

# ВЕНОЗНЫЕ ТРОМБОЭМБОЛИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ТРАВМАМИ

## VENOUS THROMBOEMBOLIC COMPLICATIONS IN TRAUMA PATIENTS

**Агаларян А.Х.** **Agalaryan A.Kh.**  
**Агаджанян В.В.** **Agadzhanyan V.V.**  
**Штофин С.Г.** **Shtofin S.G.**  
**Гончаров Р.С.** **Goncharov R.S.**

ООО "Медицинский центр "Мегаполис",  
г. Кемерово, Россия, LLC "Medical Center "Megapolis",  
Kemerovo, Russia,

ФГБОУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Novosibirsk Research Institute  
of Traumatology and Orthopedics  
n.a. Ya.L. Tsivyan,

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения  
Российской Федерации, Novosibirsk State Medical University,

г. Новосибирск, Россия, Novosibirsk, Russia,

ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары»,  
г. Ленинск-Кузнецкий, Россия, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection  
named after The Holy Great Martyr Barbara,

г. Ленинск-Кузнецкий, Россия, Leninsk-Kuznetsky, Russia

**Цель обзора** — систематизировать имеющиеся литературные данные о причинах развития, методах диагностики и профилактики венозных тромбозных осложнений (ВТЭО) у пациентов с травмами.

**Материалы и методы.** Проведен анализ систематических обзоров о диагностике, лечении и профилактике развития ВТЭО при травматических повреждениях с использованием наукометрических баз данных Scopus, РИНЦ, PubMed, MedLine за 2019–2024 гг.

**Заключение.** Пациенты с травмой подвержены повышенному риску формирования ВТЭО, которые включают в себя тромбоз глубоких вен (ТГВ) и тромбоз легочной артерии (ТЭЛА), что обуславливает высокий уровень смертности. Основными факторами риска являются пожилой возраст, переломы костей таза и длинных трубчатых костей, переломы позвоночника, черепно-мозговые травмы, длительная иммобилизация, коморбидность и задержка профилактического лечения. Эффективность компрессионных мер профилактики повышается с применением фармакологических средств и ранней активизации пациента после операций.

Всем больным с ТГВ и/или ТЭЛА при отсутствии противопоказаний рекомендуется проведение антикоагулянтной терапии и механическая профилактика ВТЭО.

**Ключевые слова:** венозные тромбозные осложнения; тромбоз глубоких вен; тромбоз легочной артерии; травматические повреждения

**Objective** — to systematize the available literature data on the causes of development, methods of diagnosis and prevention of venous thromboembolic complications (VTEC) in patients with injuries.

**Materials and methods.** An analysis of systematic reviews on the diagnosis, treatment and prevention of the development of VTEC in traumatic injuries was conducted using the scientometric databases Scopus, RSCI, PubMed, MedLine for 2019–2024.

**Conclusion.** Patients with trauma are at increased risk of developing VTEC, which includes deep vein thrombosis (DVT) and pulmonary embolism (PE), which causes high mortality. The main risk factors are old age, pelvic and long bone fractures, spinal fractures, traumatic brain injury, prolonged immobilization, comorbidity and delayed preventive treatment. The effectiveness of compression preventive measures is increased by the use of pharmacological agents and early patient mobilization after surgery.

All patients with DVT and/or PE, in the absence of contraindications, are recommended to undergo anticoagulant therapy and mechanical prevention of VTEC.

**Keywords:** venous thromboembolic complications; deep vein thrombosis; pulmonary embolism; traumatic injuries

Венозные тромбозные осложнения (ВТЭ), объединяющие тромбоз глубоких вен (ТГВ) и тромбоз легочной артерии (ТЭЛА) [1–3], относятся к числу наиболее распространенных причин заболеваемости и смертности, в связи с чем представляют собой одну из акту-

альнейших медицинских проблем, затрагивающих практическую деятельность врачей различных специальностей [4].

В современном обществе травма продолжает являться одной из главных причин госпитализации, инвалидизации и смертности [5].

По всему миру ежегодно в результате травм умирает около 5 млн человек [6]. Полиорганная недостаточность, нарушение центральной нервной системы и венозные тромбозные осложнения (ВТЭО) являются основными причинами смерти для пациентов,



**Для цитирования:** Агаларян А.Х., Агаджанян В.В., Штофин С.Г., Гончаров Р.С. ВЕНОЗНЫЕ ТРОМБОЭМБОЛИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ТРАВМАМИ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2025. № 1. С. 51-58.

**Режим доступа:** <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/584>

**DOI:** 10.24412/1819-1495-2025-1-51-58

выживающих после первых суток с получения травмы [6]. Причем сама по себе травма служит триггером гиперкоагуляционных состояний [7]. Пациенты с травмой подвержены повышенному риску формирования ВТЭО, которые включают в себя ТГВ и ТЭЛА. В хирургических и травматологических стационарах ВТЭО — самая распространенная предотвратимая причина внутрибольничной смертности [8].

Многочисленные исследования показали, что уровень заболеваемости ТГВ у пациентов с травмами без профилактики варьирует от 5 до 80 % [9]. К существенному повышению частоты ВТЭО приводят переломы крупных костных структур (костей таза, бедра, голени, позвоночника), сопровождаемые высокой шокогенностью травмы в связи с увеличением кровопотери, ограничение мобильности больного за счет снижения уровня сознания, лечебной и/или лечебно-транспортной иммобилизации. Кроме этого переломы костей сопровождаются непосредственным повреждением глубоких вен нижних конечностей с формированием флеботромбозов [10, 11]. Таким образом, тяжелая сочетанная травма, сопровождаемая переломом костей конечностей, таза, запускает порочный гиперкоагуляционный круг, в результате чего риск летальных ВТЭ возрастает на порядок.

Частота развития ВТЭО среди всех категорий пострадавших во время войны США в Ираке в 2001–2011 гг. составила 2,2 %, из них у 1,8 % раненых был диагностирован ТГВ, у 0,8 % — ТЭЛА, у 0,4 % — ТГВ и ТЭЛА, в то время как частота ВТЭО при ампутациях нижних конечностей достигала 17 % [12]. ВТЭО во время войны США в Афганистане в 2009–2011 гг. были диагностированы у 28 % раненых с ампутациями конечностей [13], частота развития ТЭЛА при боевых повреждениях конечностей и ампутациях варьировала от 5,7 до 9,3 % [14–16].

ВТЭО являются одной из ведущих причин фатальных исходов среди пациентов сердечно-сосудистого профиля. ТЭЛА как причина летального исхода занимает тре-

тье место в структуре смертности сердечно-сосудистых заболеваний [17–19]. Это осложнение ежегодно является причиной смерти около 3 млн пациентов по всему миру [18, 20]. Согласно нескольким исследованиям, в Европейских странах летальность от ВТЭО составляет более 370 тыс. человек. Кроме того, до 14 % пациентов с проксимальным тромбозом и до 17,5 % с ТЭЛА погибают в течение 3 месяцев от первого эпизода тромбоза [18, 20].

Ежегодно число смертей по причине ВТЭО превышает количество погибших от рака молочной железы, ВИЧ-инфекции и автомобильных катастроф в совокупности, что в структуре общих причин смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в мире ставит данную патологию на третье место после инфарктов миокарда и инсультов [21–23]. Заболеваемость ВТЭО в общей популяции также довольно высока и составляет 1–2 случая на 1000 человек в год [3, 24, 25]. Смертность в первый месяц после эпизода тромбоза достигает 25 % [25].

Анализ структуры летальности ТЭЛА демонстрирует следующие результаты: это заболевание является причиной смерти у 15 % стационарных больных, 5 % пациентов общей хирургии, 23,7 % больных в травматологии и ортопедии, 2,8–9,2 % в акушерстве, а частота прижизненной диагностики ТЭЛА составляет не более 30 % [17, 26].

#### **Основные причины развития венозных тромбозов и тромбоэмболических осложнений у пациентов с травмами**

Выделяют несколько основных факторов риска возникновения тромбозов и тромбоэмболических осложнений при травме: пожилой возраст, переломы костей таза и длинных трубчатых костей, переломы позвоночника, черепно-мозговые травмы, длительная иммобилизация, задержка профилактического лечения [27]. Кроме известных факторов риска, отмечается влияние коморбидности как причины увеличения развития ВТЭО при травме. Так, у пациентов с повышенным артериальным давлением, врожденной коагулопатией, онкологическим процессом, варикозной болезнью достоверно

чаще развиваются тромботические венозные осложнения [28].

В качестве прогностических критериев ВТЭО у пациентов с травмой сегодня выделяют длительность кровотечения, уровень D-димера, активированное частичное тромбопластиновое время, показатель лимфоцитарно-тромбоцитарной адгезии, интерлейкин-2, полиморфизм генов, регулирующих влияние интерлейкинов IL-2 и IL-10 на тромбообразование [29, 30]. В одних исследованиях лабораторные признаки гиперкоагуляции не были связаны с частотой ВТЭО при травме [31]. По другим данным, показатели гиперкоагуляции при тромбоэластографии выявлены у травмированных с двукратным увеличением частоты острых флеботромбозов нижних конечностей [32]. Метаболический ацидоз (pH < 7,2) и гипотермия (< 35 °С) также индуцируют и усиливают коагулопатию. Массивная гемотрансфузия, часто выполняемая при политравме и тяжелых ранениях, — еще один фактор, способствующий нарушениям в системе свертывания крови в сторону гиперкоагуляции. Это происходит по причине резкого повышения концентрации плазменных и клеточных факторов свертывания в кровотоке. Переливание трех и более доз эритроцитарной массы в первые сутки после травмы — важный предиктор ВТЭО [33].

ТЭЛА является второй по частоте причиной летальных исходов у пострадавших с тяжелой травмой [34].

Особенности патогенеза боевых повреждений позволяют отнести раненых к группе высокого риска развития ТГВ и ТЭЛА. При этом инициированная травмой гиперкоагуляция, массивные повреждения конечностей, длительная иммобилизация и авиаэвакуация на этапах оказания медицинской помощи считаются наиболее значимыми факторами риска развития ВТЭО у раненых [35].

Основным источником образования эмболюопасных тромботических масс, несомненно, является система нижней полой вены. Патогенезом образования тромботических сгустков является триада

Вирхова, представленная стазом крови, гиперкоагуляцией и повреждением эндотелия венозной стенки [18, 36, 37]. Наиболее значимые факторы риска ВТЭО — крупные ортопедические операции (тотальное эндопротезирование коленного и тазобедренного суставов), нейрохирургические вмешательства, беременность, а также длительная иммобилизация пациентов травматологического профиля, которые продемонстрированы в серии рандомизированных исследований [17, 18, 38].

### Диагностика венозных тромбозных осложнений у пациентов с травмами

Несмотря на большой интерес и развитие обсуждения данной проблемы в научном сообществе, диагностика ВТЭ остается достаточно сложным вопросом для врачей [3]. Отсутствие диагностики или ее некачественное выполнение и дальнейшее отсутствие терапии приводят к смерти у 25 % пациентов. В то же время применение антикоагулянтов является не менее проблематичным в связи с тем, что зачастую пациентам приходится принимать препараты пожизненно, и это может приводить к неблагоприятным последствиям, в числе которых риски кровотечения (до 3 %) и связанные с ними летальные исходы (до 10 %) [3].

Решающее значение в постановке диагноза ВТЭ имеют стратегии с высокой диагностической достоверностью, основанные на передовых методах визуализации и надежных алгоритмах диагностики, которые обеспечивают высокую чувствительность и специфичность [3, 39].

При подозрении на ТГВ нижних конечностей относительно доступным и недорогим методом является компрессионное дуплексное ультразвуковое сканирование [40]. На сегодняшний день в мире не существует высокочувствительных и специфичных тестов, которые могли бы быть использованы в качестве скрининга в группе риска по тромбозам [3]. Для исключения гипердиагностики и ошибок в ведении пациента, реализации персонализированного подхода

важная роль отводится претестовой оценке [39–41]. Для прогнозирования тромбозных осложнений используются разные инструменты, одним из которых является претестовая шкальная оценка, которую затем дополняют анализом на D-димер, показывающий качественную и/или количественную оценку продолжающегося фибринолиза. При отрицательном результате теста в сочетании с низким или средним претестовым риском развития ВТЭ клиническая оценка исключает диагноз венозного тромбоза с 99%-ной отрицательной прогностической ценностью [40]. В этой связи анализ на D-димер является первой линией тестирования для пациентов с низким и/или умеренным риском для исключения последующей антикоагулянтной терапии и тем самым для снижения вероятности кровотечения [40].

При обследовании пациентов с подозрением на острый венозный тромбоз и/или ТЭЛА у всех больных рекомендуется активное уточнение жалоб, которые могут свидетельствовать о наличии тромботического поражения вен и легочной артерии, и тщательный сбор анамнеза для выявления в том числе малосимптомных форм венозного тромбоза и тромбоза дистальных ветвей легочных артерий [42–44].

Всем пациентам с подозрением на ВТЭО следует выполнить физикальное обследование для исключения других причин клинической симптоматики [45–48].

Больным с клиническими признаками, позволяющими заподозрить ТГВ и/или ТЭЛА, при отсутствии возможности выполнить в ближайшие часы компрессионное ультразвуковое ангиосканирование (УЗАС) рекомендуется определить уровень D-димера [49, 50].

Всем пациентам с подозрением на тромбоз поверхностных, глубоких вен нижних конечностей и/или ТЭЛА показано выполнение ультразвукового компрессионного дуплексного ангиосканирования вен нижних конечностей и таза с целью уточнения диагноза и определения дальнейшей тактики лечения [51–57].

### Лечение и профилактика венозных тромбозных осложнений у пациентов с травмами

Пациентам, которым профилактические мероприятия не выполнялись в полном объеме или у которых имеется особенно высокий риск развития ВТЭО, рекомендуется выполнение УЗАС перед началом активизации для выявления бессимптомных ТГВ [19, 58–60].

Всем больным с ТГВ и/или ТЭЛА предлагается проведение антикоагулянтной терапии (при отсутствии противопоказаний) терапевтическими дозами нефракционированного гепарина, низкомолекулярных гепаринов (НМГ), фондапаринукса натрия, прямых оральных антикоагулянтов и антагонистами витамина К [61–64].

В острой фазе ВТЭ лечение должно быть направлено на быстрое начало антикоагуляции. Как правило, применяются полные дозы. Для пациентов с противопоказаниями к применению антикоагулянтов как один из вариантов применимы фильтры нижней полой вены [65, 66], хотя безопасность и эффективность метода остаются дискуссионными [65]. В острой фазе развития тромбоза начальная терапия может включать парентеральную антикоагуляцию или DOAC (ривароксабан). Для пациентов, уже получающих варфарин, низкомолекулярный гепарин или фондапаринукс, предпочтительнее применение нефракционированных гепаринов [40].

Единственным препаратом, который в настоящее время включен в целый ряд национальных рекомендаций по профилактике ВТЭО после планового эндопротезирования тазобедренных суставов или эндопротезирования коленных суставов у пациентов без дополнительных факторов риска развития тромбозов, является ацетилсалициловая кислота [67–70].

Всем пациентам с повреждением и/или травмой опорно-двигательного аппарата при умеренном или высоком риске развития ВТЭО рекомендуется проводить профилактику медикаментозными (фармакологическими) методами, как правило, до восстановления обычной или ожидаемой двигательной активно-

сти больного [67–70]. Пациентам с умеренным или высоким риском развития ВТЭО, которым противопоказана любая фармакологическая профилактика или которые отказываются от назначения лекарственных препаратов, рекомендуется назначение механических видов профилактики [18, 68, 70–72].

В практической деятельности принято выделять механическую и фармацевтическую профилактику [73, 74]. Наиболее известным примером механической профилактики является компрессионное воздействие с помощью подобранных по размеру специальных чулок, колгот, использование прерывистых пневматических компрессорных устройств [74, 75]. Эффективность компрессионных мер профилактики повышается с применением фармакологических средств и действующих рекомендаций [74] и ранней активизации пациента после операций и других состояний, требовавших неподвижности в течение определенного промежутка времени [75].

Подходы к медикаментозной профилактике сильно различаются в зависимости от фактора риска. Так, мультицентровое исследование влияния различных препаратов с антикоагулянтными свойствами на частоту развития ТГВ после обширных хирургических вмешательств (2019) продемонстрировало более низкую частоту ТГВ, ТЭЛА и венозной тромбоземболии при приеме аспирина по сравнению с варфарином и низкомолекулярными гепаринами [76]. Более того, при анализе сопоставимых рисков, указанные препараты (варфарин, НМГ) продемонстрировали повышенные шансы развития ВТЭО и в группе наблюдения, и у пациентов с высоким риском, перенесших тотальную артропластику колена, по сравнению с аспирином [76].

Европейские рекомендации по профилактике периоперационной

венозной тромбоземболии для пациентов с ожирением не дают конкретных клинических рекомендаций в связи с разрозненностью дизайна проведенных в мире исследований у пациентов подобного рода [77]. В то же время авторы считают, что введение низкомолекулярных гепаринов в повышенных дозах может быть рекомендовано пациентам с индексом массы тела более 40 кг/м<sup>2</sup> [77, 78].

В настоящее время не существует единых клинических рекомендаций с доказательной эффективностью фармакологических и механических вмешательств с целью профилактики ВТЭО у пациентов с травмой [79].

Актуальность профилактики ВТЭО у раненых и пострадавших определяется частотой развития острого флеботромбоза нижних конечностей при минно-взрывных ранениях и минно-взрывных травмах, составляющего при сочетанных ранениях и травмах конечностей от 42 до 75 % [80]. Вероятность возникновения флеботромбоза конечностей резко возрастает до 52,9 % случаев при увеличении тяжести травмы в среднем до 23–30 баллов по шкале ISS [81]. При этом у 10,1 % пострадавших и раненых с ISS > 17 баллов флеботромбоз локализуется в проксимальных отделах конечностей, имеет флотацию, что приводит к повышению эмбологенности. ТЭЛА в таких случаях развивается в 13 % случаев, она также является непосредственной причиной смерти в структуре летальности пострадавших с тяжелой сочетанной травмой в 18,8 % случаев [81].

Современные клинические рекомендации по профилактике ВТЭО позволяют уменьшить количество флеботромбозов и ТЭЛА у хирургических пациентов с высоким риском их развития на 40–60 %. Однако все существующие в настоя-

щее время протоколы профилактики ВТЭО признаются недостаточно эффективными при наличии трех и более факторов риска развития ВТЭО у пациентов с хирургической патологией [82].

Отсутствие профилактики ТЭО у пациентов ортопедического профиля сопряжено с высоким риском тромботических осложнений, достигающих, по данным различных авторов, 85 % [19, 83, 84]. Кроме того, все пациенты, когда-либо перенесшие флеботромбоз, имеют высокий риск повторных венозных ТЭО, которые достигают 30 % в течение последующих 30 лет [17, 18, 85, 86].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пациенты с травмой подвержены повышенному риску формирования ВТЭО, которые включают в себя ТГВ и ТЭЛА, что обуславливает высокий уровень смертности. Основными факторами риска являются пожилой возраст, переломы костей таза и длинных трубчатых костей, переломы позвоночника, черепно-мозговые травмы, длительная иммобилизация, коморбидность и задержка профилактического лечения. Эффективность компрессионных мер профилактики повышается с применением фармакологических средств и ранней активизации пациента после операций.

Всем больным с ТГВ и/или ТЭЛА при отсутствии противопоказаний рекомендуется проведение антикоагулянтной терапии и механическая профилактика ВТЭО.

## Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Boddi M, Peris A. Deep vein thrombosis in intensive care. *Adv Exp Med Biol.* 2017;906:167-181.
2. Hillis C, Crowther MA. Acute phase treatment of VTE: Anticoagulation, including non-vitamin K antagonist oral anticoagulants. *Thromb Haemost.* 2015;113(6):1193-1202.
3. Le Gal G, Righini M, Wells PS. Scoring systems for diagnosis of acute venous thromboembolism. *Semin Thromb Hemost.* 2017;43(5):479-485.
4. Albertsen IE, Goldhaber SZ, Piazza G, Overvad TF, Nielsen PB, Larsen TB, et al. Predictors of not initiating anticoagulation after incident venous thromboembolism: a Danish nationwide cohort study. *Am J Med.* 2020 Apr;133(4):463-472.e5.
5. Modarres SR, Shokrollahi MH, Yaserian M, Rahimi M, Amani N, Manouchehri AA. Epidemiological characteristics of fatal traumatic accidents in Babol, Iran: a hospital-based survey. *Bull Emerg Trauma.* 2014;2(4):146-150.

6. Barrera LM, Perel P, Ker K, Cirocchi R, Farinella E, Morales Uribe C.H. Thromboprophylaxis for trauma patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2013, Issue 3. Art. No.: CD008303.
7. Selby R, Geerts W, Ofosu FA, Craven S, Dewar L, Phillips A, et al. Hypercoagulability after trauma: hemostatic changes and relationship to venous thromboembolism. *Thrombosis Research*. 2009;124:281–287.
8. Geerts WH, Pineo GF, Heit JA, Bergqvist D, Lassen MR, Colwell CW, et al. Prevention of venous thromboembolism: the Seventh ACCP Conference on Antithrombotic and Thrombolytic Therapy. *Chest*. 2004;126(3 Suppl):338–400.
9. Scolaro JA, Taylor RM, Wigner NA. Venous thromboembolism in orthopaedic trauma. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2015;23:1–6.
10. Van Adrichem R, Debeij J, Nelissen R, Schipper I, Rosendaal F, Cannegieter S. Below-knee cast immobilization and the risk of venous thrombosis: Results from a large population-based case-control study. *J. Thromb. Haemost.* 2014;12:1461–1469.
11. Peltan ID, Vande Vusse LK, Maier RV, Watkins TR. An international normalized ratio-based definition of acute traumatic coagulopathy is associated with mortality, venous thromboembolism, and multiple organ failure after. *Injury Crit Care Med.* 2015;43(7):1429–1438.
12. Hutchison TN, Krueger CA, Berry JS, Aden JK, Cohn SM, White CE. Venous thromboembolism during combat operations: a 10-y review. *J Surg Res.* 2014;187(2):625–630. doi: 10.1016/j.jss.2013.11.008.
13. Hannan M, Tadlock MD, Melcer T, Walker J, Bandle J, Nieves K, et al. Venous thromboembolism after traumatic amputation: an analysis of 366 combat casualties. *Am J Surg.* 2016;212(2):230–234. doi: 10.1016/j.amjsurg.2016.01.031.
14. Bradley MJ, Baird DE, Peterson PG, Baird MD, Elster EA, Rodriguez CJ. Primary pulmonary thrombus in combat casualties: is treatment necessary? *Am Surg.* 2018;84(6):909–915. DOI: <https://doi.org/10.1177/000313481808400640>
15. Gillern SM, Sheppard FR, Evans KN, Graybill JC, Gage FA, Forsberg JA, et al. Incidence of pulmonary embolus in combat casualties with extremity amputations and fractures. *J Trauma.* 2011;71(3):607–612; discussion 612–3. doi: 10.1097/TA.0b013e3182282574.
16. Lundy JB, Oh JS, Chung KK, Ritter JL, Gibb I, Nordmann GR, et al. Frequency and relevance of acute peritraumatic pulmonary thrombus diagnosed by computed tomographic imaging in combat casualties. *J Trauma Acute Care Surg.* 2013;75(2 Suppl 2):S215–20. doi: 10.1097/TA.0b013e318299da66.
17. Clinical guidelines. Phlebitis and thrombophlebitis of superficial vessels. *Phlebology.* 2021;15(3):211–244. Russian (Клинические рекомендации. Флебит и тромбоз флебит поверхностных сосудов // Флебология. 2021;15(3):211–244. <https://doi.org/10.17116/flebo202115031211>)
18. Russian clinical guidelines for diagnostics, treatment and prevention of venous thromboembolic complications (VTEC). L. A. Bokeria, I. I. Zatevakhin, A. I. Kiriyyenko, A. V. Andryashkin, V. V. Andryashkin, G. P. Arutyunov, et al. *Phlebology.* 9(4-2):1–52. Russian (Российские клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике венозных тромбозомболических осложнений (ВТЭО) / Л. А. Бокерия, И. И. Затевахин, А. И. Кириенко, А. В. Андрияшкин, В. В. Андрияшкин, Г. П. Арутюнов и др. // Флебология. 2015. Т. 9, № 4-2. С. 1-52.)
19. Prevention of venous thromboembolic complications in traumatology and orthopedics. Russian clinical guidelines. *Traumatology and orthopedics of Russia.* 2012. Appendix 1(63):24. Russian (Профилактика венозных тромбозомболических осложнений в травматологии и ортопедии. Российские клинические рекомендации // Травматология и ортопедия России. 2012. Приложение 1(63). 24 с.)
20. Cohen AT, Agnelli G, Anderson FA, Arcelus JI, Bergqvist D, Brecht JG, et al. Venous thromboembolism (VTE) in Europe. The number of VTE events and associated morbidity and mortality. *Journal of Thrombosis and Haemostasis.* 2007;98(4):756–764.
21. Raskob GE, Angchaisuksiri P, Blanco AN, Buller H, Ddungu H, Hunt BJ, et al. Venous thromboembolism: a call for risk assessment in all hospitalised patients. *Thromb. Haemost.* 2016;116(5):777–779.
22. Schulman S, Ageno W, Konstantinides SV. Venous thromboembolism: Past, present and future. *Thromb. Haemost.* 2017;117(7):1219–1229.
23. Wang J, Wang C, Chen N, Shu C, Guo X, He Y, et al. Association between the plasminogen activator inhibitor-1 4G/5G polymorphism and risk of venous thromboembolism: a meta-analysis. *Thromb. Res.* 2014. 134(6):1241–1248.
24. Heit JA, Crusan DJ, Ashrani AA, Petterson TM, Bailey KR. Effect of a near-universal hospitalization-based prophylaxis regimen on annual number of venous thromboembolism events in the US. *Blood. American Society of Hematology.* 2017; 130(2):109–114.
25. Pollak AW, McBane RD. Succinct review of the new VTE prevention and management guidelines. *Mayo Clinic Proceedings.* 2014; 89(3):394–408.
26. Davydenko MV, Babokin VE, Trofimov NA, Sidnev IN, Shamitov YuP, Tabaev RG et al. Balloon angioplasty in the treatment of patients with pulmonary embolism. *Medical Alphabet.* 2018; 4(37):25–30. Russian (Давыденко М. В., Бабокин В. Е., Трофимов Н. А., Сиднев И. Н., Шамитов Ю. П., Табаев Р. Г. и др. Баллонная ангиопластика в лечении пациентов с тромбозом легочной артерии // Медицинский алфавит. 2018. Т.4, № 37. С. 25–30.)
27. Paffrath T, Wafaisade A, Lefering R, Simanski C, Bouillon B, Spanholtz T, et al. Trauma Registry of DGU Venous thromboembolism after severe trauma: incidence, risk factors and outcome. *Injury.* (2010)41(1):97–101.
28. Lichte P, Kobbe P, Almahmoud K, Pfeifer R, Andruszkow H, Hildebrand F, et al. Post-traumatic thrombo-embolic complications in polytrauma patients. *J. International Orthopaedics (SICOT).* 2015;02:24–31.
29. Peltan ID, Vande Vusse LK, Maier RV, Watkins TR. An international normalized ratio-based definition of acute traumatic coagulopathy is associated with mortality, venous thromboembolism, and multiple organ failure after. *Injury Crit Care Med.* 2015;43(7):1429–1438.
30. Yumoto T, Naito H, Yamakawa Y, Iida A, Tsukahara K, Nakao A. Venous thromboembolism in major trauma patients: a single-center retrospective cohort study of the epidemiology and utility of D-dimer for screening. *Acute Med. Surg.* 2017;4:394–400.
31. Van Haren RM, Valle EJ, Thorson CM, Jouria JM, Busko AM, Guarch GA, et al. Hypercoagulability and other risk factors in trauma intensive care unit patients with venous thromboembolism. *J Trauma Acute Care Surg.* 2014;76(2):443–449.
32. Brill JB, Badiee J, Zander AL, Wallace JD, Lewis PR, Sise MJ, et al. The rate of deep vein thrombosis doubles in trauma patients with hypercoagulablethromboelastography. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;83(3):413–419.
33. Meizoso JP, Karcutskie CA 4th, Ray JJ, Ruiz X, Ginzburg E, Namias N, et al. A simplified stratification system for venous thromboembolism risk in severely injured trauma patients. *J Surg Res.* 2017;207:138–144.
34. Mi Y-H, Xu M-Y. Trauma-induced pulmonary thromboembolism: what's update? *Chinese Journal of Traumatology.* 2022; 25 (2): 67–76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2021.08.003>.

35. Grabo DJ, Seery JM, Bradley M, Zakaluzny S, Kearns MJ, Fernandez N, et al. Prevention of deep venous thromboembolism. *Mil Med.* 2018;183(suppl\_2):133-136. doi: 10.1093/milmed/usy072.
36. Ibrahim SA, Stone RA, Obrosky DS, Geng M, Fine MJ, Aujesky D. Thrombolytic therapy and mortality in patients with acute pulmonary embolism. *Archives of Internal Medicine.* 2008; 168(20):2183-2190. <https://doi.org/10.1001/archinte.168.20.2183>
37. Kearon C, Akl EA, Ornelas J, Blaivas A, Jimenez D, Bounameaux H, et al. Antithrombotic therapy for VTE Disease: CHEST guideline and expert panel report. *Chest.* 2016;149(2):315-352. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2015.11.026>
38. Konstantinides SV, Torbicki A, Agnelli G, Danchin N, Fitzmaurice D, Galiè N, et al. Task force for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism of the European Society of Cardiology (ESC). 2014 ESC guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. *European Heart Journal.* 2014;35(43):3033-3069. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu283>.
39. Schulman S, Ageno W, Konstantinides SV. Venous thromboembolism: past, present and future. *Thromb. Haemost.* 2017; 117(7):1219-1229.
40. Pollak AW, McBane RD. Succinct review of the new VTE prevention and management guidelines. *Mayo Clinic Proceedings.* 2014; 89(3): 394-408.
41. Raskob GE, Angchaisuksiri P, Blanco AN, Buller H, Ddungu H, Hunt BJ, et al. Venous thromboembolism: a call for risk assessment in all hospitalised patients. *Thromb. Haemost.* 2016;116(5):777-779.
42. Kitchen L, Lawrence M, Speicher M, Frumkin K. Emergency department management of suspected calf-vein deep venous thrombosis: a diagnostic algorithm. *West J Emerg Med.* 2016;17(4):384-390. doi: 10.5811/westjem.2016.5.29951.
43. Roy PM, Meyer G, Vielle B, Le Gall C, Verschuren F, Carpentier F, et al. Appropriateness of diagnostic management and outcomes of suspected pulmonary embolism. *Ann Intern Med.* 2006;144(3):157-164. doi: 10.7326/0003-4819-144-3-200602070-00003.
44. Bernardi E, Camporese G, Büller HR, Siragusa S, Imberti D, Berchio A, et al. Serial 2-point ultrasonography plus D-dimer vs whole-leg color-coded Doppler ultrasonography for diagnosing suspected symptomatic deep vein thrombosis: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2008;300(14):1653-1659. doi: 10.1001/jama.300.14.1653.
45. Michiels JJ, Michiels JM, Moossdorff W, Lao M, Maasland H, Palarreti G. Diagnosis of deep vein thrombosis, and prevention of deep vein thrombosis recurrence and the post-thrombotic syndrome in the primary care medicine setting anno 2014. *World J Crit Care Med.* 2015;4(1):29-39. doi: 10.5492/wjccm.v4.i1.29.
46. Righini M, Robert-Ebadi H. Diagnosis of acute pulmonary embolism. *Hamostaseologie.* 2018;38(1):11-21. doi: 10.5482/HA-MO-17-07-0023.
47. Dronkers CEA, van der Hulle T, Le Gal G, Kyrle PA, Huisman MV, Cannegieter SC, et al. Towards a tailored diagnostic standard for future diagnostic studies in pulmonary embolism: communication from the SSC of the ISTH. *J Thromb Haemost.* 2017;15(5):1040-1043. doi: 10.1111/jth.13654.
48. Pollack CV, Schreiber D, Goldhaber SZ, Slattery D, Fanikos J, O'Neil BJ, et al. Clinical characteristics, management, and outcomes of patients diagnosed with acute pulmonary embolism in the emergency department: initial report of EMPEROR (multicenter emergency medicine pulmonary embolism in the real world registry). *J Am Coll Cardiol.* 2011;57(6):700-706. doi: 10.1016/j.jacc.2010.05.071.
49. Huisman MV. Effectiveness of managing suspected pulmonary embolism using an algorithm combining clinical probability, D-dimer testing, and computed tomography. *J Am Med Assoc.* 2006;295(2):172-179. doi: 10.1001/jama.295.2.172.
50. Wells PS, Anderson DR, Rodger M, Stiell I, Dreyer JF, Barnes D, et al. Excluding pulmonary embolism at the bedside without diagnostic imaging: Management of patients with suspected pulmonary embolism presenting to the emergency department by using a simple clinical model and D-dimer. *Ann Intern Med.* 2001;135(2):98-107. doi: 10.7326/0003-4819-135-2-200107170-00010.
51. Zhang Y, Xia H, Wang Y, Chen L, Li S, Hussein IA, et al. The rate of missed diagnosis of lower-limb DVT by ultrasound amounts to 50% or so in patients without symptoms of DVT: a meta-analysis. *Med (United States).* 2019;98(37). doi: 10.1097/MD.00000000000017103.
52. Pomeroy F, Dentali F, Borretta V, Bonzini M, Melchior R, Douketis JD, et al. Accuracy of emergency physician-performed ultrasonography in the diagnosis of deep-vein thrombosis: a systematic review and meta-analysis. *Thromb Haemost.* 2013;109(1):137-145. doi: 10.1160/TH12-07-0473.
53. Shiver SA, Lyon M, Blaivas M, Adhikari S. Prospective comparison of emergency physician-performed venous ultrasound and CT venography for deep venous thrombosis. *Am J Emerg Med.* 2010; 28(3):354-358. doi: 10.1016/j.ajem.2009.01.009.
54. Righini M, Le Gal G, Aujesky D, Roy PM, Sanchez O, Verschuren F, et al. Diagnosis of pulmonary embolism by multidetector CT alone or combined with venous ultrasonography of the leg: a randomised noninferiority trial. *Lancet.* 2008;371(9621):1343-1352. doi: 10.1016/S0140-6736(08)60594-2.
55. Le Gal G, Righini M, Sanchez O, Roy PM, BabaAhmed M, Perrier A, et al. A positive compression ultrasonography of the lower limb veins is highly predictive of pulmonary embolism on computed tomography in suspected patients. *Thromb Haemost.* 2006;95(6):963-966. doi: 10.1160/TH06-03-0158.
56. Lemech LD, Sandroussi C, Makeham V, Burnett A, Harris JP. Is bilateral duplex scanning necessary in patients with symptoms of deep venous thrombosis? *ANZ J Surg.* 2004;74(10):847-851. doi: 10.1111/j.1445-1433.2004.03187.x.
57. Jawa RS, Warren K, Young D, Wagner M, Nelson L, Yetter D, et al. Venous thromboembolic disease in trauma and surveillance ultrasonography. *J Surg Res.* 2011;167(1):24-31. doi: 10.1016/j.jss.2010.09.046.
58. Zhang BF, Wei X, Huang H, Wang PF, Liu P, Qu SW, et al. Deep vein thrombosis in bilateral lower extremities after hip fracture: a retrospective study of 463 patients. *Clin Interv Aging.* 2018;13:681-689. doi: 10.2147/CIA.S161191.
59. Fu YH, Liu P, Xu X, Wang PF, Shang K, Ke C, et al. Deep vein thrombosis in the lower extremities after femoral neck fracture: a retrospective observational study. *J Orthop Surg.* 2020;28(1). doi: 10.1177/2309499019901172.
60. Dermody M, Alessi-Chinetti J, Iafra MD, Estes JM. The utility of screening for deep venous thrombosis in asymptomatic, non-ambulatory neurosurgical patients. *JVascSurg.* 2011;53(5):1309-1315. doi: 10.1016/j.jvs.2010.10.115.
61. Lazrak HH, René É, Elftouh N, Leblanc M, Lafrance JP. Safety of low-molecular-weight heparin compared to unfractionated heparin in hemodialysis: a systematic review and meta-analysis. *BMC Nephrol.* 2017;18(1):1-12. doi: 10.1186/s12882-017-0596-4.
62. Kearon C, Akl EA, Comerota AJ, Prandoni P, Bounameaux H, Goldhaber SZ, et al. Antithrombotic therapy for VTE disease: antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest.* 2012;141(2 Suppl):e419S-e496S. doi: 10.1378/chest.11-2301.

63. Kearon C, Akl EA, Ornelas J, Blaivas A, Jimenez D, Bounameaux H, et al. Antithrombotic therapy for VTE disease: CHEST guideline and expert panel report. *Chest*. 2016;149(2):315-352. doi: 10.1016/j.chest.2015.11.026.
64. Agnelli G, Buller HR, Cohen A, Curto M, Gallus AS, Johnson M, et al. Oral apixaban for the treatment of acute venous thromboembolism. *N Engl J Med*. 2013;369(9):799-808. doi: 10.1056/NEJMoa1302507.
65. Cohen AT, Hamilton M, Mitchell SA, Phatak H, Liu X, Bird A, et al. Comparison of the novel oral anticoagulants apixaban, dabigatran, edoxaban, and rivaroxaban in the initial and long-term treatment and prevention of venous thromboembolism: Systematic review and network meta-analysis. *PLoS One*. 2015;10(12): e0144856.
66. Hillis CM, Crowther MA. Acute phase treatment of VTE: Anticoagulation, including non-vitamin K antagonist oral anticoagulants. *Thromb. Haemost.* 2015;113(6):1193-1201.
67. Guyatt GH, Akl EA, Crowther M, Gutterman DD, Schünemann HJ. Executive summary: antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2012;141(2 SUPPL.):7S-47S. doi: 10.1378/chest.141253.
68. National Guideline Centre (UK). Venous thromboembolism in over 16s: Reducing the risk of hospital-acquired deep vein thrombosis or pulmonary embolism. London: National Institute for Health and Care Excellence (NICE); 2018 Mar.
69. Jenny JY, Pabinger I, Samama CM. European guidelines on perioperative venous thromboembolism prophylaxis. *Eur J Anaesthesiol*. 2018;35(2):123-129. doi: 10.1097/EJA.0000000000000728.
70. Arthroplasty Society of Australia guidelines for VTE prophylaxis for hip and knee arthroplasty: Australian Orthopaedic Association. Published 2018. Available from: <https://aoa.org.au/about-aoa/subspecialties/arthroplasty>.
71. Schulman S, Konstantinides S, Hu Y, Tang LV. Venous thromboembolic diseases: diagnosis, management and thrombophilia testing: observations on NICE Guideline. *Thromb Haemost.* 2020;120(8):1143-1146. doi: 10.1055/s-0040-1712913.
72. Milinis K, Shalhoub J, Coupland AP, Saliccioli JD, Thapar A, Davies AH. The effectiveness of graduated compression stockings for prevention of venous thromboembolism in orthopedic and abdominal surgery patients requiring extended pharmacologic thromboprophylaxis. *Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders*. 2018; 6(6):766-777.
73. Pavon JM, Adam SS, Razouki ZA, McDuffie JR, Lachiewicz PF, Kosinski AS, et al. Effectiveness of intermittent pneumatic compression devices for venous thromboembolism prophylaxis in high-risk surgical patients: a systematic review. *Journal of Arthroplasty*. 2016; 31(2):524-532.
74. Feng JP, Xiong YT, Fan ZQ, Yan LJ, Wang JY, Gu ZJ. Efficacy of intermittent pneumatic compression for venous thromboembolism prophylaxis in patients undergoing gynecologic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Oncotarget*. 2017; 8(1): 20371-20379.
75. Guideline quick view: venous thromboembolism. *AORN J*. 2018;107(2): 281-285.
76. Tan TL, Foltz C, Huang R, Chen AF, Higuera C, Siqueira M, et al. Potent anticoagulation does not reduce venous thromboembolism in high-risk patients. *J. Bone Jt. Surg*. 2019; 101(7):589-599.
77. Venclauskas L, Maleckas A, Arcelus JJ. European guidelines on perioperative venous thromboembolism prophylaxis. *Eur. J. Anaesthesiol*. 2018; 35(2):147-153.
78. Hur M, Park SK, Koo CH, Jung ED, Kang P, Kim WH, et al. Comparative efficacy and safety of anticoagulants for prevention of venous thromboembolism after hip and knee arthroplasty: a network meta-analysis. *Acta Orthop*. 2017; 88(6):634-641.
79. Van Adrichem R, Debeij J, Nelissen R, Schipper I, Rosendaal F, Cannegieter S. Below-knee cast immobilization and the risk of venous thrombosis: Results from a large population-based case-control study. *J. Thromb. Haemost.* 2014; 12:1461-1469.
80. Sems SA, Levy BA, Dajani K, Herrera DA, Templeman DC. Incidence of deep venous thrombosis after temporary joint spanning external fixation for complex lower extremity injuries. *The Journal of trauma*. 2009; 66(4):1164-1166.
81. Brohi K, Cohen MJ, Ganter MT, Schultz MJ, Levi M, Mackersie RC, et al. Acute coagulopathy of trauma: hypoperfusion induces systemic anticoagulation and hyperfibrinolysis. *Journal of Trauma*. 2008;64(5):1211-1217.
82. Tai SM, Buddhdev P, Baskaradas A, Sivarasan N, Tai NR. Venous thromboembolism in the trauma patient. *Orthop. Trauma*. 2013; 27:379-392.
83. Fedorov SA, Medvedev AP, Zhurko SA, Abdul'yanov IV, Chiginev V A, Tselousova LM, et al. Results of surgical treatment of pulmonary embolism after phlebological interventions. *Bulletin of modern clinical medicine*. 2021; 14(3):50-57. Russian (Федоров С. А., Медведев А. П., Журко С. А., Абдульянов И. В., Чигинев В. А., Целоусова Л. М. и др. Результаты хирургического лечения тромбоэмболии легочной артерии после перенесенных флебологических вмешательств // Вестник современной клинической медицины. 2021. Т. 14, № 3. С. 50-57. [https://doi.org/10.20969/VSKM.2021.14\(3\).50-57](https://doi.org/10.20969/VSKM.2021.14(3).50-57))
84. Fedorov SA, Medvedev AP, Tselousova LM, Borovkova NYu, Deryabin RA, Trofimov NA et al. Immediate results of surgical treatment of pulmonary embolism of high and intermediate high risk in a group of elderly and senile patients. *Clinical Medicine*. 2021; 99(7-8):451-456. Russian (Федоров С. А., Медведев А. П., Целоусова Л. М., Боровкова Н. Ю., Дерябин Р. А., Трофимов Н. А. и др. Непосредственные результаты хирургического лечения тромбоэмболии легочной артерии высокого и промежуточно высокого риска в группе пациентов пожилого и старческого возраста // Клиническая медицина. 2021. Т. 99, № 7-8. С. 451-456. <https://doi.org/10.30629/0023-2149-2021-99-7-8-451-456>)
85. Medvedev AP, Maksimov AL, Nemirova SV, Khomenko AM, Kozina MB, Pichugin VV et al. Acute massive thromboembolism of the pulmonary arteries: indications and results of surgical treatment. *Clinical Medicine*. 2019; 97(10):698-704. Russian (Медведев А. П., Максимов А. Л., Немирова С. В., Хоменко А. М., Козина М. Б., Пичугин В. В. и др. Острая массивная тромбоэмболия легочных артерий: показания и результаты хирургического лечения // Клиническая медицина. 2019. Т. 97, № 10. С. 698-704)
86. Trofimov NA, Nikolaev NS, Medvedev AP, Drandrov RN, Kachava ZA, Nikolsky AV, et al. Method of surgical treatment of acute floating thrombosis of the ileofemoral segment of the deep veins of the lower extremities in orthopedic patients. *Creative surgery and oncology*. 2018; 8(4):255-262. Russian (Трофимов Н. А., Николаев Н. С., Медведев А. П., Драндров Р. Н., Качаева З. А., Никольский А. В., и др. Способ хирургического лечения острого флотирующего тромбоза илеофemorального сегмента глубоких вен нижних конечностей у пациентов ортопедического профиля // Креативная хирургия и онкология. 2018. Т. 8, № 4. С. 255-262. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2018-8-4-255-262>)

**Сведения об авторах:**

**Агаларян А.Х.**, д.м.н., врач-хирург ООО «Медицинский центр «Мегаполис», г. Кемерово, Россия.

**Агаджанян В.В.**, д.м.н., профессор, главный научный сотрудник ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия.

**Штофин С.Г.**, д.м.н., заведующий кафедрой общей хирургии ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России, г. Новосибирск, Россия.

**Гончаров Р.С.**, врач-хирург хирургического отделения ГБУЗ ККЦОЗШ, г. Ленинск-Кузнецкий, Россия.

**Адрес для переписки:**

Агаларян Александр Хачатурович, ул. Марковцева, 10, г. Кемерово, Россия, 650056

E-mail: mail@poly-trauma.ru

**Статья поступила в редакцию** 20.01.2025

**Рецензирование пройдено** 29.01.2025

**Подписано в печать** 01.02.2025

**Information about authors:**

**Agalaryan A.Kh.**, MD, PhD, surgeon, LLC "Medical Center "Megapolis", Kemerovo, Russia.

**Agadzhanyan V.V.**, MD, PhD, professor, chief researcher of Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia.

**Shtofin S.G.**, MD, PhD, chief of general surgery department, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia.

**Goncharov R.S.**, surgeon, surgery unit, Clinical Center of Miners' Health Protection, Leninsk-Kuznetsky, Russia.

**Address for correspondence:**

Agalaryan Alexander Khachaturovich, Markovtseva St., 10, Kemerovo, Russia, 650056

E-mail: mail@poly-trauma.ru

**Received** 20.01.2025

**Review completed** 29.01.2025

**Passed for printing** 01.02.2025

