

Клиническая медицина

Clinical medicine

УДК 616-079.8:616-005.1-08 DOI: 10.34852/GM3CVKG.2025.67.92.051

© Коллектив авторов, 2025

Цыган Н.В.¹, Гуляев Н.И.², Рябцев А.В.¹, Наумов К.М.¹, Чаплиев И.Ю.¹, Салыгина Д.С.³, Симутис Й.С.³

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ НАРУШЕНИЙ ГЕМОСТАЗА ПРИ ЦЕРЕБРОВАСКУЛЯРНОЙ БОЛЕЗНИ: МЕТОД НИЗКОЧАСТОТНОЙ ПЬЕЗОТРОМБОЭЛАСТОГРАФИИ

¹ ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия² ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневецкого» Минобороны России, Красногорск, Россия³ ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр им. Л.Г. Соколова Федерального медико-биологического агентства», Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Основной причиной смерти в Российской Федерации в XXI веке являются сердечно-сосудистые заболевания. По данным Росстата в 2022 г. зарегистрировано более 38 миллионов пациентов с болезнями системы кровообращения (в сравнении с 2010 г. – увеличение на 15%), в том числе: цереброваскулярная болезнь – у 6 649 100 пациентов; ишемическая болезнь сердца – у 7 604 000 пациентов. Основные патогенетические факторы ишемического инсульта связаны с развитием тромбоза в различных отделах сердечно-сосудистой системы, что определяет ведущее направление медикаментозной профилактики – антитромботическую терапию. Изучение современных возможностей оценки гемостаза и её внедрение в клиническую практику является актуальным направлением ангионеврологии, в том числе для выбора тактики персонализированной антитромботической терапии. В статье рассматривается потенциал низкочастотной пьезотромбоэластографии как современного интегрального метода исследования системы гемостаза. Анализируются технические и методологические аспекты этого подхода. Приведены данные, свидетельствующие о способности метода выявлять гиперкоагуляцию у пациентов с ишемическим инсультом, а также контролировать гемостаз при приеме различных антитромботических лекарственных препаратов. Полученные сведения позволяют считать низкочастотную пьезотромбоэластографию перспективным инструментом в ангионеврологической практике, хотя для её широкого применения необходимы дальнейшие исследования по стандартизации референсных значений и оценке воспроизводимости.

Ключевые слова: низкочастотная пьезотромбоэластография, НПТЭГ, ТЭГ, тромбэластография, неврология, цереброваскулярная болезнь, инсульт, гемостаз.

Tsygan N.V.¹, Gulyaev N.I.², Ryabtsev A.V.¹, Naumov K.M.¹, Chapliev I.U.¹, Salygina D.S.³, Simutis Io.S.³

CONTEMPORARY APPROACHES TO THE DIAGNOSTICS OF HEMOSTASIS ALTERATION IN CEREBROVASCULAR DISEASE: LOW-FREQUENCY PIEZOTHROMBOELASTOGRAPHY

¹ Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia² «National Medical Research of High Medical Technologies - Central Military Clinical Hospital named after A.A. Vishnevsky” of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow Region, Russia³ North-West Federal Medical Research Center of the Federal Medical-Biological Agency, Saint Petersburg, Russia

Abstract. Cardiovascular diseases remain the leading cause of mortality in the Russian Federation in the 21st century. According to Rosstat data for 2022, over 38 million patients were registered with diseases of the circulatory system (representing a 15% increase compared to 2010), including cerebrovascular disease in 6 649 100 patients and ischemic heart disease in 7 604 000 patients. The primary pathogenetic factors of ischemic stroke are associated with the development of thrombosis in various parts of the cardiovascular system, which defines the main direction of pharmacological prevention—antithrombotic therapy. The study of modern possibilities for hemostasis assessment and its integration into clinical practice is a relevant direction in angioneurology, including for the choice of personalized antithrombotic therapy tactics. This article examines the potential of low-frequency piezothromboelastography as a modern integral method for assessing the hemostatic system. The technical and methodological aspects of this approach are analyzed. Data are presented that demonstrate the method's ability to detect hypercoagulation in patients with ischemic stroke, as well as to monitor hemostasis during the administration of various antiplatelet medications. The obtained information suggests that low-frequency piezothromboelastography is a promising tool in angioneurological practice, although its widespread application requires further research on reference range standardization and reproducibility assessment.

Keywords: low-frequency piezothromboelastography, LF PTEG, TEG, thromboelastography, neurology, cerebrovascular disease, stroke, hemostasis.

Основной причиной смерти в Российской Федерации в XXI веке являются сердечно-сосудистые заболевания. По данным Росстата в 2022 г. зарегистрировано более 38 миллионов пациентов с болезнями системы кровообращения (в сравнении с 2010 г. – увеличение на 15%), в том числе: цереброваскулярная болезнь – у 6 649 100 пациентов; ишемическая болезнь сердца – у 7 604 000 пациентов [1].

По данным Всемирной организации здравоохранения, несмотря на значительные достижения в диагностике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний отмечается стойкий рост смертности от инсульта и инфаркта миокарда на протяжении последних трех десятилетий до уровня 18 миллионов человек в год в 2019 г. [2].

Основные патогенетические факторы ишемического инсульта связаны с развитием тромбоза в различных отделах сердечно-сосудистой системы, что нашло отражение в классификации подтипов ишемического инсульта TOAST [3]:

- кардиоэмболический – при различных патологиях сердца с последующим развитием кардиоцеребральной эмболии;
- атеротромботический – вследствие атеросклероза крупных артерий;
- лакунарный – вследствие окклюзии мелких перфорантных артерий.

Важным звеном патогенеза любого подтипа ишемического инсульта является дисбаланс системы коагуляции и фибринолиза с формированием тромба – в камерах сердца, в просвете магистральных или мелких артерий, а также вен (парадоксальная эмболия). В литературе представлены лабораторные данные, свидетельствующие о связи между ишемическим инсультом и гиперкоагуляцией:

- по данным тромбоэластографии гиперкоагуляция наблюдалась у 29-38% пациентов с ишемическим инсультом [4, 5];
- повышение уровня D-димера при кардиоэмболическом инсульте, инфаркте мозга, связанном с раком, а также на фоне COVID-19 [6-8];
- гиперфибриногенемия ассоциирована с долгосрочной смертностью у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения [9, 10].

В большинстве случаев основой медикаментозной (как первичной, так и вторичной) профилактики ишемического инсульта является антитромботическая (антиагрегантная и антикоагулянтная) терапия, схема и доза которых определяются согласно клиническим рекомендациям и инструкциям по применению лекарственных препаратов. Данный подход в большинстве случаев не учитывает особенности индивидуального гемостатического профиля и не включает персонализирован-

ную лабораторную оценку эффективности и безопасности антитромботической терапии (за исключением контроля уровня МНО при приеме варфарина, в ряде случаев – оценки анти-Ха-активности при приеме прямых оральных антикоагулянтов).

Таким образом, изучение современных возможностей оценки гемостаза и её внедрение в клиническую практику является актуальным направлением ангионеврологии, в том числе для выбора тактики персонализированной антитромботической терапии у пациентов с цереброваскулярной болезнью.

Методы исследования гемостаза разделяют на две группы:

- классические клоттинговые тесты (например, протромбиновый тест, оценка концентрации фибриногена, активированного частичного тромбопластинового времени, тромбинового времени);
- интегральные тесты (тромбодинамика, тромбоэластография, ротационная тромбоэластометрия, низкочастотная пьезотромбоэластография).

Интегральные тесты, как правило, выполняются у постели пациента, что значительно уменьшает влияние особенностей преаналитического этапа на результаты исследования. Важным преимуществом интегральных тестов является формирование представления о состоянии системы гемостаза в целом, а не только об активности отдельных факторов свертывающей или противосвертывающей систем.

Тромбодинамика является первым и единственным на сегодняшний день клиническим лабораторным тестом, учитывающим пространственную организацию процесса роста фибринового сгустка [11].

Технология тромбоэластографии впервые была предложена в 1948 г. [11]. В основе метода лежит оценка вязкоэластических свойств формирующегося тромба. Тромбоэластография является интегральным тестом, однако также позволяет оценивать функциональную активность различных составляющих системы гемостаза. Преимуществами тромбоэластографии являются быстрота и простота выполнения, отсутствие необходимости в пробоподготовке, оценка гемостаза в цельной крови и при реальной температуре тела пациента.

В настоящее время в мире существуют две основные технологии тромбоэластографии – классическая тромбоэластография и ротационная тромбоэластометрия. На сегодняшний день выбор технологии тромбоэластографии зависит от особенностей пациентов и лабораторной диагностики в конкретном лечебно-профилактическом учреждении, при этом основными ограничениями классической тромбоэластографии и ротационной

тромбоэластометрии остаются широкое распространение выполнения исследований врачами, не являющимися специалистами лабораторной диагностики, а также недостаточная стандартизованность методик. В 2020-2024 гг. в электронной базе Pubmed появилось более 2000 публикаций, посвящённых тромбоэластографии, однако многие из публикаций неоднозначны. Важно, что одним из перспективных направлений применения тромбоэластографии рассматривается мониторинг эффективности антитромботической терапии [11].

Метод низкочастотной пьезотромбоэластографии был разработан И.И. Тютриным в 1991 г. [11]. Согласно Национальному руководству «Система гемостаза. Теоретические основы и клиническая практика» (2025 г.), низкочастотная пьезотромбоэластография выполняется на всех этапах диагностики, лечения и профилактики, а также позволяет в режиме реального времени:

- оценивать все фазы свёртывания;
- количественно определять интенсивность прокоагулянтного и антикоагулянтного потенциалов;
- оценивать фармакодинамику антитромботических лекарственных препаратов.

При этом тромбоэластограмма представляет собой графическое изображение относительных значений вязкоупругих свойств крови, происходящих во время коагуляции за период «повреждение сосудистой стенки – достижение максимальной плотности сгустка в процессе его полимеризации и ретракции». Полученные результаты включают амплитудные (плотность сгустка) и временные показатели (скорость образования сгустка), позволяющие провести оценку параметров коагуляции по структурному и хронометрическому профилям соответственно, а также ряд расчетных индексов (рис. 1).

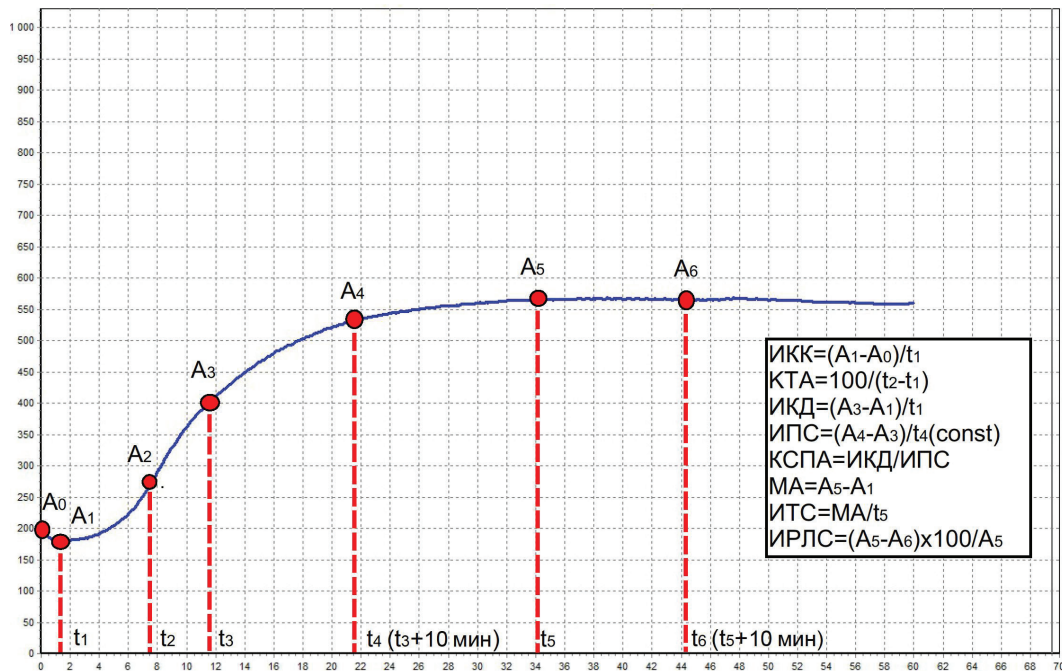


Рис. 1. Низкочастотная пьезотромбоэластография цельной крови здорового добровольца: (A0-A5) – амплитуда низкочастотной пьезотромбоэластографии в относительных единицах (о.е.) на этапах формирования поперечно-сшитого фибрина (ПСФ); A6 – амплитуда на этапе 10-й минуты лизиса сгустка, о.е.; (t1-t5) – временные интервалы этапов фибриногенеза, мин; ТЖ (t3) – точка желирования, соответствующая времени свертывания крови, мин; МА (A5) – максимальная плотность сгустка, о.е.; A0 – начальное значение амплитуды в момент времени t0; t1 – период реакции (время в минутах от начала исследования до достижения минимальной амплитуды низкочастотной пьезотромбоэластографии – A1); A1 – максимальное снижение амплитуды за время t1 (период реакции); t2 – время достижения амплитуды A2 низкочастотной пьезотромбоэластографии, мин; A2 – увеличение амплитуды низкочастотной пьезотромбоэластографии на 100 о.е.; t3 – время свертывания крови (точка желирования), мин; A3 – величина амплитуды низкочастотной пьезотромбоэластографии в точке желирования, о.е.; A4 – значение амплитуды низкочастотной пьезотромбоэластографии через 10 минут после достижения точки желирования, о.е.; A5 – максимальная амплитуда низкочастотной пьезотромбоэластографии, регистрируемая в течение 10 мин; t5 – время достижения максимальной амплитуды низкочастотной пьезотромбоэластографии (A5) (время формирования фибрин-тромбоцитарной структуры сгустка); A6 – значение амплитуды низкочастотной пьезотромбоэластографии через 10 мин после достижения максимальной амплитуды, о.е.; ИКК – интенсивность контактной коагуляции; КТА – константа тромбиновой активности; ИКД – интенсивность коагуляционного драйва; КСПА – коэффициент суммарной противосвертывающей активности; ИПС – интенсивность полимеризации сгустка

Преимуществом метода является применение безцитратного подхода, использование которого может исказить результаты исследования. Низкочастотная пьезотромбоэластография является единственным интегральным тестом исследования системы гемостаза, позволяющим оценить начальную стадию коагуляции [12, 13]. Короткое время (15-25 с) между взятием крови у пациента и помещением его в кювету низкочастотного пьезотромбоэластографа делает полученные результаты наиболее близкими к исследованию *in vivo* [14]. Важным преимуществом является низкая стоимость расходных материалов для выполнения исследования.

Принцип действия низкочастотного пьезотромбоэластографа основан на регистрации изменения сопротивления исследуемой среды резонансным колебаниям иглы резонатора, закрепленной на пьезоэлектрическом элементе и опущенной в кювету с кровью пациента (исследуемой жидкостью). Частота колебаний иглы в воздухе и в жидкости поддерживается равной автоматически. Полезным сигналом является разность амплитуд колебаний иглы в воздухе и в жидкости. Управление электромеханическим трактом осуществляет измерительная схема аппарата, а все вычисления, вывод графиков и параметров исследований, а также управление работой комплекса выполняет персональный компьютер, который использует специализированную компьютерную программу «ГЕМО 5» (актуальная версия – 3.2 от 31.07.2020). Главной измерительной частью является прецизионный пьезоэлектрический датчик, представляю-

щий собой пьезоэлектрический преобразователь, который, с одной стороны, преобразует входное напряжение низкочастотного гармонического сигнала в механические колебания, передающиеся на пробное тело (игла-резонатор оригинальной конструкции), а с другой стороны преобразует механические колебания в напряжение выходного сигнала (рис. 2) [15].

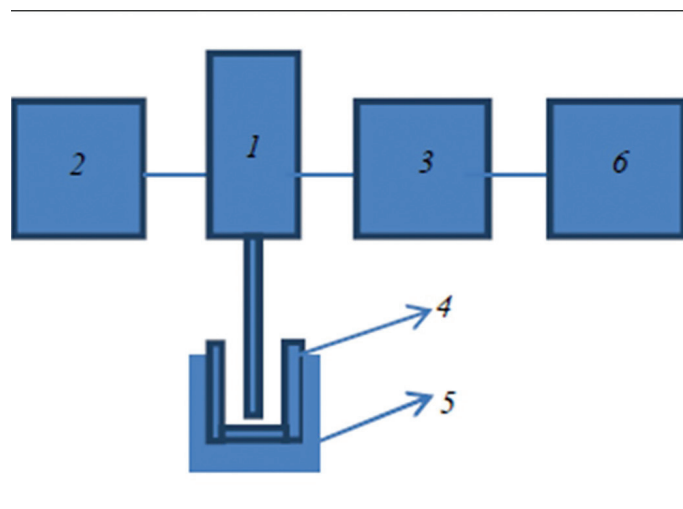
Вариабельность гемостатического статуса в зависимости от множества факторов (степени гидратации, времени суток, наличия сопутствующих заболеваний и т.д.) свидетельствует о важности референсных показателей пьезотромбоэластограммы. Установленные в аппаратно-программном комплексе АРП-01М «Меднорд» референсные показатели основаны на оценке условно-здоровых добровольцев Сибирской популяции. Для удобства пользователей в интерфейсе программного обеспечения ГЕМО-5 предусмотрена возможность редактирования референсных интервалов исходя из собственных наблюдений и локальных данных.

Согласно данным, представленным на сайте производителя низкочастотных пьезотромбоэластографов – компании «Меднорд» [16], одним из потенциальных способов использования низкочастотной пьезотромбоэластографии является оценка эффективности антитромботических лекарственных препаратов:

- при использовании ацетилсалициловой кислоты, клопидогрела или дипиридамола t_1 увеличивается не менее, чем в 2 раза, а интенсивность контактной коагуляции (ИКК) снижается не менее чем в 2 раза;



А



Б

Рис. 2. А – Аппаратно-программный комплекс АРП-01М «Меднорд» (низкочастотный пьезотромбоэластограф); Б – структурно-измерительная схема аппарата

- при использовании гепарина, дабигатрана, апиксабана, ривароксабана, варфарина или фраксипарина t_2 увеличивается не менее, чем в 3 раза, t_3 увеличивается не менее, чем в 2 раза, а константа тромбиновой активности (КТА) снижается не менее, чем в 3 раза.

Удут В.В. и соавт. (2016) предлагают использовать низкочастотную пьезотромбоэластографию для определения функционального состояния системы регуляции агрегатного состояния крови и контроля эффективности антитромботической терапии [17]. Оценку влияния антиагрегантов (ацетилсалициловой кислоты, клопидогрела, тикагрегора, пентоксифиллина, дипиридамола) и антикоагулянтов (нефракционированного гепарина, низкомолекулярных гепаринов, дабигатрана этексилата, ривароксабана, апиксабана) изучали методом низкочастотной пьезотромбоэластографии в ряде исследований [12, 18-20]. В частности, было показано, что эффективность антиагрегантных лекарственных препаратов отражается показателями t_1 и ИКК, а также было отмечено их влияние на показатели фибриногенеза (КТА, t_3 , ИКД, ИПС, ИТС). Авторы рекомендуют оценивать гемостатический потенциал перед назначением препарата, на предполагаемых пиках действия и в моменте окончания эффекта препарата. Фармакодинамику дабигатрана этексилата методом низкочастотной

пъезотромбоэластографии оценивали в исследовании Соловьева М.А. и соавт. (2021) [19], а апиксабана – теми же авторами в 2023 г. [20]. Было выявлено, что низкочастотная пьезотромбоэластография обладает наибольшим временным диапазоном для регистрации действия препаратов по сравнению с тромбоэластографией и тестом АЧТВ и достигает для дабигатрана этексилата четырех часов. При изучении фармакодинамики апиксабана максимальная гипокоагуляция была выявлена также на четвертый час (t_3 , t_5) после приема препарата, которая затем постепенно снижается; к двенадцатому часу наблюдается повышение тромбиновой активности и сокращение времени «желирования» [20]. Метод низкочастотной пьезотромбоэластографии также успешно применялся в диагностике нарушений гемостаза при сердечно-сосудистых заболеваниях. Так, Лебедев М.А. и соавт. (2024) выявили у пациентов с хронической сердечной недостаточностью склонность к гипокоагуляции, прямо коррелирующей со стадийностью хронической сердечной недостаточности [21].

В исследовании Храмова Д. и соавт. (2017) исследовали динамику коагуляции у пациентов с различными формами ишемического инсульта по данным коагулограммы, тромбоэластографии и низкочастотной пьезотромбоэластографии. В первые сутки были выявлены гиперкоагуляционные

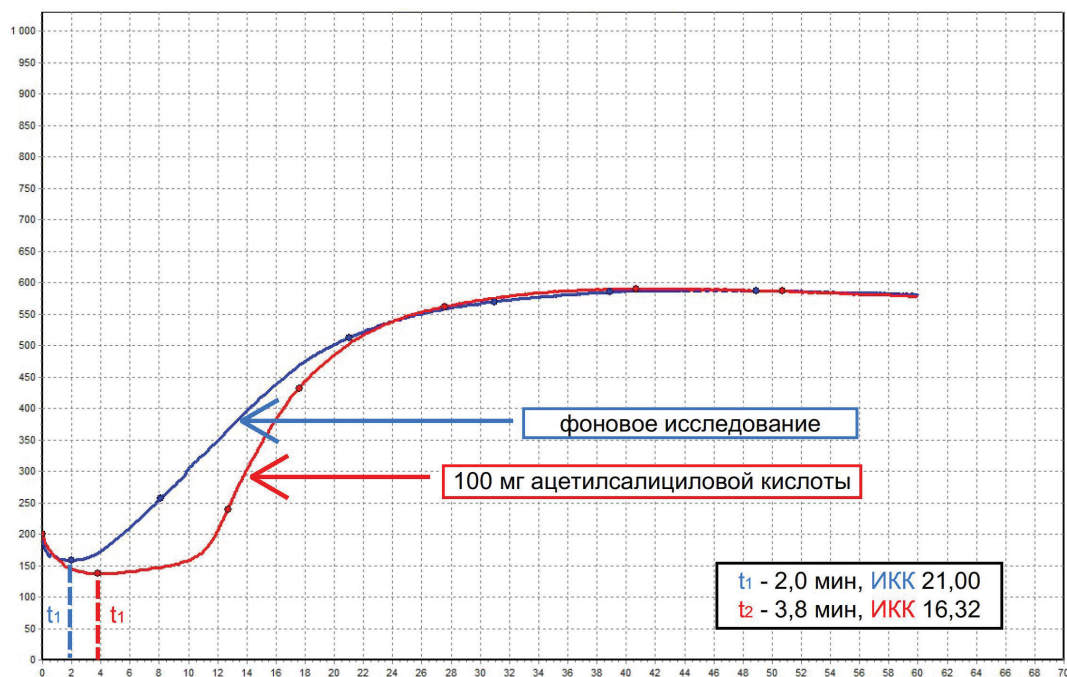


Рис. 3. Гемостазиограммы условно здорового мужчины 27 лет в динамике: первое исследование (синий цвет) – фоновое исследование низкочастотной пьезотромбоэластографии; второе исследование (красный цвет) – через 24 часа после приема 100 мг ацетилсалициловой кислоты. Отмечается увеличение времени t_1 на 90% и снижение ИКК на 22%

состояния, сохраняющиеся и на 3 день. К 7 дню показатели нормализовались, а к 14 дню была отмечена тенденция к гипокоагуляции. У пациентов с геморрагической трансформацией выявлено сочетание умеренной гиперкоагуляции с резкими колебаниями угнетенной фибринолитической активности крови в разные фазы острого периода. В частности, в течение первых 24 часов в среднем интенсивность спонтанной агрегации тромбоцитов и их ретрактивность (ИРЛС) увеличиваются на 20%. Время начала образования сгустка (t1) уменьшилось на 30%, а максимальная плотность сгустка (МА) увеличилась на 15%. К третьим суткам фибринолитическая активность продолжала снижаться. Авторы отмечают, что только низкочастотная пьезотромбоэластография позволяет оценить начальную (сосудисто-тромбоцитарную) стадию коагуляции, и позволяет вывести на монитор прибора полную визуальную картину активности всех стадий коагуляции, что дает возможность более точно подбирать антикоагулянтную терапию и успешно предотвращать геморрагическую трансформацию [22].

Ключевое значение для более широкого применения низкочастотной пьезотромбоэластографии в клинической практике имеет дальнейшее изучение надёжности и стабильности методики, в том числе воспроизводимости:

- результатов у одного пациента;
- результатов на одном аппарате;
- результатов на аналогичных аппаратах.

В настоящее время в доступной литературе представлено ограниченное количество публикаций результатов применения низкочастотной пьезотромбоэластографии в реальной клинической практике, особенно в неврологии. Подтверждение воспроизводимости методики (в том числе по данным публикаций результатов исследований в различных лечебно-профилактических учреждениях) позволит оценивать динамику повторных результатов низкочастотной пьезотромбоэластографии как достоверно связанную с изменением состояния пациента либо изменением медикаментозной терапии.

С учётом неоднородности представленных в литературе результатов низкочастотной пьезотромбоэластографии требуются дальнейшие исследования для уточнения референсных значений для оценки прокоагулянтного и антикоагулянтного потенциалов, а также референсных значений для оценки фармакодинамики антитромботических

лекарственных препаратов. Имеющиеся исследования позволяют предполагать, что метод может найти широкое применение в неврологической практике с целью оценки гемостатического потенциала пациентов с цереброваскулярной болезнью, выбора тактики антитромботической терапии, в том числе при сочетании факторов риска кровотечения и тромбоза.

Литература

1. Здравоохранение в России. 2023 : стат. сб. / Росстат. – Москва, 2023. – 179 с.
2. World Heart Report 2023: Confronting the World's Number One Killer : отчет. – Geneva, Switzerland : World Heart Federation, 2023. – 52 p.
3. Adams H.P. Classification of subtype of acute ischemic stroke. Definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment / H.P. Adams, B.H. Bendixen, L.J. Kappelle [et al.] // Stroke. – 1993. – Vol. 24, N 1. – P. 35–41. – DOI: 10.1161/01.str.24.1.35.
4. Ettinger M.G. Thromboelastographic studies in cerebral infarction / M.G. Ettinger // Stroke. – 1974. – Vol. 5, N 3. – P. 350–354. – DOI: 10.1161/01.str.5.3.350.
5. Wiśniewski A. Hypercoagulability as Measured by Thrombelastography May Be Associated with the Size of Acute Ischemic Infarct-A Pilot Study / A. Wiśniewski, A. Karczmarzka-Wódzka, J. Sikora [et al.] // Diagnostics. – 2021. – Vol. 11, N 4. – P. 712. – DOI: 10.3390/diagnostics11040712.
6. Hall A. Biomarker Assays for Personalised Stroke Risk Assessment in Atrial Fibrillation / A. Hall, R.F.G. Simpson, A.R.J. Mitchell // Cardiovascular & Hematological Disorders-Drug Targets. – 2017. – Vol. 17, N 1. – P. 58–63. – DOI: 10.2174/1871529X17666170104120746.
7. Matsumoto M. Relationship between plasma (D)-dimer level and cerebral infarction volume in patients with nonvalvular atrial fibrillation / M. Matsumoto, M. Sakaguchi, S. Okazaki [et al.] // Cerebrovascular Diseases. – 2013. – Vol. 35, N 1. – P. 64–72. – DOI: 10.1159/000345336.
8. Wang J.Y. D-dimer > 2.785 µg/ml and multiple infarcts ≥3 vascular territories are two characteristics of identifying cancer-associated ischemic stroke patients / J.Y. Wang, G.J. Zhang, S.X. Zhuo [et al.] // Neurological Research. – 2018. – Vol. 40, N 11. – P. 948–954. – DOI: 10.1080/01616412.2018.1504179.
9. Swarowska M. Hyperfibrinogenemia predicts long-term risk of death after ischemic stroke / M. Swarowska, A. Polczak, J. Pera [et al.] // J Thromb Thrombolysis. – 2014. – Vol. 38, N 4. – P. 517–521. – DOI: 10.1007/s11239-014-1122-1
10. Turaj W. Increased plasma fibrinogen predicts one-year mortality in patients with acute ischemic stroke / J Neurol Sci. – 2006. – Vol. 246. – N 1-2. – P. 13–19. –

- DOI: 10.1016/j.jns.2006.01.020
11. Система гемостаза. Теоретические основы и клиническая практика : Национальное руководство / О.А. Рукавицын, С.В. Игнатьев, А.Г. Румянцев [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа "ГЭОТАР-Медиа", 2024. – 944 с. – ISBN 978-5-9704-8497-5. – DOI 10.33029/9704-8497-5-THS-2024-1-944. – EDN HQRDZJ.
 12. Тютрин И.И., Удут В.В. Низкочастотная пьезотромбоэластография цельной крови: алгоритмы диагностики и коррекции гемостазиологических расстройств. – Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2016. – 170 с.
 13. Udut V.V. Global tests in evaluation of the function of proand anticoagulant systems: present and future / V.V. Udut, I.I. Tyutrin, M.A. Solov'ev [et al.] // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2015. – Vol. 159. – N 2. – P. 205-208. – DOI: 10.1007/s10517-015-2923-8
 14. Demkin V.P. Physical principles of the method of low-frequency piezothromboelastography for studying rheological properties of whole blood / V.P. Demkin, S.V. Melnichuk, V.V. Udut [et al.] // Russian physics journal. – 2019. – Vol. 62. – N 5. – P. 972-983. – DOI: 10.1007/s11182-019-01803-y
 15. Слизевич Д.С. Программное обеспечение для тромбоэластографа «НПТЭГ Меднорд» / Д.С. Слизевич, Ф.А. Губарев, Е.Л. Жуков // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2023. – Т. 12. – № 4. – С. 8-22. – DOI: 10.21869/2223-1536-2022-12-4-8-22
 16. Официальный сайт компании «Меднорд» [Электронный ресурс] : [сайт]. – Электрон. дан. – Томск, 2024. – URL: <https://mednord-t.ru/> (дата обращения: 02.12.2025).
 17. Удут В.В. Технология низкочастотной пьезотромбоэластографии в оценке гемостатического потенциала / В.В. Удут, И.И. Тютрин, Л.Ю. Котловская [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2016. – Т. 10. – № 4. – С. 104-113. – DOI: 10.12737/22220
 18. Фанаскова Е.В. Возможность применения метода низкочастотной пьезотромбоэластографии для оценки гемостатического потенциала крови при операциях коронарного шунтирования на фоне длительной аспиринотерапии / Е.В. Фанаскова, О.В. Груздева, О.Е. Акбашева [и др.] // Бюллетень сибирской медицины. – 2017. – Т. 16. – № 3. – С. 145-155. – DOI: 10.20538/1682-0363-2017-3-145-155
 19. Соловьев М.А. Возможности мониторинга фармакодинамики дабигатрана этексилата. / М.А. Соловьев, Д.А. Момот, Л.Ю. Котловская [и др.] // Якутский медицинский журнал. – 2021. – № 4. – С. 47-51. – DOI: 10.25789/УМЖ.2021.76.11
 20. Соловьев М.А. Возможности оперативного мониторинга противотромботической эффективности апиксабана. / М.А. Соловьев, Н.И. Гуляев, Л.Ю. Котловская, В.В. Удут / Norwegian Journal of Development of the International Science. – 2023. Т. 121. – С. 61-65. – DOI: 10.5281/zenodo.10246713
 21. Лебедев М.А. Диагностика нарушений системы гемостаза у пациентов с хронической сердечной недостаточностью с применением классических и интегральных методов / М.А. Лебедев, М.Б. Пащенко, М.И. Пугачев [и др.] // Известия Российской военно-медицинской академии. – 2024. – Т. 43. – № 2. – С. 141-150. – DOI: 10.17816/rmmar625345
 22. Khramtzov D. Changes in coagulation in patients with ischemic stroke // D.N. Khramtzov, M.S. Vikarenko, G.G. Kozlova, Y.N. Vorokhta / Journal of Education, Health and Sport. – 2017. – Vol. 7. – N. 4. – P. 296-305. – DOI: 10.5281/zenodo.439704

Контакты авторов:

Цыган Николай Васильевич
e-mail: 1860n@mail.ru

Конфликт интересов: отсутствует

Получена 18.11.2025

Принята в печать 18.12.2025