

# Значимость показателей ультразвуковой эластографии сдвиговой волной при прогнозе односторонних постгоспитальных исходов тромбоза глубоких вен нижних конечностей

Э. Г. Акрамова<sup>1,2</sup>, А. А. Савельев<sup>2</sup>, Е. П. Капустина<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Медико-санитарная часть ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань

## РЕЗЮМЕ

**Цель исследования** – по результатам анализа данных эластографии сдвиговой волной тромбов подвздошных и бедренных вен в острый период заболевания выделить прогностически значимые для постгоспитальных исходов ультразвуковые показатели.

**Материал и методы.** На этапе госпитализации 153 пациентам с тромбозом подвздошных и бедренных вен проводили ультразвуковое исследование вен с применением эластографии сдвиговой волной. В зависимости от исхода заболевания через 6–12 месяцев после выписки из стационара обследованных разделили на 3 группы: с реканализацией, ретромбозом вен и смертью.

**Результаты.** У лиц с исходом «ретромбоз» жесткость тромба при прохождении стационарного лечения была выше, чем в группах с исходами «реканализация» и «смерть». Согласно коэффициентам Accuracy и Gini при тромбозе подвздошной вены значимыми для разделения вероятности исхода «ретромбоз» от «реканализация» и «смерть» оказались максимальный и средний модули Юнга тромба подвздошной вены в первый, третий и шестой дни госпитализации; при тромбозе бедренной вены – максимальный, средний и минимальный модули Юнга тромба бедренной вены в вышеперечисленные дни и минимальный модуль Юнга тромба подколенной вены в первый день госпитализации. Переменными, разделяющими постгоспитальные исходы «реканализация» и «смерть», при тромбозе подвздошной вены выступили максимальный модуль Юнга тромба бедренной вены в первый день госпитализации и длина флотирующей части тромба; при тромбозе бедренной вены – максимальный модуль Юнга подколенной вены в первый день госпитализации, массивность ТЭЛА и длительность периода от первых симптомов до госпитализации.

**Заключение.** Результаты эластографии сдвиговой волной на госпитальном этапе ведения пациентов с ТГВ позволяют прогнозировать рецидив тромбоза в последующий год исходя из значений жесткости проксимальной части венозного тромба и летальный исход – по жесткости тромба в нижерасположенной вене пораженной конечности.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** тромбоз глубоких вен, дуплексное сканирование вен нижних конечностей, ультразвуковая эластография сдвиговой волной, прогноз.

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

## Significance of shear wave ultrasound elastography in predicting one-year posthospital outcomes of lower extremity deep vein thrombosis

E. G. Akramova<sup>1,2</sup>, A. A. Savelyev<sup>2</sup>, E. P. Kapustina<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>University clinic Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

<sup>2</sup>Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

## SUMMARY

**The aim of the study** was to analyze the results of shear wave elastography data of iliac and femoral vein thrombi in the acute period of the disease to identify ultrasound parameters that are prognostically significant for posthospital outcomes.

**Material and Methods.** At the hospitalization stage, 153 patients with iliac and femoral vein thrombosis underwent venous ultrasound with shear wave elastography. Depending on the outcome of the disease 6–12 months after discharge from the hospital, the examined patients were divided into 3 groups: with recanalization, venous retrombosis and death.

**Results.** In those with the outcome "retrombosis" the thrombus stiffness during inpatient treatment was higher than in the groups with the outcomes "recanalization" and "death". According to the Accuracy and Gini coefficients for iliac vein thrombosis, the values of maximum and mean Young's moduli of iliac vein thrombus on the first, third and sixth days of hospitalization, whereas in femoral vein thrombosis – maximum, average and minimum Young's moduli of femoral vein thrombus on the mentioned days and minimum Young's modulus of sural vein thrombus on the first day of hospitalization. The variables separating the posthospital outcomes "recanalization" and "death" in iliac vein thrombosis were the maximum Young's modulus of femoral vein thrombus on the first day of hospitalization and the length of the floating part of the thrombus; in femoral vein thrombosis – the maximum Young's modulus of the saphenous vein on the first day of hospitalization, the PE mass and the duration of the period from the first symptoms to hospitalization.

**Conclusion.** The results of shear wave elastography at the hospital stage of management of patients with DVT allow predicting the recurrence of thrombosis in the following year based on the stiffness values of the proximal part of the venous thrombus and lethal outcome based on the stiffness of the thrombus in the inferior vein of the affected limb.

**KEYWORDS:** deep vein thrombosis, duplex scanning of veins of lower extremities, shear wave ultrasound elastography, forecast.

**CONFLICT OF INTEREST.** The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Общая заболеваемость взрослого населения по строке «флебит, тромбоз флебит» в Российской Федерации в 2011–2021 гг. снизилась с 199 до 171 случаев на 100 тысяч взрослого населения, оставаясь достаточно высокой [1].

Среди госпитализированных с тромбозом глубоких вен (ТГВ) нижних конечностей тромбоз илиокавальных и бедренных вен составил 58,1 % (n = 105), при клинических признаках тромбоэмболии легочной артерии

(ТЭЛА) – 78,4 % (n = 602) [2,3]. Особенностью проксимального тромбоза в сравнении с тромбозом вен голени считают более частое развитие рецидивов и посттромботической болезни [4].

Принципиально важным является выделение лиц с возможным неблагоприятным течением ТГВ на постгоспитальном этапе. В клинических рекомендациях 2023 г. шкалы оценки риска развития/рецидива венозных тромбозных осложнений основаны на клинико-анамнестических данных и лабораторных показателях [5]. В то же время, для верификации тромба вен нижних конечностей доказана высокая чувствительность (94,0 %) и специфичность (97,3 %) дуплексного сканирования [6]. Вместе с тем, четкие критерии показаний и сроков проведения ультразвукового обследования после выписки пациентов с ТГВ из стационара отсутствуют [7]. Немногочисленные исследования последних лет свидетельствуют, что дополнение дуплексного сканирования вен нижних конечностей эластографией сдвиговой волной, количественно оценивающей плотность венозного тромба, повышает объективность определения его возраста и эмбологенности [8, 9].

**Цель исследования** – по результатам анализа данных эластографии сдвиговой волной тромбов подвздошных и бедренных вен в острый период заболевания выделить прогностически значимые для постгоспитальных исходов ультразвуковые показатели.

## Материал и методы

Проанализированы клинико-анамнестические и ультразвуковые показатели 153 пациентов (76 женщин и 77 мужчин) от 18 до 89 лет с тромбозом подвздошных и бедренных вен нижних конечностей, проходивших стационарное лечение в медико-санитарной части Казанского (Приволжского) Федерального Университета с января 2022 г. по июнь 2024 г.

Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) Федеральный Университет» (протокол № 48 от 23.05.2024). Все участники исследования подписали информированное добровольное согласие на использование своих медицинских данных в научных целях.

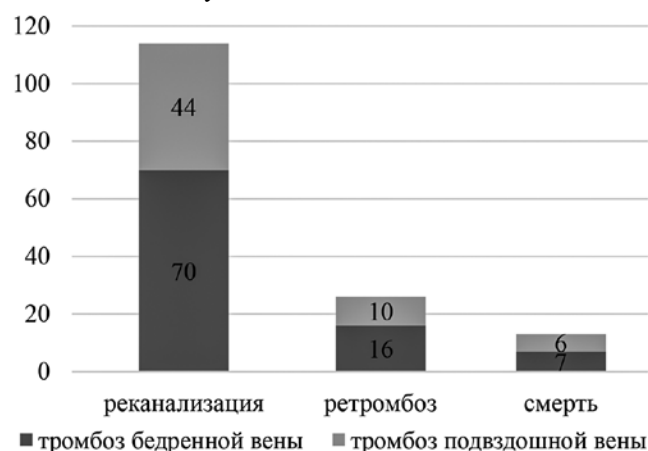


Рисунок 1. Отдаленные исходы тромбоза подвздошной и бедренной вен, абс. число пациентов

Всем пациентам в первый, третий и шестой день госпитализации на ультразвуковом аппарате Aixplorer (Supersonic Imagine, Франция) провели дуплексное сканирование вен нижних конечностей с эластографией сдвиговой волной тромба подвздошной вены конвексным датчиком (1–6 МГц), бедренных, подколенных и заднебольшеберцовых вен – линейным датчиком (2–10 МГц). По уровню проксимальной границы тромба обследованных разделили на две группы: с тромбозом подвздошной (n = 60) и бедренной (n = 93) вен. После визуализации тромба для осуществления эластографии сдвиговой волной контрольный объем фиксировали на проксимальную часть тромба при подвздошном тромбозе – в подвздошной вене, при бедренном тромбозе – в бедренной вене. При исследовании подколенной и задних большеберцовых вен контрольный объем устанавливали на среднюю часть тромба. По результатам трехкратного измерения программа рассчитывала средний (mean), минимальный (min) и максимальный (max) значения модуля Юнга, отражающего степень жесткости тромба в единицах килопаскаль (кПа).

В первые часы госпитализации 48 пациентам с клиническими признаками ТЭЛА и/или эхокардиографическими критериями острого легочного сердца согласно клиническим рекомендациям 2023 г. проводили рентгеновскую компьютерную томографию грудной полости с внутривенным контрастированием [5]. Повторный клинический и ультразвуковой осмотр с оценкой исхода ТГВ нижних конечностей в виде полной или частичной реканализации, ретромбоза и смерти осуществляли через 6–12 месяцев после госпитализации.

Статистическую обработку данных проводили с использованием надстройки для Microsoft Excel AtteStat: версия 12.0.5 (И. П. Гайдышев, Россия). Вид распределения рядов определяли по критерию Колмогорова-Смирнова, статистическую значимость различий непараметрическим методом по критерию Манна-Уитни. Результаты представлены в виде среднего значения  $\pm$  стандартное отклонение, медианы (Me), минимальной–максимальной величин. Критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез принят  $p < 0,05$ .

Математический анализ проводили в среде системы R v.3.4.4. с применением метода машинного обучения Random Forest, используемого при выборе наиболее важных независимых переменных методом перекрестной проверки и сравнения моделей [10]. Прогностически значимые параметры отбирали из 9 клинико-анамнестических и 40 инструментальных переменных. Критериями качества классификатора служили коэффициенты Accuracy и Gini.

## Результаты

В первый год после острого ТГВ нижних конечностей летальный исход наблюдали у 13/8,5 % человек; рецидив заболевания у 26/17,0 % пациентов; частичную реканализацию диагностировали у 113/73,9 % и полную реканализацию – у 1/0,6 % (рис. 1).

Ретроспективный анализ установил, что период от появления симптомов до обращения за медицинской помощью при постгоспитальном исходе «смерть» варьировал в области  $10,7 \pm 15,2$  дней (Me = 5; min 5–max 60); «ретромбозе» –  $10,7 \pm 9,3$  дней (Me = 7; от 3 до 48);

Таблица 1

**Значения модуля Юнга в первый день госпитализации при тромбозе подвздошной и бедренной вен в зависимости от постгоспитального исхода, кПа**

| Модуль Юнга | Тромбоз подвздошной вены       |                                 |                                |        |       | Тромбоз бедренной вены        |                                 |                               |             |       |
|-------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------|-------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------|-------|
|             | Реканализация (n = 44)         | Ретромбоз (n = 10)              | Смерть (n = 6)                 | p1     | p2    | Реканализация (n = 70)        | Ретромбоз (n = 16)              | Смерть (n = 7)                | p1          | p2    |
| I.mean      | 19,6 ± 8,8<br>16,9; 5,8–36,7   | 37,5 ± 12,7*<br>38,2; 17,7–54,6 | 15,4 ± 8,7<br>11,7; 6,3–28,7   | 0,0001 | 0,083 | —                             | —                               | —                             | —           | —     |
| I.min       | 7,4 ± 6,2<br>5,0; 0,4–23,3     | 13,9 ± 6,4*<br>14,2; 4,9–25,0   | 4,9 ± 5,4<br>2,8; 1,1–15,6     | 0,002  | 0,148 | —                             | —                               | —                             | —           | —     |
| I.max       | 26,3 ± 11,1<br>24,7; 7,2–56,7  | 49,7 ± 17,8*<br>47,3; 21–85,4   | 21,5 ± 14,8<br>15,1; 7,0–46,4  | 0,0001 | 0,135 | —                             | —                               | —                             | —           | —     |
| F.mean      | 20,4 ± 10,6<br>15,0; 6,1–48,7  | 26,8 ± 8,7*<br>28,2; 12,0–38,6  | 11,8 ± 6,3*<br>11,1; 4,5–19,1  | 0,027  | 0,017 | 16,3 ± 9,8<br>13,8; 5,6–45,1  | 37,5 ± 13,8*<br>37,3; 6,3–59,0  | 13,1 ± 2,2<br>13,3; 9,7–16,3  | <<br>0,0001 | 0,423 |
| F.min       | 8,3 ± 9,4<br>3,8; 0,3–36,5     | 10,5 ± 6,6<br>10,9; 0,8–18,6    | 3,0 ± 3,4*<br>2,2; 0,2–9,7     | 0,130  | 0,026 | 6,0 ± 6,4<br>3,9; 0,2–29,8    | 18,0 ± 8,7*<br>21,1; 0,3–29,3   | 4,7 ± 3,2<br>4,3; 1,1–11,3    | <<br>0,0001 | 0,430 |
| F.max       | 29,5 ± 12,0<br>27,3; 12,3–58,0 | 35,7 ± 8,1*<br>36,3; 19,0–47,0  | 17,0 ± 11,0*<br>13,9; 5,6–35,0 | 0,032  | 0,009 | 23,0 ± 12,4<br>20,0; 7,7–55,4 | 46,7 ± 18,5*<br>48,8; 8,3–81,7  | 16,7 ± 2,9<br>16,3; 11,3–20,0 | <<br>0,0001 | 0,152 |
| P.mean      | 17,4 ± 7,3<br>16,3; 6,1–39,8   | 25,2 ± 9,2*<br>23,2; 11,0–40,0  | 15,1 ± 8,3<br>15,7; 5,9–29,0   | 0,004  | 0,228 | 18,4 ± 7,7<br>17,0; 6,0–39,7  | 27,2 ± 8,5*<br>27,2; 12,7–45,3  | 14,8 ± 4,3<br>14,9; 8,8–21,0  | 0,0002      | 0,140 |
| P.min       | 6,8 ± 5,9<br>4,4; 0,7–26,3     | 10,9 ± 4,8*<br>12,5; 3,0–17,6   | 2,9 ± 1,4*<br>3,2; 0,2–4,4     | 0,012  | 0,020 | 7,1 ± 5,7<br>5,2; 0,6–28,0    | 15,3 ± 5,3*<br>16,0; 5,2–25,3   | 3,9 ± 1,3*<br>4,4; 1,3–5,3    | <<br>0,0001 | 0,046 |
| P.max       | 23,8 ± 8,9<br>23,0; 10,3–49,0  | 33,0 ± 8,0*<br>33,2; 19,0–46,3  | 18,0 ± 6,1<br>17,7; 11,7–29,2  | 0,002  | 0,055 | 25,0 ± 10,6<br>23,7; 8,7–52,0 | 37,9 ± 16,0*<br>36,5; 18,7–84,3 | 19,2 ± 3,0<br>20,3; 14,2–23,3 | 0,0006      | 0,083 |
| T.mean      | 16,8 ± 5,5<br>15,7; 4,2–29,7   | 19,3 ± 9,8<br>18,2; 2,5–36,6    | 17,0 ± 3,4<br>15,9; 13,3–22,0  | 0,155  | 0,388 | 19,2 ± 7,4<br>16,7; 9,4–49,7  | 22,2 ± 8,9<br>20,8; 14,0–45,0   | 17,0 ± 4,9<br>16,7; 11,0–25,8 | 0,065       | 0,294 |
| T.min       | 6,1 ± 4,4<br>4,7; 0,8–18,0     | 6,6 ± 4,4<br>6,0; 1,1–17,3      | 2,5 ± 1,2*<br>2,9; 0,5–3,7     | 0,345  | 0,008 | 7,0 ± 6,7<br>4,4; 0,9–47,0    | 10,0 ± 7,3*<br>8,0; 4,3–34,6    | 6,4 ± 3,6<br>7,1; 2,8–13,1    | 0,005       | 0,405 |
| T.max       | 23,0 ± 6,9<br>21,3; 9,4–36,3   | 24,9 ± 11,8<br>23,8; 3,5–40,3   | 20,4 ± 4,6<br>18,9; 15,3–28,3  | 0,278  | 0,151 | 25,0 ± 9,2<br>22,7; 11,9–51,0 | 29,4 ± 8,8*<br>28,4; 17,3–49,6  | 21,8 ± 6,9<br>19,0; 16,7–36,6 | 0,026       | 0,200 |

Примечание. I, F, P и T – тромбы подвздошной, бедренной, подколенной и заднебольшеберцовой вен; mean, min и max – средний, минимальный и максимальный модули Юнга; p1 – величина статистической значимости различий между группами «реканализация» и «ретромбоз», p2 – сравнение групп «реканализация» и «смерть», \* – статистически значимые различия между группами. Данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения (Mean ± SD), медианы (Me), минимального и максимального значений (min–max).

«реканализации» –  $15,2 \pm 13,8$  дней (Me = 7; от 0 до 60) в отсутствии статистически значимых различий между перечисленными группами. Во время стационарного лечения компьютерная томография грудной полости выявила массивную ТЭЛА (тромбоэмболы в основном стволе и главных ветвях легочной артерии) при исходе «смерть» у 3/23,1 % больных; «реканализация» – у 19/16,7 %, «ретромбоз» – у 1/3,8 % в отсутствии значимых различий между показателями перечисленных групп.

Ретроспективный анализ значений модуля Юнга венозного тромба у лиц с тромбозом подвздошной и бедренной вен, полученных на этапе госпитализации, определил, что в группе с исходом «ретромбоз» они были выше, чем в группах с исходом «реканализация» и «смерть», при которых диапазон показателей практически совпадал (табл.)

Выделены показатели ультразвуковой эластографии сдвиговой волной, разделяющие варианты исхода постгоспитальный «ретромбоз» и «реканализация + смерть», с максимальными коэффициентами Ассигасу и Gini. При тромбозе подвздошной

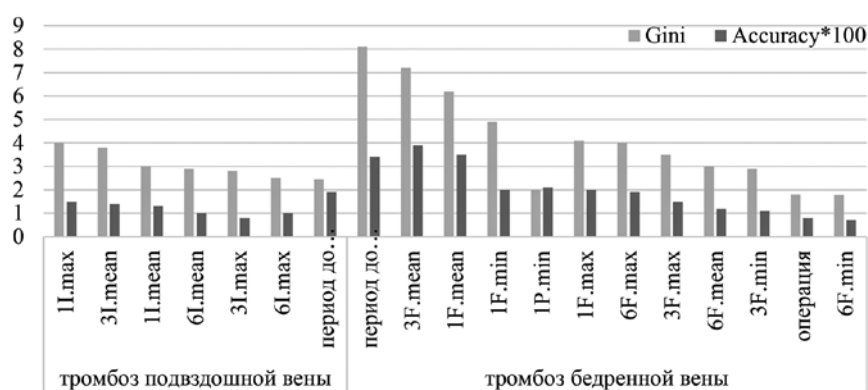


Рисунок 2. Максимальные коэффициенты Accuracy и Gini, разделяющие развитие исхода «ретромбоз» от «реканализация» и «смерть» у пациентов с тромбозом подвздошной и бедренной вен. 1, 3 и 6 – первый, третий и шестой дни госпитализации; I, F, и P – тромбы подвздошной, бедренной и подколенной вен; mean, min и max – средний, минимальный и максимальный модули Юнга; период – срок от появления симптомов до госпитализации, операция – проведение оперативного вмешательства по поводу ТГВ

вены таковыми оказались значения максимальных и средних модулей Юнга тромба подвздошной вены в первый, третий и шестой день госпитализации; при тромбозе бедренной вены – величины максимальных, средних и минимальных модулей Юнга тромба бедренной вены в первый, третий и шестой день госпитализации и минимального модуля Юнга подколенной вены в первый день госпитализации (рис. 2).

Согласно нашим расчетам для разъединения вероятности развития «реканализации» и «смерть» при тромбозе подвздошной вены наивысшей значимостью обладала величина максимального модуля Юнга тромба бедренной вены в первый день госпитализации; при тромбозе бедренной вены – аналогичный показатель подколенной вены (рис. 3).

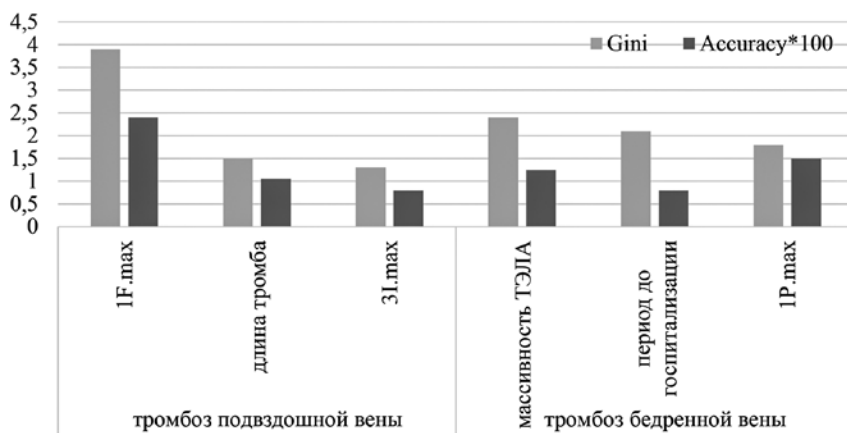


Рисунок 3. Максимальные коэффициенты Accuracy и Gini, разделяющие развитие исхода «реканализация» от «смерти» у пациентов с тромбозом подвздошной и бедренной вен. 1 и 3 – первый и третий дни госпитализации; I, F и P – тромбы подвздошной, бедренной и подколенной вен, max – максимальный модуль Юнга; длина тромба – протяженность флотирующей головки тромба; массивность ТЭЛА – уровень локализации тромбозов в легочной артерии по данным компьютерной томографии грудной полости

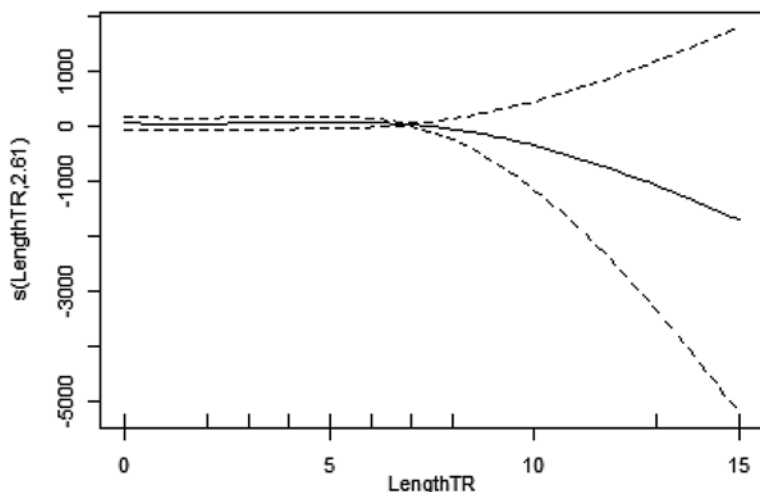


Рисунок 4. Кривая нелинейной зависимости постгоспитального исхода у пациентов с тромбозом подвздошной вены от длины тромба во время госпитализации, пунктир – 95-й доверительный интервал

Из клиничко-анамнестических показателей как при тромбозе подвздошной, так и бедренной вены максимально важным для прогноза исходов «реканализация» и «смерть» выступила длительность догоспитального периода болезни. Кроме того, для дифференциации постгоспитальных исходов «реканализация» и «смерть» при тромбозе подвздошной вены определена длина флотирующей части тромба, при тромбозе бедренной вены – массивность ТЭЛА.

Среди 60 пациентов с тромбозом подвздошной вены флотирующую верхушку тромба более 4 см визуализировали у 13 человек: в группе пациентов с «реканализацией» у 8 из 44 (18,2%); с «ретромбозом» – у 1 из 10 (10%) и среди умерших – у 4 из 6 (66,7%). Следовательно, среди пациентов с летальным исходом флотирующая верхушка тромба более 4 см встречается статистически значимо чаще, чем при более благополучном исходе «реканализация» ( $p = 0,036$ ). Длина тромба варьировала в зависимости от исхода тромбоза подвздошной вены:  $6,5 \pm 3,8$  см ( $Me = 5$ ; 4–15); 5 см и  $7,0 \pm 4,2$  см ( $Me = 5,5$ ; 4–13) соответственно. Кривая зависимости исхода от длины флотирующей головки тромба характеризовалась наличием плато при длине менее 7 см и выраженной нелинейностью при длине верхушки тромба более 7 см (рис. 4).

## Обсуждение

Среди клиничко-анамнестических показателей, по результатам нашего анализа, единственным значимым фактором риска неблагоприятного постгоспитального течения ТГВ оказалась продолжительность предгоспитального периода: от появления симптомов до госпитализации. В данное исследование включены

только случаи ТГВ, имеющие показания к госпитализации из-за высокого риска осложнений и/или показаний к хирургическому вмешательству [5].

Ранняя госпитализация, как правило, свидетельствует о ярком тяжелом клиническом течении ТГВ. Позднее обращение за медицинской помощью, как правило, происходит из-за переплетения симптомов основного и сопутствующего заболевания. По мере удлинения догоспитального периода изменяется состав венозных тромбов, вызывая их ретракцию и/или фрагментацию. Указанные процессы повышают жесткость тромба, регистрируемое эластографией сдвиговой волной. Уменьшение пространства между структурами тромба существенно снижает проницаемость сгустков, ограничивает доступ тромболитиков и вызывает резистентность к тромболитической терапии [11]. Повышенная жесткость тромба в сочетании с неэффективной антикоагулянтной терапией в отсутствие оперативного вмешательства и поздней госпитализации повышает вероятность рецидивов в постгоспитальном периоде.

Расширение диапазона значений модуля Юнга связывают сочетанием жестких и мягких компонентов тромба, что на экране проявляется мозаичным окрашиванием. Неоднородность «стареющего» венозного тромба объясняется происходящими в нем процессами ретракции и аутолиза – мягкоэластичные компоненты отражают реканализацию и формирование нового кровотока [12]. Считают, что через шесть месяцев ремоделирование тромба и утолщение стенок вен из-за развития фиброза приводит к остаточной венозной окклюзии, визуализирующейся при ультразвуковом исследовании как частичная реканализация [13].

Клинические рекомендации 2023 г. указывают на невысокую значимость метрической оценки тромба при решении вопроса о его эмболенности в острый период. Однако, по данным ретроспективного анализа постгоспитальных исходов, длина флотирующей верхушки тромба более 7 см ассоциируется с большим числом (в 34 случаях из 36) эмболий в кава-фильтре [14]. По нашим данным, флотирующая головка тромба длиной 4–7 см прогностически значима для частичной

реканализации тромба подвздошной вены на протяжении года после выписки из стационара, тогда как при длине более 7 см исход непредсказуем, что демонстрирует график зависимости постгоспитального исхода от длины тромба (рис. 4). Дальнейшие исследования в данной области представляют практический и теоретический интерес.

## Ограничение исследования

Исследование является одноцентровым с небольшим количеством пациентов и ограничивается одногодичным наблюдением.

## Заключение

Результаты эластографии сдвиговой волной на госпитальном этапе ведения пациентов с ТГВ позволяют прогнозировать рецидив тромбоза в последующий год исходя из значений жесткости проксимальной части венозного тромба и летальный исход – по жесткости тромба в нижерасположенной вене пораженной конечности.

## Список литературы / References

- Котова Е.Г., Кобякова О.С., Александрова Г.А., Голубев Н.А., Оськов Ю.И., Поликарпов А.В., Шелепова Е.А. Общая заболеваемость взрослого населения России в 2021 году: статистические материалы. М.: ЦНИИОИЗ Минздрава России; 2022. 164 с. Kotova EG, Kobayakova OS, Aleksandrova GA, Golubev NA, Oskov Yul, Polikarpov AV, Shelepova EA. General morbidity of the adult population of Russia in 2021: statistical materials. Moscow: Central Research Institute of Oncology and Microbiology of the Ministry of Health of the Russian Federation; 2022. 164p. Russian.
- Сажин А.В., Лебедев И.С., Гаврилов С.Г., Нечай Т.В., Шишкина Д.И., Нечай В.С., Ефремова О.И., Кириенко А.И. Источники тромбозомболии легочных артерий по данным патологоанатомического и клинического исследований Флебология 2019;13(3):202–10. doi: 10.17116/flebo201913031202.
- Sazhin AV, Lebedev IS, Gavrilov SG, Nechay TV, Shishkina DI, Nechay VS, Efremova OI, Kirienko AI Causes of pulmonary embolism according to autopsies and clinical examination Flebologiya 2019;13(3):202–10. Russian. doi: 10.17116/flebo201913031202.
- Хасанов В.Р. Клинико-ультразвуковые характеристики лечения больных острым тромбозом глубоких вен нижней конечности. Новый день в медицине. 2020;2(30):595–8. Hasanov VR Clinical and ultrasound characteristics of treatment of patients with acute thrombosis of deep lower extremity. A new day in medicine. 2020;2(30):595–8. Russian.
- Солдатский Е.Ю., Юмин С.М., Хабазова К.Р., Андрияшкин А.В. Отдаленные результаты лечения тромбоза глубоких вен голени и бедренно-подколенного сегмента. Флебология. 2014;8(1):40–9. Soldatsky EYu, Yumin SM, Khabazova KR, Andriyashkin AV. The late results of the treatment of distal and femoral-popliteal deep venous thrombosis. Journal of Venous Disorders. 2014;8(1):40–9. Russian.
- Северстов Е.И., Лобастов К.В., Илюхин Е.А., Апханова Т.В., Ахметзянов Р.В., Ахтямов И.Ф., Баринов В.Е., Бахметьев А.С., Белов М.В., Бобров С.А., Божкова С.А., Бредихин Р.А., Булатов В.А., Вавилова Т.В., Варданян А.В., Воробьева Н.А., Гаврилов Е.К., Гаврилов С.Г., Голюнова В.И., Горин А.С., Дженина О.В., Дианов С.В., Ефремова О.И., Жуковец В.В., Замятин М.Н., Игнатова И.А., Калинин Р.Е., Каммаев А.А., Капунцов О.А., Каримова Г.Н., Карпенко А.А., Касимова А.Р., Катеиницкая О.В., Катеиницкий И.И., Каторкин С.Е., Князев Р.И., Конкутова Т.В., Копенкин С.С., Кошевой А.П., Кравцов П.Ф., Крылов А.Ю., Кульчицкая Д.Б., Лаберко Л.А., Лебедев И.С., Маланин Д.А., Матюшкин А.В., Мжаванадзе Н.Д., Моисеев С.В., Муштин Н.Е., Николаева М.Г., Пелевин А.В.,

Петриков А.С., Пирадов М.А., Пиханова Ж.М., Поддубная И.В., Порембская О.Я., Потапов М.П., Пырегов А.В., Рачин А.П., Рагачевский О.В., Рябинкина Ю.В., Сапелкин С.В., Сонькин И.Н., Сорока В.В., Сушков С.А., Стасищев И.В., Тихилов Р.М., Трякин А.А., Фокин А.А., Хороненко В.Э., Хруслас М.В., Цатурян А.Б., Цед А.Н., Черкашин М.А., Чечулова А.В., Чуйко С.Г., Шиманко А.И., Шмаков Р.Г., Явлов И.С., Яшкин М.Н., Кириенко А.И., Золотухин И.А., Стойко Ю.М., Сушков И.А. Профилактика, диагностика и лечение тромбоза глубоких вен. Рекомендации российских экспертов. Флебология. 2023;17(3):152–296. doi: 10.17116/flebo202317031152.

- Seliverstov EI, Lobastov KV, Ilyukhin EA, Apkhanova TV, Akhmetzyanov RV, Akhtyamov IF, Barinov VE, Bakhmetiev AS, Belov MV, Bobrov SA, Bozhkova SA, Bredikhin RA, Bulatov VL, Vavilova TV, Vardanyan AV, Varabiev NA, Gavrilov EK, Gavrilov SG, Golovina VI, Gorin AS, Dzhennina OV, Dianov SV, Efremova OI, Zhukovets VV, Zamyatin MN, Ignatiev IA, Kalinin RE, Kamayev AA, Kapunov OA, Karimova GN, Karpenko AA, Kasimova AR, Katselnitskaya OV, Katselnitsky II, Katorkin SE, Knyazev RI, Konchugova TV, Kopenkin SS, Koshevoy AP, Kravtsov PF, Krylov AYU, Kulchitskaya DB, Laberko LA, Lebedev IS, Malanin DA, Matyushkin AV, Mzhavanadze ND, Moiseev SV, Mushitin NE, Nikolaeva MG, Pevlevin AV, Petrikov AS, Piradov MA, Pikhanova ZhM, Poddubnaya IV, Porembskaya OYa, Potapov MP, Pyregov AV, Rachin AP, Ragachevsky OV, Ryabinkina YuV, Sapelkin SV, Sonkin IN, Soroka VV, Sushkov SA, Schastlivtsev IV, Tikhilov RM, Tryakin AA, Fokin AA, Khoronenko VE, Khurslov MV, Tsaturyan AB, Tsed AN, Cherkashin MA, Chchulova AV, Chuko SG, Shimankov AI, Shmakov RG, Yavelov IS, Yashkin MN, Kirienko AI, Zolotukhin IA, Stoyko YuM, Suchkov IA. Prevention, Diagnostics and Treatment of Deep Vein Thrombosis. Russian Experts Consensus. Flebologiya. 2023;17(3):152–296. Russian. doi: 10.17116/flebo202317031152.
- Bhatt M, Braun C, Patel P, Patel P, Begum H, Wiercioch W, Varghese J, Wooldridge D, Alturkmani HJ, Thomas M, Baig M, Bahaj W, Khalil R, Kehar R, Ponnareddy R, Sehfi A, Mustafa A, Nieuwlaar R, Lim W, Bates SM, Lang E, Le Gal G, Righini M, Husaini NM, Kalot MA, Al Jabri YN, Schünemann HJ, Mustafa RA. Diagnosis of deep vein thrombosis of the lower extremity: a systematic review and meta-analysis of test accuracy. Blood Adv. 2020;4(7):1250–64. doi: 10.1182/bloodadvances.201900960.
- Akram F, Fan BE, Tan CW, Teoh WC, Prandoni P, Yap ES. The clinical application of venous ultrasound in diagnosis and follow-up of lower extremity deep vein thrombosis (DVT): a case-based discussion. Thromb J. 2023;21(1):110. doi: 10.1186/s12959-023-00550-y.
- Santini P, Esposto G, Ainora ME, Lupascu A, Gasbarini A, Zocco MA, Pala R. Ultrasound Elastography To Assess Age of Deep Vein Thrombosis: A Systematic Review. Diagnostics (Basel). 2023;13(12):2075. doi: 10.3390/diagnostics13122075.
- Акрамова Э.Г., Капустина Е.П. Эластография сдвиговой волной тромбов глубоких вен нижних конечностей при осложнении тромбозомболии легочной артерии: ROC-анализ. Альманах клинической медицины. 2024;52. doi: 10.18786/2072-0505-2024-52-002.
- Akrumova EG, Kapustina EP. Shear wave elastography values of thrombus in patients with lower extremity deep vein thrombosis for pulmonary embolism detection: the ROC analysis. Almanac of Clinical Medicine. 2024; 52. Russian. doi: 10.18786/2072-0505-2024-52-002.
- R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Chernysh IN, Nagaswami C, Kosolapova S, Peshkova AD, Cuker A, Cines DB, Cambor CL, Litvinov RI, Weisel JW. The distinctive structure and composition of arterial and venous thrombi and pulmonary emboli. Sci Rep. 2020; 10(1):1112. doi: 10.1038/s41598-020-59520-x.
- Рычкова И.В., Демидова А.К., Кузнецова А.М., Кривошеева Н.В., Зубарева Е.А., Марущак Е.А. Ультразвуковая эластография в алгоритме диагностики тромбоза глубоких вен нижних конечностей. REJR. 2018; 8(2):178–87. doi: 10.21569/2222-7415-2018-8-2-178-187.
- Rychkova IV, Demidova AK, Kuznetsova AM, Krivosheeva NV, Zubareva EA, Marushchak EA. Ultrasound elastography in the algorithm of diagnostics of deep venous thrombosis of lower extremities. REJR. 2018; 8(2):178–87. Russian. doi: 10.21569/2222-7415-2018-8-2-178-187.
- Chandrasekhar A, Garry J, Gasparis A, Labropoulos N. Vein wall remodeling in patients with acute deep vein thrombosis and chronic postthrombotic changes. J. Thromb. Haemost. 2017;15(10):1989–93. doi: 10.1111/jth.13793.
- Золотухин И.А., Арсланбеков М.М., Ефремова О.И., Лебедев И.С., Леонтьев С.Г., Кириенко А.И. Оценка обоснованности показаний к имплантации каво-фильтров при венозных тромбозомболических осложнениях. Флебология. 2021;15(2):80–6. doi: 10.17116/flebo20211502180.
- Zolotukhin IA, Arslanbekov MM, Efremova OI, Lebedev IS, Leontiev SG, Kirienko AI Validity of indications for inferior vena cava filter placement in patients with venous thromboembolism. Flebologiya. 2021;15(2):80–6. Russian. doi: 10.17116/flebo20211502180

Статья поступила / Received 29.11.2024

Получена после рецензирования / Revised 02.12.2024

Принята в печать / Accepted 16.12.2024

## Сведения об авторах

**Акрамова Эндже Гамировна**, д.м.н., доцент, врач отделений ультразвуковой и функциональной диагностики<sup>1</sup>, профессор кафедры профилактической медицины Института фундаментальной медицины и биологии<sup>2</sup>. E-mail: akendge@rambler.ru. ORCID: /0000-0002-1900-7726

**Савельев Анатолий Александрович**, д.б.н., профессор, ведущий научный сотрудник учебно-научной лаборатории (центр агро- и экобиотехнологий) Института экологии и природопользования<sup>2</sup>. E-mail: anatoly.saveliev.aka.saa@gmail.com. ORCID: 0000-0002-6270-7744

**Капустина Екатерина Павловна**, врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой диагностики<sup>1</sup>, ассистент кафедры профилактической медицины Института фундаментальной медицины и биологии<sup>2</sup>. E-mail: kap-katya85@yandex.ru. ORCID: 0009-0001-1053-7309

<sup>1</sup>Медико-санитарная часть ФГАУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань

<sup>2</sup>ФГАУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань

**Автор для переписки:** Акрамова Эндже Гамировна. E-mail: akendge@rambler.ru

## About authors

**Akrumova Endge G.**, DM Sci (habil.), associate professor, doctor at Depts of ultrasound and functional diagnostics<sup>1</sup>, professor at Dept of Preventive Medicine of Institute of Fundamental Medicine and Biology<sup>2</sup>. E-mail: akendge@rambler.ru. ORCID: /0000-0002-1900-7726

**Saveliev Anatoly A.**, Dr Bio Sci, professor, leading researcher at Educational and Scientific Laboratory "Center for Agro- and Ecobiotechnology" of the Institute of Ecology and Nature Management<sup>2</sup>. E-mail: anatoly.saveliev.aka.saa@gmail.com. ORCID: 0000-0002-6270-7744

**Kapustina Ekaterina P.**, doctor at Dept of Ultrasound Diagnostics<sup>1</sup>, assistant professor at Dept of Preventive Medicine of Institute of Fundamental Medicine and Biology<sup>2</sup>. E-mail: kap-katya85@yandex.ru. ORCID: 0009-0001-1053-7309

<sup>1</sup>University clinic Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

<sup>2</sup>Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

**Corresponding author:** Akrumova Endge G. E-mail: akendge@rambler.ru

**Для цитирования:** Акрамова Э.Г., Савельев А.А., Капустина Е.П. Значимость показателей ультразвуковой эластографии сдвиговой волной при прогнозе одногодичных постгоспитальных исходов тромбоза глубоких вен нижних конечностей. Медицинский алфавит. 2024; (35): 95–99. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-35-95-99>

**For citation:** Akrumova E.G., Saveliev A.A., Kapustina E.P. Significance of shear wave ultrasound elastography in predicting one-year posthospital outcomes of lower extremity deep vein thrombosis. Medical alphabet. 2024; (35): 95–99. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-35-95-99>