

Фотометрична реологія: НОВИЙ ЗОЛОТИЙ СТАНДАРТ ДЛЯ ШОЕ?

Richa Bedi, PhD, MHA, MS, MLT(ASCP) and Jane M. Caldwell, PhD

Вступ

Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ) — один із найвідоміших і найпоширеніших лабораторних тестів у світі. Цей недорогий, неспецифічний тест дозволяє оцінити наявність запалення в організмі і може використовуватися для скринінгу або моніторингу пацієнтів із субклінічними, гострими та хронічними запальними захворюваннями¹. Завдяки низькій вартості та неспецифічності ШОЕ часто використовується як загальний «індикатор хвороби».

Результати ШОЕ допомагають не лише визначити тяжкість запалення, а й ефективність лікування², відіграючи ключову роль у поліпшенні результатів лікування пацієнтів. ШОЕ може підвищуватися внаслідок інфекцій, захворювань нирок, серцевих та аутоімунних захворювань, васкуліту та деяких видів раку². Вимірювання ШОЕ призначені для використання лікарем у поєднанні з клінічним оглядом, збиранням анамнезу та іншими лабораторними дослідженнями.

Через низьку вартість та неспецифічність, ШОЕ часто використовується як загальний індикатор «хвороби».

ШОЕ та С-реактивний білок (СРБ) є найпоширенішими тестами для початкового скринінгу запалення³. Однак ці два тести не є взаємозамінними. Хоча рівень СРБ суттєво підвищується при гострих станах та бактеріальних інфекціях, на відміну від вірусних,⁴ СРБ має коротший час гострої фази і не завжди пов'язаний із злоякісними новоутвореннями, хронічними та

ШОЕ не є взаємозамінним з СРБ.

Цей показник може бути додатковим протягом перебігу хвороби, надаючи додаткову інформацію, яка є клінічно значущою як для діагностики, так і для лікування.

іншими менш запальними станами⁵. ШОЕ вимірює загальне запалення та менш чутливий до короточасних коливань, тому, на відміну від СРБ, ШОЕ можна використовувати для вимірювання дифузних, слабковиражених та підгострих станів та хронічних захворювань. Хоча ШОЕ, безумовно, залишається клінічно значущим показником, його вимірювання зазвичай було трудомістким та займало багато часу лабораторії. Процес тестування потребує дорогоцінного лабораторного часу та залежить від низки факторів, а зразки необхідно дослідити або зберігати охолодженими протягом обмеженого часу — 4 годин. Ці суворі вимоги до зразків ставлять під загрозу їх цілісність, оскільки лабораторне тестування стає більш централізованим, а місця збору зразків більш розосередженими.

На щастя, розвиток нових технологій призвів до еволюції вимірювання ШОЕ.

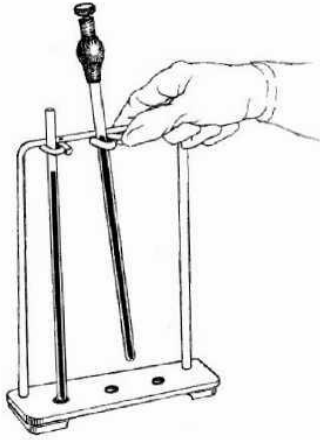
**Ріка Беді, Доктор філософії, магістр управління охороною здоров'я, магістр наук та лаборант медичної лабораторії, сертифікований Американським товариством клінічної патології
Директор лабораторних операцій
Адвокат Aurora Health
Чикаго, Іллінойс**



Еволюція ШОЕ

Існуючий еталонний метод визначення ШОЕ – метод Вестергрена, вимірювання розроблений у 1921 році (рис. 1) і базується на повній седиментації еритроцитів протягом 60 хвилин за контрольованих умов навколишнього середовища і практично не змінився².

Рисунок 1. Розміщення пробірки Вестергрена у підставці, приблизно 1921.



Модифіковані методи Вестергрена вимірюють седиментацію, але можуть мати коротший час аналізу. Альтернативні методи вимірювання ШОЕ використовують зовсім інші підходи.⁶

Фотометрична реологія – це унікальний новий альтернативний метод вимірювання ШОЕ, який оцінює лише агрегацію еритроцитів, яка називається утворенням «монетних стовпчиків» і являє собою першу фазу процесу осідання еритроцитів (Рисунок 2). Оскільки фотометрична реологія оцінює лише агрегацію, вона не є настільки суб'єктивною до багатьох фізичних факторів, як-то час, температура, вібрація, обробка та транспортування зразків та людський фактор, які можуть впливати на метод Вестергрена, модифікований метод Вестергрена і на інші методи, що базуються на седиментації

Рисунок 2. Фотометрична реологія вимірює першу фазу осідання еритроцитів



еритроцитів (Рисунок 3).²

Інститут клінічних лабораторних стандартів (CLSI) рекомендує проводити тест Вестергрена не довше 4 годин за кімнатної температури або 24 години при охолодженні, щоб уникнути деградації зразка.⁶ На противагу цьому, фотометричні реологічні аналізатори ШОЕ, які вимірюють утворення стовпчиків, а не седиментацію еритроцитів під дією сили тяжіння, забезпечують значно довшу стабільність зразка. Це значно підвищує надійність результатів, особливо коли негайне тестування неможливе.

Покращена стабільність також розширює можливості транспортування та зменшує потребу в повторному заборі зразків у разі затримки кур'єрської доставки або неможливості доставки та належного охолодження зразків протягом 4 годин — поширена проблема для клінік, які надсилають зразки до центральної лабораторії. Крім того, після того, як зразки потрапляють до лабораторії, замовлення, що не входять до першочергових, можуть бути додатково затримані через нестачу персоналу, що створює ще одну перешкоду для своєчасного тестування.

Рисунок 3. Фізичні обмеження методу Вестергрена та модифікованого методу Вестергрена



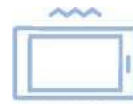
Час

Традиційний або модифікований методи Вестергрена вимагають більше часу практичного виконання та мають довший загальний час виконання (20-60 хв)



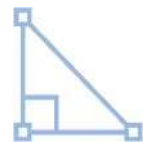
Температура

Зміни температури можуть збільшувати або зменшувати значення ШОЕ у аналізі за Вестергеном або модифікованим методом Вестергрена



Вібрація

На результати аналізу за Вестергеном або модифікованим методом Вестергрена впливатиме вібрація лабораторного столу



Кут

Пробірки Вестергрена, розміщені з відхиленням більше ніж 30 градусів від вертикалі, можуть збільшити ШОЕ до 30%

Деякі фотометричні реологічні аналізатори ШОЕ з закритою системою підтримують стабільність при кімнатній температурі до 28 годин і стабільність при охолодженні до 48 годин, що значно покращує можливості транспортування зразків. Ці аналізатори нового покоління також виключають відходи, оскільки не потребують одноразових піпеток, зменшують вплив патогенів, що передаються через кров, і потребують значно меншого об'єму крові (100 мкл), що дозволяє проводити більше тестів з однієї пробірки.

Трансформація ШОЕ для сучасних завантажених лабораторій

Багато лабораторій стикаються зі значним дефіцитом персоналу. Загальний рівень вакансій для персоналу гематологічних лабораторій наразі становить 16,6%.⁷ Очікується, що ще 16,7% персоналу гематологічних лабораторій вийдуть на пенсію протягом 5 років.⁷

16,6% загальний рівень вакансій у гематологічних лабораторіях⁷

16,7% гематологів вийде на пенсію протягом 5 років⁷

Розроблені відповідно до потреб лабораторій автоматизовані аналізатори ШОЕ підвищують ефективність та зменшують мінливість результатів ШОЕ, притаманну методу Вестергрена. Ці аналізатори використовують легкодоступні пробірки з ЕДТА, корелюють з референс-методом Вестергрена та розроблені для скорочення часу практичного виконання, загального часу виконання аналізу та мінливості, що зазвичай спостерігається для повністю ручного методу.

Рисунок 4. iSED скорочує час практичного виконання та загальний час виконання



Автоматизована фотометрична реологія усуває змінні у вимірюваннях ШОЕ та скорочує час практичного виконання до секунд. Аналізатори ШОЕ iSED® від ALCOR® Scientific скорочують час практичного виконання на 96% та загальний час виконання на 87% порівняно з традиційними методами (Рисунок 4). Вони також мають менше вимог до навчання, ніж інші тести помірної або високої складності, покращують стабільність зразків, зменшують ризик помилок оператора та біологічної небезпеки, а також забезпечують автоматизований швидкий робочий процес, який покращує умови в лабораторіях з меншою кількістю персоналу. Додатковими перевагами автоматизованих фотометричних



“Стабільність особливо важлива для зразків, зібраних наприкінці тижня або у вихідні, коли багато лабораторій працюють зі скороченим штатом, обмеженими можливостями тестування та меншою кількістю кур’єрських рейсів до референс-лабораторій.”

— Рика Беді, PhD, MHA, MS, MLT(ASCP)

реологічних систем є розміри лабораторій, що відповідають потребам як низької, так і високої продуктивності, конкурентоспроможна вартість, оптимізований робочий процес та менше часу практичного виконання користувачами.

Цілісність та надійність зразка

У 2025 році в дослідженні, ініційованому ALCOR Scientific і проведеному незалежною організацією, була оцінена стабільність зразків цільної крові з антикоагулянтном ЕДТА у фотометричних реологічних аналізаторах ШОЕ лінійки iSED. Дослідження показало стабільність вимірювань ШОЕ на платформі до 28 годин за кімнатної температури та 48 годин при охолодженні (Рисунок 5). Ці аналізатори використовують технологію мікропроточних комірок для створення висококонтрольованого середовища для зменшення мінливості від зовнішніх джерел. Покращена стабільність та зменшення впливу навколишнього середовища сприяють стандартизації результатів між лабораторіями та операторами в різних лінійках продуктів як для низькопродуктивних, так і для високопродуктивних місць проведення випробувань. Однією з найважливіших переваг фотометричних реологічних аналізаторів ШОЕ є покращення стабільності зразка; фактично, стабільність зразка в 7 разів довша, ніж у методів вимірювання ШОЕ за Вестергеном або модифікованими методами Вестергрена.

Рисунок 5. Порівняння iSED та рекомендацій CLSI щодо методу Вестергрена



Висновок

Автоматизовані фотометричні реологічні аналізатори ШОЕ усувають недоліки та обмеження, пов'язані з традиційним вимірюванням ШОЕ, включаючи суворі вимоги до стабільності зразків, час практичного виконання, загальний час виконання та

суб'єктивність. Вони оптимізують робочий процес і мінімізують проблеми з персоналом. Вони є значним покращенням порівняно з традиційними або модифікованими методами вимірювання ШОЕ. Автоматизована фотометрична реологія – це еволюція вимірювання ШОЕ, яка забезпечує стабільні, надійні та реальні результати.

iSED долає обмеження та недоліки седиментаційних методів визначення ШОЕ

1 Вплив навколишнього середовища

Усунуто у iSED: Тестування виконується швидко в закритому середовищі, в якому підтримується постійна температура 37°C, що обмежує вплив навколишнього середовища

2 Ручний робочий процес

Усунуто у iSED: Повністю автоматизована процедура тестування вимагає лише кількох секунд технічного часу

3 Обмеження щодо зразків

Усунуто у iSED: Зразки стабільні до 28 годин за кімнатної температури

4 Помилка оператора та суб'єктивність

Усунуто у iSED: Повністю автоматизований процес допомагає забезпечити точні та відтворювані результати незалежно від оператора

5 Біологічний ризик

Усунуто у iSED: Непотрібно відкривати кришки пробірок або використовувати одноразові матеріали для кожного тесту, що мінімізує потенційний вплив

Освітню підтримку для цієї статті надано компанією ALCOR Scientific.

Література

1. Narang V, Grover S, Kang AK, Garg A, Sood N. Comparative Analysis of Erythrocyte Sedimentation Rate Measured by Automated and Manual Methods in Anaemic Patients. *J Lab Physicians* 2020; 12(4): 239-43.
2. Tishkowski K, Gupta V. Erythrocyte Sedimentation Rate. StatPearls. Treasure Island (FL), 2025.
3. Lopic I, Padoan A, Bozzato D, Plebani M. Erythrocyte Sedimentation Rate and C-Reactive Protein in Acute Inflammation. *Am J Clin Pathol* 2020; 153(1): 14-29.
4. Sydenham RV, Hansen MP, Justesen US, et al. Factors associated with C-reactive protein testing when prescribing antibiotics in general practice: a register-based study. *BMC Prim Care* 2022; 23(1): 17.
5. Harrison M. Erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein. *Aust Prescr* 2015; 38(3): 93-4.
6. Kratz A, Plebani M, Peng M, et al. ICSH recommendations for modified and alternate methods measuring the erythrocyte sedimentation rate. *Int J Lab Hematol* 2017; 39(5): 448-57.
7. Garcia E, Kundu I, Kelly M, Soles R. The American Society for Clinical Pathology 2022 Vacancy Survey of medical laboratories in the United States. *Am J Clin Pathol*. 2024 Mar 1;161(3):289-304.