

The journal has had 40 points in Minister of Science and Higher Education of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of 05.01.2024 No. 32318. Has a Journal's Unique Identifier: 201159. Scientific disciplines assigned: Physical culture sciences (Field of medical and health sciences); Health Sciences (Field of medical and health sciences). Punkty Ministerialne 40 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 05.01.2024 Lp. 32318. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201159. Przypisane dyscypliny naukowe: Nauki o kulturze fizycznej (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu); Nauki o zdrowiu (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu). © The Authors 2026;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike.

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 20.01.2026. Revised: 27.01.2026. Accepted: 11.02.2026. Published: 26.02.2026.

UDK 616-001-07:612.115

Viscoelastic Hemostatic Assessment in Polytrauma

Anatolii I. Gozhenko

International University, Odesa, Ukraine

M.D., Professor of Department of Anesthesiology, Intensive Care and
Emergency Medicine

Abstract

Polytrauma is frequently accompanied by the early development of trauma-induced coagulopathy (TIC), which may occur within minutes after injury and has a significant impact on the severity of shock and patient survival. The pathogenesis of this condition is primarily driven by the combination of tissue injury and hemorrhagic shock, which triggers endogenous coagulopathy, systemic anticoagulation, and hyperfibrinolysis. Subsequent blood loss, hypothermia, acidosis, and hemodilution further exacerbate coagulation disturbances, creating a self-perpetuating cycle that results in severe hemostatic dysfunction. Viscoelastic assays, particularly thromboelastography (TEG) and rotational thromboelastometry (ROTEM), enable rapid assessment of the

functional status of coagulation in whole blood and are widely used for the early detection of hypocoagulability, hyperfibrinolysis, and fibrinogen deficiency.

Keywords. Polytrauma; trauma-induced coagulopathy; hemostasis; viscoelastic testing; thromboelastography (TEG); rotational thromboelastometry (ROTEM); hemorrhagic shock.

Віскоеластична діагностика гемостазу при політравмі

Гоженко Анатолій Іванович

Міжнародний Університет, м. Одеса

Доктор медичних наук, Професор кафедри анестезіології, інтенсивної терапії та невідкладних станів

Анотація

Діагноз політравма часто супроводжується раннім розвитком травма-індукованої коагулопатії, яка формується вже в перші хвилини після отриманих травм. І це суттєво впливає на перебіг шоку та прогноз виживання пацієнта. У патогенезі цього стану провідну роль відіграє поєднання тканинного ушкодження і шоку від крововтрати, що запускає ендогенну коагулопатію, системну антикоагуляцію та гіперфібриноліз. Подальше поглиблення порушень зумовлюють крововтрата, гіпотермія, ацидоз і гемодилуція, які підсилюють один одного та формують тяжкий розлад гемостазу. Віскоеластичні методи, зокрема TEG і ROTEM, дають змогу швидко оцінити функціональний стан коагуляції в цільній крові та використовуються для раннього виявлення гіпокоагуляції, гіперфібринолізу і дефіциту фібриногену.

Ключові слова. Політравма; травма-індукована коагулопатія; гемостаз; віскоеластична діагностика; тромбоеластографія (TEG); ротаційна тромбоеластометрія (ROTEM); геморагічний шок.

Вступ

Неконтрольована кровотеча залишається однією з провідних причин потенційно запобіжної смерті при тяжкій травмі, а ранні порушення гемостазу істотно визначають перебіг гострого періоду політравми. Сучасне розуміння травматичної коагулопатії ґрунтується на тому, що вона виникає не лише як наслідок масивної ресусцитації та розведення факторів згортання, а як ранній ендогенний процес, пов'язаний із тканинним ушкодженням і розвитком шокового стану у пацієнта [1, 3]. Це змістило акцент із пізнього лабораторного підтвердження порушень згортання на раннє виявлення та прицільної корекції гемостазу в перші години після травми. Саме тому віскоеластичний методи оцінки згортання стали важливим інструментом сучасної тактики ведення пацієнта із політравмою [2, 4].

Еволюція уявлень про травматичну коагулопатію

Одним із ключових досягнень останніх двох десятиліть стало формування сучасної концепції травма-індукованої коагулопатії (ТІК), відповідно до якої порушення гемостазу виникають уже в перші хвилини після травми і не можуть розглядатися виключно як наслідок крововтрати або гемодилуції. Роботи К. Brohi та співавт. переконливо продемонстрували, що ТІК є самостійним патофізіологічним синдромом, розвиток якого тісно пов'язаний із тяжкістю тканинного ушкодження, геморагічним шоком та активацією ендогенних антикоагулянтних механізмів [1]. У цьому контексті автори підкреслювали, що звичайні

лабораторні тести не повністю характеризують стан коагуляції й мають істотні обмеження для клінічного використання в гострому періоді. Пізніше сформувалося уявлення про *acute traumatic coagulopathy* як ранній ендогенний процес, зумовлений поєднанням тканинного ушкодження та шоку, де центральним механізмом є ендотеліальна активація протейну С [3]. Дослідження Davenport доповнило дане уявлення, що подальші крововтрата, гіпотермія, ацидоз і гемодилуція поглиблюють загальне порушення всіх компонентів гемостазу [3].

Отже, ми можемо відмітити, що еволюція концепції травматичної коагулопатії відображає перехід від вузького бачення порушень згортання як ізольованого лабораторного феномену, як наслідок механічних пошкоджень та лікування шоку, до розуміння системного патофізіологічного процесу, який розгортається одразу після травми[2].

Ранній період політравми є критичним, оскільки саме в цей час формується найбільш небезпечна комбінація кровотечі, шоку та коагулопатії. У працях підкреслено, що *trauma-induced coagulopathy* може швидко прогресувати та бути фатальною, якщо не буде своєчасно розпізнана і скоригована [4]. При тяжкій політравмі поєднання первинного ушкодження і шоку запускає ендогенну коагулопатію, яка асоціюється з гіршими наслідками у пацієнтів із політравмою[3, 4].

І ми бачимо, що клінічно це вимагає термінової оцінки стану згортання без очікування на пізні лабораторні підтвердження. Для таких пацієнтів особливо важливими є швидка діагностика та диференційований підхід до корекції кровотечі, що враховує системні порушення гемостазу [2, 4].

Адже, основою травма-індукованої коагулопатії є взаємодія кількох патогенетичних механізмів. У ранніх оглядах описано системну антикоагуляцію та гіперфібриноліз як характерні риси *acute coagulopathy of trauma* [1]. Але вже подальші дослідження нам показали, що при *acute*

traumatic coagulopathy центральне значення має ендотеліальна активація протеїну С, яка спричиняє швидку антикоагуляцію та фібриноліз [3]. Водночас фібриноген, активність тромбоцитів, ендотеліальна дисфункція та нейрогуморальні механізми також беруть участь у формуванні порушень гемостазу [3].

Ускладненням цього процесу стає те, що крововтрата, гіпотермія, ацидоз і гемодилуція посилюють знижують ефективність усіх компонентів гемостазу [3, 4].

І тут поява віскоеластичний методів дослідження гемостазу стала закономірним етапом розвитку сучасної трансфузіології та інтенсивної терапії. Їх впровадження було обумовлене необхідністю отримання швидкої функціональної оцінки системи гемостазу в умовах критичних станів, коли затримка в діагностиці безпосередньо впливає на виживаність пацієнтів [2]. Подальші дослідження показали, що TEG і ROTEM дають швидку оцінку динаміки згустка і мають більшу діагностичну цінність у веденні кровотечі при травмі, ніж стандартні коагуляційні скринінги [2, 5].

Огляд 2020 року показав, що віскоеластичний моніторинг дедалі ширше інтегрується в протоколи ресусцитації, забезпечуючи швидке й комплексне уявлення про коагуляційний профіль пацієнта [2].

На нашу думку, головною перевагою віскоеластичний технологій є не стільки швидкість отримання результату, скільки можливість оцінити гемостаз як єдину інтегровану систему. Саме ця особливість дозволяє перейти від емпіричної трансфузійної терапії до персоналізованої корекції конкретного патофізіологічного порушення у пацієнтів із гострою політравмою.

Незважаючи на очевидні переваги, впровадження TEG і ROTEM у повсякденну клінічну практику залишається нерівномірним та доволі складним. Основними обмеженнями є висока вартість обладнання, необхідність спеціальної підготовки персоналу та відсутність

універсальних алгоритмів інтерпретації результатів для різних категорій травмованих пацієнтів. Саме тому сучасні дослідження спрямовані на стандартизацію віскоеластичний алгоритмів і визначення їх місця в комплексній оцінці гемостазу [2, 4, 7].

Якщо подивитись, на сучасні рекомендації щодо ведення масивної кровотечі після травми, то вони ґрунтуються на принципі раннього індивідуалізованого лікування [4, 6]. Віскоеластичний моніторинг дозволяє своєчасно визначити тип порушення гемостазу та обрати цільову гемостатичну терапію [2, 4, 5].

В свою чергу, стандартні коагуляційні тести мають обмежене значення в ранньому лікуванні пацієнтів із тяжкою політравмою, оскільки не відображають динаміку формування згустка в цільній крові та не забезпечують оперативної інформації для прийняття клінічних рішень [1, 2, 8]. Саме тому ми вважаємо, що необхідно дедалі ширше впроваджувати TEG і ROTEM.

Подальший розвиток цього напрямку пов'язаний із вдосконаленням алгоритмів, заснованих на показниках віскоеластичних методів, стандартизацією їх використання та інтеграцією в сучасні протоколи лікування пацієнтів із політравмою [2, 4, 5].

Отже, аналіз сучасних досліджень свідчить, що ключовою особливістю ТІК є її динамічний характер. Порушення гемостазу не є статичними, а швидко змінюються під впливом крововтрати, інтенсивної терапії та компенсаторних механізмів організму. Саме ця обставина пояснює необхідність використання методів моніторингу, здатних відображати функціональний стан системи гемостазу в режимі реального часу.

Висновки

Таким чином, ми можемо підсумувати, що травма-індукована коагулопатія є раннім, клінічно значущим і потенційно фатальним

ускладненням політравми, яке формується внаслідок поєднання ушкодження тканин і шоку. Але сучасні стандартні лабораторні тести мають обмежену цінність на ранньому етапі, тоді як віскоеластичні методи, зокрема TEG і ROTEM, забезпечують швидку оцінку динаміки згустка та є більш інформативними для керування гемостатичною терапією. Сучасні алгоритми лікування масивної кровотечі дедалі більше базуються на ранньому індивідуалізованому підході, у якому віскоеластична діагностика займає центральне місце.

1. Brohi K., Cohen M. J., Davenport R. A. Acute coagulopathy of trauma: mechanism, identification and effect. *Current Opinion in Critical Care*. 2007. Vol. 13, № 6. P. 680–685. DOI: 10.1097/MCC.0b013e3282f1e78f.
2. Davenport R. Pathogenesis of acute traumatic coagulopathy. *Transfusion*. 2013. Vol. 53, Suppl. 1. P. 23S–27S. DOI: 10.1111/trf.12032.
3. Gomez-Builes C., Nardi M., Cohen M. J. Viscoelastic testing in trauma: An update. *Current Opinion in Critical Care*. 2020. Vol. 26, № 6. P. 642–649. DOI: 10.1097/MCC.0000000000000778.
4. Rossaint R., Bouillon B., Cerny V. et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fifth edition. *Critical Care*. 2019. Vol. 23. Article 98. DOI: 10.1186/s13054-019-2347-3.
5. Lier H., Maegele M., Shander A., Stahel P. F. Coagulation monitoring and management of trauma patients. *Transfusion*. 2020. Vol. 60, Suppl. 6. P. S75–S83. DOI: 10.1111/trf.15733.
6. Da Luz L. T., Nascimento B., Rizoli S. Thrombelastography (TEG®): practical considerations on its clinical use in trauma resuscitation. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2013. Vol. 21. Article 29. DOI: 10.1186/1757-7241-21-29.

7. Hunt H., Stanworth S., Curry N. et al. Thromboelastography (TEG) and rotational thromboelastometry (ROTEM) for trauma induced coagulopathy in adult trauma patients with bleeding. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2015. № 2. Article CD010438. DOI: 10.1002/14651858.CD010438.pub2.

8. Moore H. B., Moore E. E. Trauma-induced coagulopathy. Nature Reviews Disease Primers. 2021. Vol. 7. Article 30. DOI: 10.1038/s41572-021-00264-3.