

Е.П. КАПУСТИНА, Э.Г. АКРАМОВА, Ф.Т. ХАМЗИНА

### ЖЕСТКОСТЬ ВЕНОЗНОГО ТРОМБА ПРИ СОЧЕТАНИИ ТРОМБОЭМБОЛИИ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ И ТРОМБОЗА ГЛУБОКИХ ВЕН НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ (клинический случай)

**Ключевые слова:** тромбоз эмболии легочной артерии, тромбоз глубоких вен, жесткость тромба, эластография сдвиговой волной.

Многие аспекты патогенеза тромбоз эмболии легочной артерии до сих пор не ясны: например, какова вероятность эмболизации легочной артерии при венозном тромбозе и тромбоз образования в легочной артерии *in situ*. Происхождение и сроки формирования тромбоз эмболов в легочной артерии имеют важное клиническое значение для проведения эффективного лечения и прогноза исхода тромбоз эмболии легочной артерии.

**Цель исследования** – в рамках клинического наблюдения сравнить результаты ультразвуковой эластографии сдвиговой волной венозного тромба и гистологической структуры тромбов нижней конечности и легочной артерии, полученных при патологоанатомическом исследовании.

**Результаты исследования.** Пациентка Ш., 67 лет, госпитализирована с диагнозом тромбоз эмболии легочной артерии. Ультразвуковое исследование визуализировало в просвете задней большеберцовой вены левой нижней конечности гетерогенные, преимущественно гипозоногенные неокклюзивные тромботические массы, выходящие в просвет подколенной вены на протяжении 2 см с неровным «рваным» контуром проксимальной части тромба, без четких признаков флотации. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной определила жесткость проксимальной части венозного тромба со средними значениями модуля Юнга 8,5 кПа, что соответствует острой стадии тромбоза. После проведения тромболитической терапии наблюдали отрицательную динамику. Компьютерно-томографическая ангиография сосудов головного мозга установила признаки внутримозгового кровоизлияния. На третьи сутки констатирована смерть пациентки. Патологоанатомическое исследование дополнили гистологическими данными фрагмента венозного тромба легочной артерии и вен голени. Морфологические характеристики тромбов из вен нижних конечностей и легочной артерии совпали, свидетельствуя об их едином происхождении и сроке формирования (острая стадия).

**Вывод.** Сравнительный анализ ультразвуковых и патологоанатомических данных клинического случая позволяют рекомендовать ультразвуковую эластографию сдвиговой волной тромбов вен нижних конечностей для оценки состояния тромбоза в легочной артерии.

**Введение.** Анализ результатов патологоанатомических исследований 2042 умерших выявил тромбоз эмболию легочной артерии (ТЭЛА) в 21,5% случаев. В 9,3% всех аутопсий ТЭЛА явилась основной причиной смерти [1]. Патологоанатом Р. Вирхов в 1856 г. впервые описал ТЭЛА, как результат миграции тромбов из вен нижних конечностей в легочную сосудистую сеть. Однако многие аспекты патогенеза ТЭЛА до сих пор не ясны: например, какова вероятность эмболизации легочной артерии при венозном тромбозе и тромбоз образования в легочной артерии *in situ* [6]. В 57% случаев среди лиц с ТЭЛА ( $n = 200$ ) тромбоз глубоких вен (ТГВ) нижних конечностей не диагностировали [7]. Другие авторы указывают на гораздо меньшую долю пациентов с ТЭЛА без обнаружения ее источника: при клиническом исследовании – 5,7% ( $n = 602$ ), при патологоанатомическом – 4,1% ( $n = 558$ ) [1]. Причиной может быть полная или частичная

дислокация венозного тромба в легочную артерию с уменьшением размера тромба или полного опорожнения венозного просвета [2].

Известно, что морфология тромбов и эмболов зависит от их возраста и сосудистого происхождения (артериальное или венозное). Легочный эмбол, имея состав хвоста венозного тромба (недавно образовавшийся сегмент), из которого он возник, может отличаться от морфологии тела и головки (самая старая часть) этого же тромба [5]. Происхождение и сроки формирования тромбоэмболов в легочной артерии имеют важное клиническое значение для проведения эффективного лечения и прогноза исхода ТЭЛА.

**Цель исследования** – в рамках клинического наблюдения сравнить результаты ультразвуковой эластографии сдвиговой волной венозного тромба и гистологической структуры тромбов нижней конечности и легочной артерии, полученных при патологоанатомическом исследовании.

### **Результаты и обсуждение**

**Клинический случай.** Пациентка Ш., 67 лет, доставлена бригадой скорой медицинской помощи из дома с предварительным диагнозом: Ишемическая болезнь сердца. Острый инфаркт миокарда без подъема сегмента ST". При поступлении предъявляла жалобы на одышку смешанного характера в покое, усиливающуюся при ходьбе и в горизонтальном положении, эпизоды давящих болей за грудиной, выраженную слабость. Жалобы появились за сутки до госпитализации.

Из анамнеза: страдала гипертонической болезнью с повышением систолического артериального давления до 160 мм рт. ст., ишемической болезнью сердца, нарушением ритма сердца – постоянной формой фибрилляции предсердий, стенокардией напряжения, хронической сердечной недостаточностью.

Накануне проходила стационарное лечение в отделении урологии с диагнозом: мочекаменная болезнь. Камень нижней трети левого мочеточника. Почечная колика. Дивертикулит сигмовидной кишки. На протяжении нескольких лет применяемый эликвис (с целью профилактики тромбообразования при постоянной форме фибрилляции предсердий) был отменен урологом в связи с риском кровотечения.

Объективно: Общее состояние тяжелое. Тяжесть состояния обусловлена ТЭЛА. Сатурация без ингаляции O<sub>2</sub> – 88%. Гемодинамика стабильная. Артериальное давление 120/70 мм рт. ст. Средняя частота сердечных сокращений 120 ударов в минуту.

Данные ЭКГ: фибрилляция предсердий со средней частотой сердечных сокращений 122 уд/мин, полная блокада правой ножки пучка Гиса, коснисходящая депрессия сегмента ST в отведениях I, II, aVL, aVF, V1-V6 с переходом в отрицательный зубец T.

Данные мультиспиральной компьютерной томографии органов грудной полости с чрескатетерной болюсной ангиографией: расширение основного ствола легочной артерии до 35 мм, ветвей легочной артерии до 26 мм, дефекты заполнения на уровне долевых, сегментарных и части субсегментарных ветвей легочной артерии с обеих сторон.

Ультразвуковое исследование вен левой нижней конечности в В-режиме в просвете задней большеберцовой вены выявило гетерогенные, преимущественно гипоехогенные, неокклюзивные тромботические массы, выходящие в просвет подколенной вены на протяжении 2 см с неровным «рваным» контуром проксимальной части тромба, без четких признаков флотации. При ультразвуковой эластографии сдвиговой волной, выполненной на аппарате Aixplorer (Supersonic Imagine, Франция) линейным датчиком (5-10 МГц) путем трехкратного измерения жесткости проксимальной части венозного тромба с помощью Q-box диаметром 3 мм на глубине 2,5 см в состоянии покоя, получили средние значения модуля Юнга 8,5 кПа, что соответствует острой стадии тромбоза (рис. 1).

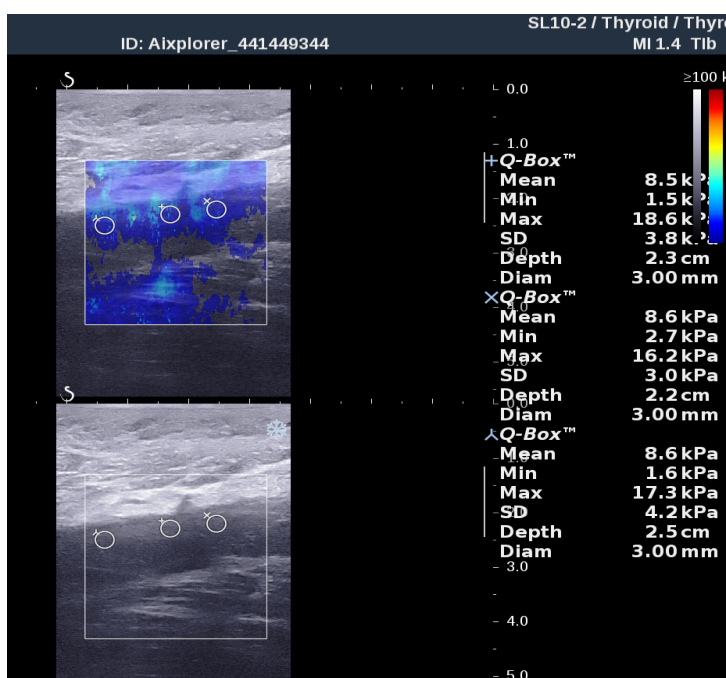


Рис. 1. Ультразвуковое двухмерное изображение тромба в подколенной вене с измерением жесткости эластографией сдвиговой волной

Эхокардиография выявила признаки острого легочного сердца в виде выраженной дилатации правого желудочка (соотношение правого желудочка к левому желудочку = 0,7), обоих предсердий ( $D > S$ ), ствола и ветвей легочной артерии, нижней полой вены; снижения глобальной сократимости обоих желудочков (фракция выброса левого желудочка 43 % по Симпсону, систолическая скорость движения трикуспидального кольца в импульсно-волновом режиме тканевого доплера 8 см/с); выраженной трикуспидальной регургитации; легочной гипертензии умеренной степени (систолическое давление в легочной артерии 47 мм рт. ст.).

В первые часы госпитализации проведена внутривенная тромболитическая терапия. Через 10 ч после поступления наблюдали отрицательную динамику в виде нарастания угнетения сознания. Компьютерно-томографическая ангиография сосудов головного мозга установила признаки внутримозгового кровоизлияния в височной области с обеих сторон, в лобной области с прорывом в боковые желудочки; субарахноидальное и субдуральное кровоизлияние в лобной, теменной, затылочной и височной областях слева; локальное субарахноидальное кровоизлияние в лобной области справа.

На 3-и сутки диагностирована кома 3-й степени тяжести. Пациентку подключили к аппарату искусственной вентиляции легких, но произошла остановка дыхательной и сердечной деятельности. Реанимационные мероприятия оказались безуспешными – констатирована смерть.

Патологоанатомический диагноз. Комбинированное основное заболевание: 1. Тромбоз глубоких вен левой нижней конечности (обтурирующие тромбы в просвете задних большеберцовых вен слева). 2. Цереброваскулярная болезнь: внутримозговая гематома лобной доли левого полушария, височной доли левого полушария, височной доли правого полушария головного мозга; атеросклероз артерий головного мозга.

Осложнения основного заболевания: тромбоэмболия обеих легочных артерий; геморрагические инфаркты нижних долей обоих легких. Сопутствующие заболевания: гипертоническая болезнь (гипертрофия левого желудочка концентрического типа); диффузный кардиосклероз; атеросклероз коронарных артерий сердца.

Патологоанатомическое исследование расширили гистологическим исследованием фрагмента венозного тромба легочной артерии и вен голени. Тромб легочной артерии включал гемолизированные эритроциты, лейкоциты в состоянии дегенерации (пикноз), расположенные между оксифильных глыбок масс фибрина, и цельные эритроциты в состоянии сладжа, лейкоциты, тромбоциты, расположенные между волокнами фибрина (рис. 2). Тромб вен голени состоял из гемолизированных эритроцитов, лизированных лейкоцитов, расположенных между глыбчатыми фибриновыми массами (рис. 3).

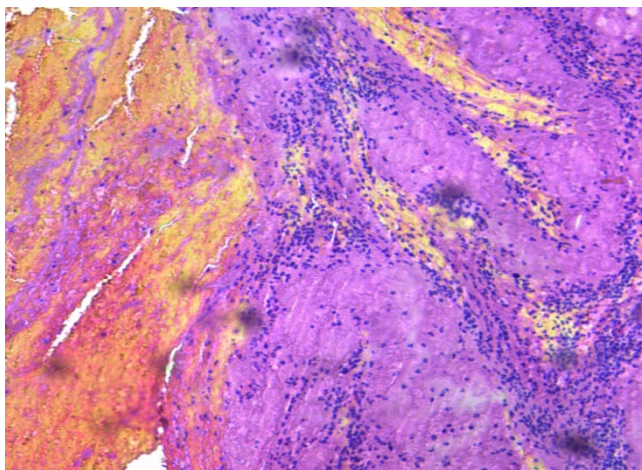


Рис. 2. Микропрепарат тромба, извлеченного из легочной артерии. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.  $\times 10$

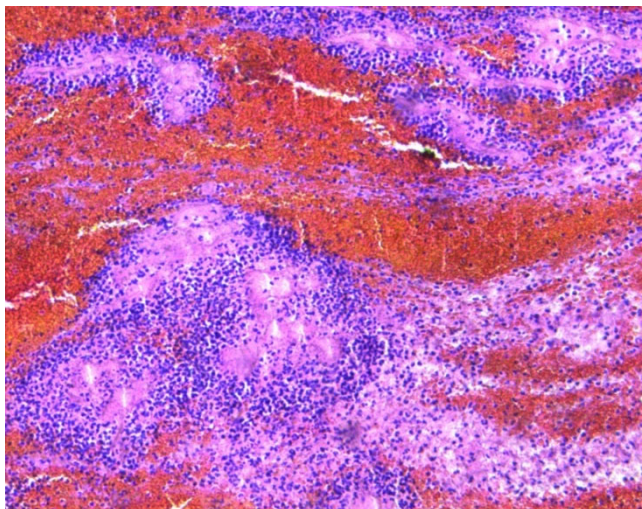


Рис. 3. Микропрепарат тромба, извлеченного из вен голени. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.  $\times 10$

Источником массивной ТЭЛА при тромбозе глубоких вен рассматривают в первую очередь илиокавальный и бедренный сегменты вен нижних конечностей. При патологоанатомическом исследовании в 46,5% ( $n = 558$ ) наблюдали сочетание эмболии ствола и главных ветвей легочной артерии с тромбозом берцовоподколенных вен [1]. В обсуждаемом клиническом случае выявили «остатки» тромба в подколенной и задних большеберцовых венах и массивную ТЭЛА с острым легочным сердцем.

Согласно рекомендациям российских экспертов, у лиц с ТЭЛА ультразвуковое исследование вен нижних конечностей является обязательным для верификации тромба [4]. Дополнение данного метода эластографией позволяет оценить давность формирования тромба [3]. Преимуществом эластографии сдвиговой волной в сравнении с компрессионной эластографией является возможность оценки физических свойств тромба количественно – по величине модуля Юнга, который возрастает по мере старения тромба. Старые тромбы содержат больше фибриновых волокон, что делает венозные тромбы склонными к эмболизации, а артериальные тромбы – плотными и резистентными к лизису [5]. В нашем исследовании у пациентки с ТГВ и ТЭЛА морфологические характеристики тромбов из вен нижних конечностей и легочной артерии совпали, свидетельствуя об их едином происхождении и сроке формирования (острая стадия).

Схожие результаты получили I.N. Chernysh et al. (2020) при изучении с помощью сканирующей электронной микроскопии высокого разрешения 25 венозных тромбов, выявленных в результате открытой тромбэктомии и 10 посмертных легочных эмболов. Общий состав легочных эмболов статистически значимо не отличался от венозных тромбов, хотя некоторые индивидуальные различия были значительными. Так, в легочных эмболах отдельные волокна фибрина составили 24,7% от общего объема, тогда как в венозных тромбах 12,0% ( $p = 0,0025$ ), но содержание эритроцитов было меньше: 48,6% и 63,4% ( $p = 0,046$ ).

**Вывод.** Сравнительный анализ ультразвуковых и патологоанатомических данных клинического случая позволяют рекомендовать ультразвуковую эластографию сдвиговой волной тромбов вен нижних конечностей для оценки состояния тромбоэмбола в легочной артерии.

#### Литература

1. Источники тромбоемболии легочных артерий по данным патологоанатомического и клинического исследований / А.В. Сажин, И.С. Лебедев, С.Г. Гаврилов и др. // Флебология. 2019. № 13(3). С. 202–210. DOI: 10.17116/flebo201913031202.
2. Легочная эмболия – разрозненные части несобранной мозаики / О.Я. Порембская, К.В. Лобастов, В.Н. Кравчук и др. // Флебология. 2021. № 15(3). С. 188–198. DOI: 10.17116/flebo202115031188.
3. Пат. 2780928 РФ, МПК А61В 8/08. Способ ультразвуковой диагностики возраста венозного тромба эластографией сдвиговой волной / Капустина Е.П., Акрамова Э.Г., Хамзина Ф.Т., Луканихин В.А.; заявитель Казанский (Приволжский) федеральный университет. № 2022105158; заявл. 26.02.2022; опубл. 04.10.2022, Бюл № 28.
4. Профилактика, диагностика и лечение тромбоза глубоких вен. Рекомендации российских экспертов / Е.И. Селиверстов, К.В. Лобастов, Е.А. Илюхин и др. // Флебология. 2023. № 17(3). С. 152–296. DOI: 10.17116/flebo202317031152.
5. Chernysh I.N., Nagaswami C., Kosolapova S. et al. The distinctive structure and composition of arterial and venous thrombi and pulmonary emboli. *Sci Rep.*, 2020, vol. 10(1), 5112. DOI: 10.1038/s41598-020-59526-x.
6. Corbett V., Hassouna H., Girdis R. In situ thrombosis of pulmonary arteries: an emerging perspective on pulmonary embolism. *Medical student research journal*, 2015, vol. 4, pp. 55–58.
7. Sohns C., Amarteifio E., Sossalla S. et al. 64. Multidetector-row spiral CT in pulmonary embolism with emphasis on incidental findings. *Clin Imaging.*, 2008, vol. 32(5), pp. 335–341. DOI: 10.1016/j.clinimag.2008.01.028.

**КАПУСТИНА ЕКАТЕРИНА ПАВЛОВНА** – ассистент кафедры профилактической медицины, Институт фундаментальной медицины и биологии; врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой диагностики, Медико-санитарная часть, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия, Казань (kap-katyua85@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1053-7309>).

**АКРАМОВА ЭНДЖЕ ГАМИРОВНА** – доктор медицинских наук, профессор кафедры профилактической медицины, Институт фундаментальной медицины и биологии; врач ультразвуковой и функциональной диагностики, Медико-санитарная часть, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия, Казань (akendge@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1900-7726>).

**ХАМЗИНА ФАРИДА ТИМЕРШЕВНА** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры профилактической медицины, Институт фундаментальной медицины и биологии; врач ультразвуковой диагностики отделения, Казанский (Приволжский) федеральный университет; доцент кафедры ультразвуковой диагностики, Казанская государственная медицинская академия – филиал Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, Россия, Казань (fhamzina@inbox.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6053-1466>).

Ekaterina P. KAPUSTINA, Endzhe G. AKRAMOVA, Farida T. KHAMZINA

### VENOUS THROMBUS STIFFNESS IN COMBINATION OF PULMONARY EMBOLISM AND DEEP VEIN THROMBOSIS OF THE LOWER EXTREMITIES (clinical case)

**Key words:** pulmonary embolism, deep vein thrombosis, thrombus stiffness, shear wave elastography.

Many aspects of pulmonary embolism pathogenesis are still unclear: for example, what is the probability of pulmonary embolization in venous thrombosis and thrombi formation in the pulmonary artery in situ. The origin and timing of thromboemboli formation in the pulmonary artery are of great clinical importance for effective treatment and prognosis of pulmonary embolism outcome.

**The aim of the study** was as part of clinical observation to compare the results of shear wave ultrasound elastography of a venous thrombus and the histological structure of blood clots in the lower extremity and the pulmonary artery obtained during a pathoanatomical examination. **Research results.** Patient Sh., 67 years old, was hospitalized with a diagnosis of pulmonary embolism. Ultrasound imaging visualized heterogeneous, predominantly hypoechoic non-occlusive thrombotic masses in the lumen of the posterior tibial vein of the left lower limb, extending into the lumen of the popliteal vein for 2 cm with an uneven "ragged" contour of the proximal part of the thrombus, without clear signs of flotation. Shear wave ultrasound elastography determined stiffness of the proximal part of the venous thrombus with an average Young's modulus of 8.5 kPa, which corresponds to the acute stage of thrombosis. Negative dynamics was observed after thrombolytic therapy. Computed tomography angiography of the cerebral vessels revealed signs of intracerebral hemorrhage. On the third day, the patient was pronounced dead. The pathological examination was supplemented with histological data from a fragment of a venous thrombus of the pulmonary artery and lower leg veins. The morphological characteristics of blood clots from the veins of the lower extremities and the pulmonary artery coincided, indicating their common origin and the time of formation (acute stage).

**Conclusion.** A comparative analysis of ultrasound and pathoanatomical data of the clinical case give us the opportunity to recommend shear wave ultrasound elastography of venous thrombi of the lower extremities to assess the state of thromboembolism in the pulmonary artery.

#### References

1. Sazhin A.V., Lebedev I.S., Gavrilov S.G. et al. *Istochniki tromboembolii legochnykh arterii po dannym patologoanatomicheskogo i klinicheskogo issledovaniya* [Causes of pulmonary embolism according to autopsies and clinical examination]. *Flebologiya*, 2019, no. 13(3), pp. 202–210. DOI: 10.17116/flebo201913031202.
2. Porembskaya O.Ya., Lobastov K.V., Kravchuk V.N. et al. *Legochnaya emboliya – razoznennye chasti nesobrannoi mozaiki* [Pulmonary embolism – scattered parts of an unassembled mosaic]. *Flebologiya*, 2021, no. 15(3), pp. 188–198. DOI: 10.17116/flebo202115031188.
3. Kapustina E.P., Akramova E.G., Khamzina F.T., Lukanikhin V.A. *Sposob ultrazvukovoi diagnostiki vozrasta venoznogo tromba elastografiei sdvigovoi volnoi* [Method for ultrasonic diagnosis of the age of a venous thrombus by shear wave elastography]. Patent RF, no 2022105158, 2022.

4. Seliverstov E.I., Lobastov K.V., Ilyukhin E.A. et al. *Profilaktika, diagnostika i lechenie tromboza glubokikh ven. Rekomendatsii rossiiskikh ekspertov* [Prevention, Diagnostics and Treatment of Deep Vein Thrombosis. Russian Experts Consensus]. *Flebologiya*, 2023, no. 17(3), pp. 152–296. DOI: 10.17116/flebo202317031152.

5. Chernysh I.N., Nagaswami C., Kosolapova S. et al. The distinctive structure and composition of arterial and venous thrombi and pulmonary emboli. *Sci Rep.*, 2020, vol. 10(1), 5112. DOI: 10.1038/s41598-020-59526-x.

6. Corbett V., Hassouna H., Girdis R. In situ thrombosis of pulmonary arteries: an emerging perspective on pulmonary embolism. *Medical student research journal*, 2015, vol. 4, pp. 55–58.

7. Sohns C., Amarteifio E., Sossalla S. et al. 64-Multidetector-row spiral CT in pulmonary embolism with emphasis on incidental findings. *Clin Imaging.*, 2008, vol. 32(5), pp. 335–341. DOI: 10.1016/j.clinimag.2008.01.028.

---

**EKATERINA P. KAPUSTINA** – Assistant Lecturer, Department of Preventive Medicine, Institute of Fundamental Medicine and Biology; Ultrasound Diagnostics Doctor, Ultrasound Diagnostics Department, Medical and Sanitary Unit, Kazan (Volga Region) Federal University, Russia, Kazan (kap-katya85@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1053-7309>).

**ENDZHE G. AKRAMOVA** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Preventive Medicine, Institute of Fundamental Medicine and Biology; Doctor of the Departments of Ultrasound and Functional Diagnostics, Medical and Sanitary Unit, Kazan (Volga Region) Federal University, Russia, Kazan (akendge@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1900-7726>).

**FARIDA T. KHAMZINA** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Preventive Medicine, Institute of Fundamental Medicine and Biology; Doctor of Ultrasound Diagnostics, Department of Ultrasound Diagnostics, Medical and Sanitary Unit, Kazan (Volga Region) Federal University; Associate Professor, Department of Ultrasound Diagnostics, Kazan State Medical Academy – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Russia, Kazan (fhamzina@inbox.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6053-1466>).

---

**Формат цитирования:** Капустина Е.П., Акрамова Э.Г., Хамзина Ф.Т. Жесткость венозного тромба при сочетании тромбоэмболии легочной артерии и тромбоза глубоких вен нижних конечностей (клинический случай) [Электронный ресурс] // *Acta medica Eurasica*. – 2024. – № 1. – С. 59–65. – URL: <http://acta-medica-eurasica.ru/single/2024/1/6>. DOI: 10.47026/2413-4864-2024-1-59-65.