операции. Авторы обзора подчеркнули, что особенно важно учитывать травматическую этиологию заболевания, поскольку частота развития ВТЭО в этой подгруппе в три раза выше в сравнении с плановыми ортопедическими операциями. Также авторы отметили, что подростки могут иметь больший риск ВТЭО после перенесенных ортопедических операций и, следовательно, профилактические мероприятия следует рассматривать именно в этой возрастной популяции [9].

Как сообщает K. Radhуe с соавт., независимыми факторами риска развития ВТЭО при операциях на позвоночнике явились: задний спондилодез на протяжении 13 и более сегментов позвоночника и продолжительность хирургического вмешательства [6]. В исследовании В.М. Nauser с соавт. Показано, что при травме позвоночника вовлечение более чем одного уровня повреждения было предиктором ВТЭО. Также в значительной степени развитие ВТЭО у этой категории пациентов было связано с повреждением спинного мозга на любом уровне позвоночника. У пациентов с ВТЭО чаще наблюдались черепно-мозговые травмы, эпидуральные гематомы, сопутствующие травмы живота и/или нижних конечностей и лишний вес. Пациенты с ВТЭО оставались в стационаре в среднем на 19 дней дольше, чем пациенты без ВТЭО [23]. В. J. Shore с соавт. Сообщают, что у каждого второго случая развития

ВТЭО после ортопедических вмешательств до операции имело место зарегистрированное нарушение коагуляции [19].

Инфекционные агенты и бактериальные токсины могут инициировать необратимые воспалительные процессы, которые оказывают многосистемное воздействие. Это подчеркивает важность понимания молекулярных механизмов, лежащих в основе воспалительных процессов и их влияния на различные органы и системы, в частности систему гемостаза. В ряде исследований, включивших пациентов с инфекциями опорно-двигательного аппарата, показано, что наиболее значимо увеличивают риск развития ВТЭО инфекции, вызванные метициллин-резистентным золотистым стафилококком (MRSA) [24, 27].

Ряд факторов риска ВТЭО и подгрупп детей с высоким риском были выявлены в ходе недавних исследований. Так, к ортопедическим хирургическим факторам риска отнесены сложные и длительные операции на позвоночнике и бедре и операции, которые приводят к ограниченной подвижности [28]. Наиболее часто признаваемыми факторами риска ВТЭО, указанными хирургами-ортопедами Северной Америки, были использование оральных контрацептивов, положительный семейный анамнез и ожирение [29].

Неспровоцированные ВТЭО у детей встречаются редко, частота их развития составляет от 4 до 10 % [4]. Есть сведения, что семейный тромботический анамнез в два раза увеличивает риск развития ВТЭО у пациентов с ортопедической патологией [13]. Основным эндогенным фактором риска, вызывающим нарушения в механизмах гомеостаза и свертываемости крови, являются различные генетические мутации, передающимися по наследству. Среди них у детей наиболее часто диагностируют тромбофилии, обусловленные дефицитом антитромбина III, протеинов C и S, а также мутации аллеля G20210A в гене протромбина и мутацией гена V фактора. Тромбоз в этих случаях чаще возникает на фоне других имеющихся факторов риска [30, 31].

В связи с этим особую важность имеет анализ семейного анамнеза, где наличие случаев тромбофилии может быть ключевым индикатором для разработки стратегии профилактики и управления этим состоянием у конкретного пациента [27, 32, 33]. Однако текущей рекомендацией, которой придерживается большинство представителей научных сообществ, является отказ от тестирования в абсолютном большинстве случаев. При этом отмечается, что проведение скрининга на тромбофилию требует целевого пациента с абсолютными показаниями, когда результаты тестирования могут иметь жизненно важное значение [32].

Отношение к тромбопрофилактике

Известны особенности системы гемостаза у детей, специфичные как для определенного возраста, так и имеющегося основного и сопутствующего заболеваний. Это обстоятельство, а также возможное развитие послеоперационных гиперкоагуляционных нарушений,

определяют необходимость применения обоснованных схем тромбопрофилактики или лечения при констатации факта уже развившегося осложнения [34, 35]. Анализ научных источников показал, что установленных четких рекомендаций в формате национальных стандартов скрининга ВТЭО или схем тромбопрофилактики, разработанных для отдельных нозологических форм у детей, не существует.

В представленном обзоре показано, что существует множество факторов риска развития ВТЭО у детей с ортопедической патологией. Также показано, что текущей рекомендацией для назначения профилактических мероприятий является наличие четырех факторов риска [6, 34]. По мнению большинства исследователей, тромбопрофилактика не должна применяться систематически, даже у подростков. Основой тромбопрофилактики в абсолютном большинстве случаев должны являться правильная гидратация и максимально ранняя активизация пациентов [21, 22]. Назначение антикоагулянтов показано только после тщательного анализа наличия факторов риска и оценки текущего ортопедического состояния, связанного с риском послеоперационных кровотечений [36, 37]. В случаях развития ВТЭО и отсутствия противопоказаний к проведению химиотерапии, а также при нахождении пациента в группе высокого риска, низкомолекулярные гепарины являются наиболее часто используемыми у детей препаратами, характеризующаясь хорошей переносимостью и эффективностью [5, 12, 19].

Заключение

Учитывая доказательства реального риска развития ВТЭО при осуществлении плановых ортопедических хирургических вмешательств у детей и подростков, а также то обстоятельство, что подобные операции входят в число наиболее распространенных видов хирургической помощи, значимым для снижения общей заболеваемости и смертности является выявление тех категорий пациентов, которые находятся в группе наибольшего риска, что требует проведения дальнейших исследований с целью четкого определения инструментов стратификации риска, а также разработки и внедрения общепризнанных протоколов эффективной и безопасной тромбопрофилактики, специфичных как для детского возраста, так и характера патологии.

Список литературы

1. Zhou J., Zhu Y., Liu Y., Zhan H., Niu P., Chen H., Zhang J. Proportion and risk factors for hospital-acquired venous thromboembolism in children: a systematic review and meta-analysis of data from 20 million individuals in 22 countries // Res Pract Thromb Haemost. 2024. Vol. 8, Is. 6. P. 102541. DOI: 10.1016/j.rpth.2024.102541.

2. Tongta S., Angsnuntsukh C., Saisongcroh T., Woratanarat T., Tangsopa Y., Woratanarat P. Deep vein thrombosis screening in pediatric orthopedic patients // *Front Surg*. 2023. Vol. 10. P. 1041578. DOI: 10.3389/fsurg.2023.1041578.
3. Панченко Е.П., Балахонова Т.В., Данилов Н.М., Комаров А.Л., Кропачева Е.С., Саидова М.А., Шахматова О.О., Явелов И.С. Диагностика и лечение тромбоемболии легочной артерии: клинические рекомендации для практических врачей Евразийской ассоциации кардиологов // *Евразийский кардиологический журнал*. 2021. Т. 1. С. 44–77. DOI: 10.38109/2225-1685-2021-1-6-43.
4. Whitworth H., Clark H.H., Hubbard R.A., Witmer C., Leonard C.E., Raffini L. High rate of recurrent venous thromboembolism in children and adolescents with unprovoked venous thromboembolism // *J Thromb Haemost*. 2023. Vol. 21, Is. 1. P. 47–56. DOI: 10.1016/j.jth.2022.11.031.
5. Odent T., de Courtivron B., Gruel Y. Thrombotic risk in children undergoing orthopedic surgery // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2020. Vol. 106, Is. 1. P. 109–114. DOI: 10.1016/j.otsr.2019.05.026.
6. 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. Vol. 37. P. 109–118. DOI: 10.1080/08880018.2019.1695030.
7. Öncül Y., Akyay A., Özgen Ü. Thromboembolism in Children // *Indian J Pediatr*. 2024. Vol. 91, Is. 7. P. 696–701. DOI: 10.1007/s12098-023-04539.
8. Nguyen H.B., Sanborn R.M., Cook D., Shore B.J., Baldwin K.D., Beebe A.C., Copley L.A., Denning J.R., Goldstein R.Y., Heyworth B.E., Hill J.F., Johnson M.E., Laine J.C., Larson J.E., Li G.Y., May C.J., Miller M.L., Moore-Lotridge S.N., Murphy J.S., Ramalingam W., Riccio A.I., Rosenfeld S.B., Sanders J., Schoenecker J.G., Spence D.D., Truong W.H., Upasani V.V. Descriptive Epidemiology of Venous Thromboembolism in Pediatric Orthopedic Patients: A National, Multicenter Study // *JB JS Open Access*. 2025. Vol. 10, Is. 1. P. e24.00143. DOI: 10.2106/JBJS.OA.24.00143.
9. Mulpuri N., Sanborn R.M., Pradhan P., Miller P.E., Canizares M.F., Shore B.J. Pediatric Orthopaedic Venous Thromboembolism: A Systematic Review Investigating Incidence, Risk Factors, and Outcome // *JB JS Open Access*. 2024. Vol. 9, Is. 1. P. e23.00107. DOI: 10.2106/JBJS.OA.23.00107.
10. He Y., Liu S., Su Y. Risk factors of deep vein thrombosis in children with osteomyelitis // *Ann Med*. 2023. Vol. 55, Is. 2. P. 2249011. DOI: 10.1080/07853890.2023.2249011.

11. Sharathkumar A.A., 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. Vol. 18. P. 1100–1111. DOI: 10.1111/jth.14739.
12. Цыганков А.Е., Александрович Ю.С., Лекманов А.У., Афуков И.И., Горохов Д.В., Костомарова Е.А. Профилактика тромботических осложнений у детей в критическом состоянии // *Анестезиология и реаниматология.* 2023. Т. 2. С. 84–92. DOI: 10.17116/anaesthesiology202302184.
13. Boulet M., Langlais T., Pelet S., Belzile E., Caroline Forsythe C. Incidence of venous thromboembolism in pediatric orthopedics: A systematic review // *Orthop Traumatol Surg Res.* 2025. Vol. 111, Is. 3. P. 103830. DOI: 10.1016/j.otsr.2024.103830.
14. Mets E.J., Pathak N., Galivanche A.R., McLynn R.P., Frumberg D.B., Grauer J.N. Risk Factors for Venous Thromboembolism in Children Undergoing Orthopedic Surgery // *Orthopedics.* 2022. Vol. 45, Is. 1. P. 31–37. DOI: 10.3928/01477447-20211124-06.
15. Samineni A.V., Sanborn R., Shea J., Cook D., May C.J., Heyworth B.E., Shore B.J. Pediatric Venous Thromboembolism: Different Rates of Incidence, Anatomic Locations, and Risk Factors Between Orthopaedic and Nonorthopaedic Related Patients // *J. Pediatr Orthop.* 2021. Vol. 41, Is. 6. P. 379–384. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001810.
16. Mittal M.M., Acevedo K.V., Lee T.M., Singh A., Hosseinzadeh P. Assessing Venous Thromboembolism Risk in Hip Arthroscopy: A Propensity-matched Comparison of Adolescents and Adults // *J. Pediatr Orthop.* 2025. Apr 16. DOI: 10.1097/BPO.0000000000002987. Online ahead of print.
17. Allahabadi S., Faust M., Swarup I. Venous Thromboembolism After Pelvic Osteotomy in Adolescent Patients: A Database Study Characterizing Rates and Current Practices // *J. Pediatr Orthop.* 2021. Vol. 41, Is. 5. P. 306–311. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001798.
18. Olinger C.R., Gardocki R.J. 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. Vol. 51. P. 423–425. DOI: 10.1016/j.ocl.2020.02.006.
19. Shore B.J., Hall M., Matheney T.H., Snyder B., Trenor C.C. 3rd., Berry J.G. Incidence of Pediatric Venous Thromboembolism After Elective Spine and Lower-Extremity Surgery in Children With Neuromuscular Complex Chronic Conditions: Do we Need Prophylaxis? // *J. Pediatr Orthop.* 2020. Vol. 40, Is. 5. P. e375-e379. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001483.
20. Лебедева М.Н., Иванова А.А. Венозные тромбоэмболические осложнения в хирургии сколиоза: Обзор литературы // *Хирургия позвоночника.* 2025. Т. 22 (1). С. 34–41. DOI: 10.14531/ss2025.1.34-41.

21. Erkilinc M., Clarke A., Poe-Kochert C., Thompson G.H., Hardesty C.K., O'Malley N., Mistovich R.J. Is There Value in Venous Thromboembolism Chemoprophylaxis After Pediatric Scoliosis Surgery? A 28-Year Single Center Study // *J Pediatr Orthop*. 2021. Vol. 41, Is. 3. P. 138–142. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001746.
22. Rudic T.N., Moran T.E., Kamalpathy P.N., Werner B.C., Bachmann K.R. Venous Thromboembolic Events are Exceedingly Rare in Spinal Fusion for Adolescent Idiopathic Scoliosis // *Clin Spine Surg*. 2023. Vol. 36, Is. 1. P. E35–E39. DOI: 10.1097/BSD.0000000000001353.
23. Hauser B.M., Hoffman S.E., Gupta S., Zaki M.M., Xu E., Chua M., Bernstock J.D., Khawaja A., Smith T.R., Proctor M.R., Zaidi H.A. Association of venous thromboembolism following pediatric traumatic spinal injuries with injury severity and longer hospital stays // *J Neurosurg Spine*. 2022. Vol. 36. P. 153–159. DOI: 10.3171/2021.3.SPINE201981.
24. Purtell S.R., Thornhill D., Loi M., Lockwood J., Kim J.S., MacBrayne C.E., DeVine M.N., Sanders J., Searns J. Risk factors for venous thromboembolic events in children with acute musculoskeletal infections // *J Pediatr Orthop*. 2023. Vol. 43. P. 400–406. DOI: 10.1097/BPO.0000000000002398.
25. Mets E.J., McLynn R.P., Grauer J.N. Venous thromboembolism in children undergoing surgery: incidence, risk factors and related adverse events // *World J Pediatr Surg*. 2020. Vol. 3, Is. 1. P. e000084. DOI: 10.1136/wjps-2019-000084.
26. Nogaro M.C., Abram S.G.F., Alvand A., Bottomley N., Jackson W.F.M., Price A. Paediatric and adolescent anterior cruciate ligament reconstruction surgery // *Bone Joint J*. 2020. Vol. 102-B, Is. 2. P. 239–245. DOI: 10.1302/0301-620X.102B2.BJJ-2019-0420.R2.
27. Lassandro G., Palmieri V.V., Palladino V., Amoruso A., Faienza M.F., Giordano P. Venous Thromboembolism in Children: From Diagnosis to Management // *Int. J. Environ Res Public Health*. 2020. Vol. 17, Is. 14. P. 4993. DOI: 10.3390/ijerph17144993.
28. MacNevin W., Padhye K., Alkhalife Y., Price V., El-Hawary R., Branchford B.R., Stevens S., Kulkarni K. Optimizing pharmacologic thromboprophylaxis use in pediatric orthopedic surgical patients through implementation of a perioperative venous thromboembolism risk screening tool // *Pediatr Blood Cancer*. 2021. Vol. 68. P. e28803. DOI: 10.1002/pbc.28803.
29. Murphy R.F., Williams D., Hogue G.D., Spence D.D., Epps H., Chambers H.G., Shore B.J. Prophylaxis for Pediatric Venous Thromboembolism: Current Status and Changes Across Pediatric Orthopaedic Society of North America From 2011 // *J. Am Acad Orthop Surg*. 2020. Vol. 28, Is. 9. P. 388–394. DOI: 10.5435/JAAOS-D-19-00578.
30. Гордеева О.Б., Карасева М.С., Лаврецкий Д.Е., Бабайкина М.А., Вашакмадзе Н.Д., Солошенко М.А., Ревуненков Г.В., Абашидзе Э.А., Егорова М.В. Мультипрофессиональный

подход к диагностике нарушений в системе коагуляции у детей с различной патологией // Лечащий врач. 2022. Т. 25 (12). С. 59–66. DOI: 10.51793/OS.2022.25.12.010.

31. Белоусова Т.В., Лоскутова С.А., Затолокина А.О., Плюшкин В.А. Тромбоэмболия легочной артерии в практике педиатра на примере клинического случая // Педиатрия. Consilium Medicum. 2022. Т. 3. С. 239–243. DOI: 10.26442/26586630.2022.3.201811.

32. Colucci G., Dimitrios A., Tsakiris D.A. Thrombophilia screening revisited: an issue of personalized medicine // J. Thromb Thrombolysis. 2020. Vol. 49, Is. 4. P. 618–629. DOI: 10.1007/s11239-020-02090-y.

33. Яфошкина Т.Ю., Федорова Д.В., Полетаев А.В., Серегина Е.А., Жарков П.А. Тромбофилии у детей с венозными тромбозами // Российский журнал детской гематологии и онкологии. 2022. Т. 9 (3). С. 75–82. DOI: 10.21682/2311-1267-2022-9-3-75-82.

34. Голых Л.С., Дорохов Н.А. Изменения гемостаза на фоне дисплазии соединительной ткани у детей // Scientist. 2022. Т. 19 (1). С. 54–56.

35. Гомелля М.В., Миронова А.В., Крупская Т.С., Татарина А.В. Особенности цитокинового статуса и нарушения гемостаза у детей с ювенильным идиопатическим артритом (обзор литературы) // Acta biomedica scientifica. 2024. Т. 9 (5). С. 211–220. DOI: 10.29413/ABS.2024-9.5.23.

36. Curwin J., MacNevin W., El-Hawary R., Kulkarni K. Venous Thromboembolism Prophylaxis Use by Pediatric Orthopedic Surgeons in Canada for the Pediatric Orthopedic Surgical Population // Cureus. 2022. Vol. 14, Is. 10. P. e29933. DOI: 10.7759/cureus.29933.

37. 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. Vol. 24, Is. 1. P. 939. DOI: 10.1186/s12891-023-06902-z.