

Н. Д. Бойків, О. О. Ястремська, Т. А. Іваніцька, С. О. Чухвицька, Р. А. Чухвицький  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДАНИЛА ГАЛИЦЬКОГО

## ПРОГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ГЕМОЦИТОМЕТРИЧНИХ ІНДЕКСІВ КРОВІ У ХВОРИХ НА ГЕМОРАГІЧНИЙ ІНСУЛЬТ

**Вступ.** Зміни клітинного складу крові є цінним джерелом інформації про стан пацієнта і тяжкість перебігу захворювання. Останнім часом для оцінки системної відповіді організму на ушкодження почали застосовувати інтегральні гемоцитометричні індекси, в тому числі співвідношення тромбоцитів і лейкоцитів. Це зумовлено тим, що тромбоцити не тільки відіграють гемостатичну роль, а й беруть активну участь у запальних реакціях, тісно взаємодіючи з різними формами лейкоцитів. На даний момент виявлено прогностичне значення окремих індексів при різноманітній патології, зокрема при інфаркті міокарда, емболії легеневої артерії, ішемічному інсульті, субарахноїдальному крововиливі.

**Мета дослідження** – з'ясувати особливості змін тромбоцитарних, лейкоцитарних показників крові та інтегральних гемоцитометричних індексів у пацієнтів з геморагічним інсультом залежно від прогнозу захворювання.

**Методи дослідження.** Обстежено 42 пацієнти з геморагічним інсультом віком (52,5±6,2) року. Хворих поділили на дві групи: 1-ша – пацієнти, яких було виписано з клініки після проведеного лікування; 2-га – пацієнти, в яких геморагічний інсульт завершився летально. Контрольну групу становили 28 практично здорових осіб без тяжкої соматичної патології та порушень мозкового кровообігу в анамнезі віком (49,3±6,6) року. Дослідження лейкоцитарних і тромбоцитарних показників крові проводили на 1-шу добу захворювання. Підраховували лейкоцитарні (нейтрофільно-лімфоцитарне співвідношення, індекс відповіді на системне запалення) і тромбоцитарно-лейкоцитарні (нейтрофільно-тромбоцитарне співвідношення, тромбоцитарно-лімфоцитарне співвідношення, тромбоцитарно-моноцитарне співвідношення) індекси.

**Результати й обговорення.** При дослідженні лейкоцитарних і тромбоцитарних показників крові лише абсолютна кількість нейтрофілів була вірогідно вищою у пацієнтів, які померли, решта параметрів у двох групах вірогідно не відрізнялась. При підрахунку інтегральних гемоцитометричних індексів у пацієнтів, які померли в гострий період геморагічного інсульту, вірогідно більшими виявились нейтрофільно-лімфоцитарне співвідношення, індекс відповіді на системне запалення та нейтрофільно-тромбоцитарне співвідношення.

**Висновки.** З метою прогнозування перебігу геморагічного інсульту більш ефективним може бути не дослідження окремих параметрів загального аналізу крові, а їх інтегральна оцінка з використанням лейкоцитарних і тромбоцитарно-лейкоцитарних індексів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** геморагічний інсульт; лейкоцити; тромбоцити; лейкоцитарно-тромбоцитарні індекси.

ВСТУП. Проблема цереброваскулярної патології зберігає надзвичайне медико-соціальне значення як в Україні, так і в усьому світі. Згідно з даними ВООЗ, щорічно у світі близько 20 млн людей хворіють на інсульт, з них 5 млн помирають. В європейському регіоні співвідношення ішемічних інсультів до геморагічних становить 7:1, в Україні – 5:1. Це зумовлює наявність важкого перебігу та вищого показника смертності в Україні порівняно з іншими європейськими країнами [1, 2]. Тому пошук новітніх широкодоступних діагностичних та прогностичних маркерів привертає постійну увагу науковців.

© Н. Д. Бойків, О. О. Ястремська, Т. А. Іваніцька, С. О. Чухвицька, Р. А. Чухвицький, 2024.

Численні дослідження показали, що запалення відіграє важливу роль у патогенезі геморагічного інсульту та його ускладнень. Гострий лейкоцитоз є загальноновизнаною реакцією на внутрішньомозковий крововилив [3, 4]. Тромбоцити, крім кровоспинної функції, також відіграють важливу роль у механізмах запальної відповіді, тісно взаємодіючи з лейкоцитами [5–7]. Зокрема, збільшена кількість тромбоцитів і утворення лейкоцитарно-тромбоцитарних комплексів сприяють підвищенню раннього ризику інсульту у пацієнтів із симптоматичним каротидним стенозом [8]. Досліджено, що тромбоцити сприяють рекрутуванню нейтрофілів у паренхіму мозку, взаємодія між цими клітинами може збільшувати

ти утворення активних форм кисню та посилювати ушкодження судин [9].

При геморагічному інсульті виявлено прямий кореляційний зв'язок між об'ємом внутрішньомозкового крововиливу та абсолютною кількістю нейтрофілів у крові. Досліджено асоціацію між кількістю моноцитів у крові й ризиком розширення гематоми та/або набряку мозку [10, 11]. З іншого боку, є наукові роботи, які вказують на те, що, завдяки взаємодії лейкоцитів із тромбоцитами і факторами згортання, лейкоцитоз при надходженні пов'язаний з меншим ризиком розширення гематоми після внутрішньомозкового крововиливу, що підкреслює потенційну роль запальної відповіді в модулюванні каскаду коагуляції при цій патології [12]. Отже, єдиної думки щодо значення для перебігу геморагічного інсульту змін кількості лейкоцитів і тромбоцитів у крові та їх взаємодії між собою на даний момент не існує.

З метою комплексної оцінки взаємодії між різними клітинами крові протягом останніх років активно розглядають питання використання інтегральних гемоцитометричних індексів, розрахунок яких можна виконати завдяки параметрам, отриманим із загальноклінічного аналізу крові. Це лейкоцитарні співвідношення, за допомогою яких можна оцінити баланс і напруженість специфічних та неспецифічних імунних реакцій, і тромбоцитарно-лейкоцитарні співвідношення, що вказують на участь тромбоцитів у процесах імунної відповіді [13].

Багато наукових досліджень демонструють, що інтегральні гемоцитометричні індекси надають прогностичну інформацію при різноманітних захворюваннях [14–16]. При субарахноїдальному крововиливі динамічне зростання індексу відповіді на системне запалення було пов'язане з відтермінованою церебральною ішемією після субарахноїдального крововиливу [17]. Високе нейтрофільно-тромбоцитарне співвідношення корелювало з ризиком розширення гематоми у пацієнтів із внутрішньочерепним крововиливом [4]. Проте порівняння показників лейкоцитарних, лейкоцитарно-тромбоцитарних індексів у хворих на геморагічний інсульт, які вижили, і пацієнтів, які померли в гострий період геморагічного інсульту, наскільки нам відомо, ще не проводили.

Мета дослідження – з'ясувати особливості змін тромбоцитарних, лейкоцитарних показників крові та інтегральних гемоцитометричних індексів у пацієнтів з геморагічним інсультом залежно від прогнозу захворювання.

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.** Проведено дослідження лабораторних показників у 42 хворих на

геморагічний інсульт, яких було прийнято у відділення неврології і судинної нейрохірургії лікарні Святого Пантелеймона м. Львова. Середній вік пацієнтів – (52,5±6,2) року. Контрольну групу становили 28 практично здорових осіб без тяжкої соматичної патології та порушень мозкового кровообігу в анамнезі віком (49,3±6,6) року.

Характер ураження мозку визначали за допомогою рентгенівської комп'ютерної томографії. Рівень неврологічного дефіциту в пацієнтів з геморагічним інсультом оцінювали за шкалою National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS) [18] на 1-шу добу захворювання.

Залежно від прогнозу хворих поділили на дві групи: 1-ша – пацієнти зі сприятливим прогнозом геморагічного інсульту (виписано з клініки після проведеного лікування); 2-га – пацієнти, в яких перебіг захворювання характеризувався невинним пригніченням життєво важливих функцій, наростанням вираження неврологічних симптомів, раннім розвитком ускладнень та завершився летально в гострий період.

Показники загального аналізу крові визначали на 1-й день від початку захворювання за допомогою гематологічного аналізатора Erba H360 з подальшим підрахунком лейкоцитарної формули. Досліджували венозну кров, отриману шляхом пункції середньої ліктьової вени. Забір проводили у стандартні вакуумні пробірки (антикоагулянт етилендіамінтетраоцтова кислота (ЕДТА)). Оцінювали: абсолютну кількість лейкоцитів (WBC), нейтрофілів (Neu), лімфоцитів (Lym), моноцитів (Mon), тромбоцитів (PLT), середній об'єм тромбоцитів (MPV), ширину розподілу тромбоцитів (PDW), кількість великих тромбоцитів (P-LCC), відсоток великих тромбоцитів (P-LCR), тромбокрит (PCT).

Підраховували такі інтегральні гемоцитометричні індекси [4, 13, 19]: нейтрофільно-лімфоцитарне співвідношення (neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR=Neu/Lym)); індекс відповіді на системне запалення (systemic inflammation response index (SIRI=Neu×Mon/Lym)); нейтрофільно-тромбоцитарне співвідношення (neutrophil-to-platelet ratio (NPR=Neu/PLT×100)); тромбоцитарно-лімфоцитарне співвідношення (platelet-to-lymphocyte ratio (PLR=PLT/Lym)); тромбоцитарно-моноцитарне співвідношення (platelet-to-monocyte ratio (PMR=PLT/Mon)).

Результати досліджень аналізували методом варіаційної статистики за допомогою програми STATISTICA 8 software ("StatSoft", США). Відмінність визначали за допомогою критерію Манна – Уїтні. Істотність отриманих результатів оцінювали на рівні вірогідності не менше 95 % (p<0,05). Вираховували медіану та 25 % і 75 % квартилі. Результати виражено у вигляді: Ме [25 %; 75 %].

**РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ.** При дослідженні лейкоцитарних показників загального аналізу крові (табл. 1) виявлено вірогідно більшу кількість лейкоцитів та нейтрофілів, вірогідно нижчий рівень лімфоцитів у пацієнтів обох груп дослідження порівняно з контрольною, що узгоджується з даними інших дослідників про важливу роль запалення при геморагічному інсульті, вірогідно вищу абсолютну кількість нейтрофілів у хворих, які померли, порівняно з пацієнтами, які вижили. Негативне прогностичне значення зростання рівня нейтрофілів у крові може бути пов'язане з тим, що ці клітини є джерелом прозапальних факторів, протеаз і металопротеїназ, які, згідно з результатами досліджень, можуть підвищувати проникність гематоенцефалічного бар'єру та посилювати набряк мозку [20].

Під час аналізу тромбоцитарних показників відзначено вірогідне збільшення тромбоцитів у абсолютної кількості великих тромбоцитів без

суттєвих змін загальної кількості тромбоцитів у пацієнтів з геморагічним інсульт, яких було виписано, порівняно з контрольною групою. Проте вірогідної різниці в кількісному та якісному складі тромбоцитів між двома групами дослідження не виявлено.

Наведено дані про те, що зміни показників MPV, PCT, P-LCC і P-LCR можуть свідчити про зростання тромбоцитарної активності [21]. Результати, які ми отримали, можуть вказувати на те, що для діагностики підвищеної активності тромбоцитів при геморагічному інсульті на початку захворювання найкращими індикаторами в загальному аналізі крові є тромбоцит і P-LCC.

При підрахунку інтегральних гемоцитометричних індексів (табл. 2) відзначено зростання NLR, SIRI, NPR та PLR у двох групах дослідження порівняно з контрольною. У пацієнтів з летальним завершенням геморагічного інсульту спостерігали вірогідно вищі показники NLR, SIRI та NPR порівняно з тими, які вижили, проте в

**Таблиця 1 – Зміни лейкоцитарних і тромбоцитарних показників крові у пацієнтів з геморагічним інсульт, залежно від прогнозу захворювання (Me [25 %; 75 %])**

Показник	Вижили	Померли	Контрольна група
WBC, Г/л	11,0 [8,9; 12] p#<0,05	12,4 [10,5; 13,8] p#<0,05	5,9 [5,5; 6,4]
Neu, Г/л	8,64 [7,20; 9,77] p#<0,05	10,33 [8,8; 11,56] p#<0,05 p*<0,05	3,20 [2,77; 3,40]
Лym, Г/л	1,57 [1,22; 1,73] p#<0,05	1,21 [1,16; 1,25] p#<0,05	2,16 [1,79; 2,52]
Mon, Г/л	0,62 [0,50; 0,66]	0,59 [0,39; 0,83]	0,47 [0,35; 0,57]
PLT, Г/л	237 [208; 258]	208 [182; 276]	234 [197; 258]
PDW, %	12,3 [11,1; 13,5]	12,65 [11,85; 13,1]	12,75 [11,63; 14,28]
MPV, фл	10,8 [10,6; 11,0]	10,4 [9,9; 10,8]	10,1 [9,1; 11,0]
PCT, %	0,256 [0,229; 0,284] p#<0,05	0,224 [0,187; 0,273]	0,19 [0,180; 0,230]
P-LCC, Г/л	74 [73; 90] p#<0,05	67 [49,5; 77]	49,5 [45,5; 63,0]
P-LCR, %	31,4 [30,4; 35]	30,0 [26,2; 32,7]	25,6 [24,0; 32,1]

Примітки. Тут і в таблиці 2:

1. p# – вірогідність відмінності показників хворих на геморагічний інсульт і пацієнтів контрольної групи.
2. p\* – вірогідність відмінності показників хворих, які померли, і пацієнтів, яких було виписано.

**Таблиця 2 – Зміни інтегральних гемоцитометричних індексів у пацієнтів з геморагічним інсульт, залежно від прогнозу захворювання (Me [25 %; 75 %])**

Показник	Вижили	Померли	Контрольна група
NLR	5,7 [3,3; 6,0] p#<0,05	8,8 [7,6; 9,2] p#<0,05 p*<0,05	1,48 [1,24; 1,93]
SIRI	2,64 [2,14; 3,09] p#<0,05	5,95 [3,4; 7,15] p#<0,05 p*<0,05	0,48 [0,35; 0,92]
NPR	3,18 [2,07; 4,00] p#<0,05	5,15 [4,94; 6,10] p#<0,05 p*<0,05	1,31 [1,20; 1,45]
PLR	182,5 [144,0; 201,9] p#<0,05	177,2 [151,2; 221,2] p#<0,05	110 [81,4; 125,0]
PMR	403 [363; 464]	293 [240; 637]	609 [432; 646]

показниках PLR і PMR вірогідної різниці не відмічено.

Отримані дані вказують на несприятливий вплив щодо прогнозу захворювання зміщення балансу в бік неспецифічних імунних реакцій, зростання лейкоцитарно-тромбоцитарних, насамперед тромбоцитарно-нейтрофільних, асоціацій на початку геморагічного інсульту.

**ВИСНОВКИ.** 1. При геморагічному інсульті спостерігають зростання загальної кількості лейкоцитів і нейтрофілів у крові, зниження показників лімфоцитів, що підтверджує важливу роль запалення в патогенезі цього захворювання, проте прогностичне значення щодо смерті пацієнта в гострий період мають абсолютний нейтрофіліоз, підвищення нейтрофільно-лім-

фоцитарного співвідношення та індексу відповіді на системне запалення.

2. Кількісні й морфофункціональні зміни тромбоцитарних показників у крові на 1-шу добу геморагічного інсульту не мають прогностичного значення щодо летального завершення захворювання. Проте у пацієнтів, які померли, спостерігають вірогідно вищі показники нейтрофільно-тромбоцитарного співвідношення, що вказує на негативну роль тромбоцитарно-лейкоцитарних асоціацій у патогенезі геморагічного інсульту.

3. З метою прогнозування перебігу геморагічного інсульту більш ефективним може бути не дослідження окремих параметрів загального аналізу крові, а їх інтегральна оцінка з використанням лейкоцитарних і тромбоцитарно-лейкоцитарних індексів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Теренда Н. О. Медико-соціальне значення мозкових інсультів та фактори ризику їх розвитку / Н. О. Теренда, Н. Я. Фарійон, О. А. Теренда // Вісн. соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. – 2021. – № 1. – С. 70–77. DOI: 10.11603/1681-2786.2021.1.12150.
2. Бойків Н. Д. Динаміка фактора росту ендотелію судин при геморагічному інсульті залежно від ступеня тяжкості захворювання / Н. Д. Бойків, О. П. Цимбала // Укр. журн. лаб. медицини. – 2024. – № 2 (1). – С. 4–8. DOI: 10.62151/2786-9288.2.1.2024.01.
3. Wang K. W. Molecular biomarker of inflammatory response is associated with rebleeding in spontaneous intracerebral hemorrhage / Wang K. W., Cho C. L., Chen H. J. [et al.] // *European neurology*. – 2011. – No. 66 (6). – P. 322–327. DOI: 10.1159/000332027.
4. Li Y. (2023). A high neutrophil-to-platelet ratio is associated with hematoma expansion in patients with spontaneous intracerebral hemorrhage: a retrospective study / Y. Li, X. Yang, H. Zhou [et al.] // *BMC neurology*. – 2023. – No. 23 (1). – P. 27. DOI: 10.1186/s12883-023-03055-3.
5. García-Culebras, A. Myeloid cells as therapeutic targets in neuroinflammation after stroke: Specific roles of neutrophils and neutrophil-platelet interactions / A. García-Culebras, V. Durán-Laforet, Peña-Martínez [et al.] // *Journal of cerebral blood flow and metabolism : official journal of the International Society of Cerebral Blood Flow and Metabolism*. – 2018. – No. 38 (12). – P. 2150–2164. DOI: 10.1177/0271678X18795789.
6. Rossaint J. Role of Platelets in Leukocyte Recruitment and Resolution of Inflammation / J. Rossaint, A. Margraf, A. Zarbock [et al.] // *Frontiers in immunology*. – 2018. – No. 9. – P. 2712. DOI: 10.3389/fimmu.2018.02712.
7. Показники лейкоцитарної та тромбоцитарної ланки крові в динаміці госпітального періоду у хворих з гострим інфарктом міокарда: можливість використання для оцінювання ризику розвитку віддалених ускладнень / О. М. Пархоменко, О. В. Шумаков, Т. В. Талаева [та ін.] // *Укр. кардіол. журн.* – 2022. – 28, № 5. – С. 9–23. DOI: 10.31928/1608-635X-2021.5.923.8.
8. Increased platelet count and leucocyte-platelet complex formation in acute symptomatic compared with asymptomatic severe carotid stenosis / D. J. McCabe, P. Harrison, I. J. Mackie [et al.] // *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*. – 2005. – No. 76 (9). – P. 1249–1254. DOI: 10.1136/jnnp.2004.051003.
9. Neutrophil CD40 enhances platelet-mediated inflammation / P. Vanichakarn, P. Blair, C. Wu [et al.] // *Thrombosis research*. – 2008. – No. 122 (3). – P. 346–358. DOI: 10.1016/j.thromres.2007.12.019.
10. Peripheral monocyte count is associated with case fatality after intracerebral hemorrhage / O. Adeoye, K. Walsh, J. G. Woo [et al.] // *Journal of stroke and cerebrovascular diseases : the official journal of National Stroke Association*. – 2014. – 23 (2). – P. e107–e111. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2013.09.006.
11. Suppression of NLRP3 attenuates hemorrhagic transformation after delayed rtPA treatment in thromboembolic stroke rats: Involvement of neutrophil recruitment / Z. Guo, S. Yu, X. Chen [et al.] // *Brain research bulletin*. – 2018. – No. 137. – P. 229–240. DOI: 10.1016/j.brainresbull.2017.12.009.
12. Leukocyte Count and Intracerebral Hemorrhage Expansion / A. Morotti, C. L. Phuah, C. D. Anderson [et al.] // *Anderson Stroke*. – 2016. – No. 47 (6). – P. 1473–1478. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.013176.
13. Системний підхід до оцінки інтегральних гемцитометричних індексів [Електронний ресурс] / Є. І. Дзись, О. Я. Томашевська, І. Є. Дзись [та ін.] // *Укр. мед. вісті*. – 2023. – № 3–4. – С. 131–134. – Режим доступу : <https://umv.com.ua/index.php/journal/article/view/21814>.
14. The impact of admission neutrophil-to-platelet ratio on in-hospital and long-term mortality in patients with infective endocarditis / X. B. Wei, Y. H. Liu, P. C. He [et al.] // *Clinical chemistry and laboratory medicine*. – 2017. – No. 55 (6). – P. 899–906. DOI: 10.1515/cclm-2016-0527.

15. The relation between platelet-to-lymphocyte ratio and Pulmonary Embolism Severity Index in acute pulmonary embolism / H. Kundi, A. Balun, H. Cicekcioglu [et al.] // *Heart & lung : the journal of critical care*. – 2015. – No. 44(4). – P. 340–343. DOI: 10.1016/j.hrtlng.2015.04.007.

16. The Predictive Role of Systemic Inflammation Response Index (SIRI) in the Prognosis of Stroke Patients / Y. Zhang, Z. Xing, K. Zhou [et al.] // *Clinical interventions in aging*. – 2021. – No. 16. – P. 1997–2007. DOI: 10.2147/CIA.S339221.

17. Systemic Inflammation Response Index and Systemic Immune-inflammation Index for Predicting the Prognosis of Patients with Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage / S. Yun, H. Yi, J. Lee [et al.] // *Journal of stroke and cerebrovascular diseases : the official journal of National Stroke Association*. – 2021. – No. 30(8). – P. 105861. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.105861.

18. Severity scale of consultation of the US National Institutes of Health (NIHSS) (National Institutes of Health

Stroke Scale – NIHSS) // *Cerebrovascular diseases*. – 2008. – No. 2. – P. 43–45.

19. Systemic inflammation response index as a prognostic predictor in patients with acute ischemic stroke: A propensity score matching analysis / H. Dang, W. Mao, S. Wang [et al.] // *Frontiers in neurology*. – 2023. – No. 13. – P. 1049241. DOI: 10.3389/fneur.2022.1049241.

20. Jickling G. C. Targeting neutrophils in ischemic stroke: translational insights from experimental studies / G. C. Jickling, D. Liu, B. P. Ander // *Journal of cerebral blood flow and metabolism : official journal of the International Society of Cerebral Blood Flow and Metabolism*. – 2015. – No. 35(6). – P. 888–901. DOI: 10.1038/jcbfm.2015.45.

21. Михалойко О. Я. Показники тромбоцитограми в пацієнтів у ранньому відновному періоді ішемічного інсульту / О. Я. Михалойко, І. В. Жулкевич // *Здобутки клініч. і експерим. медицини*. – 2021. – № 2. – С. 108–112. DOI: 10.11603/1811-2471.2021.v.i2.12211.

#### REFERENCES

1. Terenda, N.O., Fariyon, N.Y., & Terenda, O.A. (2021). Medical and social significance of stroke and risk factors of their development. *Bulletin of Social Hygiene and Health Protection Organization of Ukraine*, (1), 70-77 [in Ukrainian]. DOI: 10.11603/1681-2786.2021.1.12150.

2. Bojkiv, N.D., & Tsymbala, O.P. (2024). Dynamics of vascular endothelial growth factor in hemorrhagic stroke depending on the disease severity. *Ukrainian Journal of Laboratory Medicine*, 2(1), 4-8 [in Ukrainian]. DOI: 10.62151/2786-9288.2.1.2024.01.

3. Wang, K.W., Cho, C.L., Chen, H.J., Liang, C.L., Liliang, P.C., Tsai, Y.D., Wang, H.K., & Lu, K. (2011). Molecular biomarker of inflammatory response is associated with rebleeding in spontaneous intracerebral hemorrhage. *European neurology*, 66(6), 322-327. DOI: 10.1159/000332027.

4. Li, Y., Yang, X., Zhou, H., Hui, X., Li, H., & Zheng, J. (2023). A high neutrophil-to-platelet ratio is associated with hematoma expansion in patients with spontaneous intracerebral hemorrhage: a retrospective study. *BMC neurology*, 23(1), 27. DOI: 10.1186/s12883-023-03055-3.

5. García-Culebras, A., Durán-Laforet, V., Peña-Martínez, C., Ballesteros, I., Pradillo, J.M., Díaz-Guzmán, J., Lizasoain, I., & Moro, M.A. (2018). Myeloid cells as therapeutic targets in neuroinflammation after stroke: Specific roles of neutrophils and neutrophil-platelet interactions. *Journal of cerebral blood flow and metabolism : official journal of the International Society of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 38(12), 2150-2164. DOI: 10.1177/0271678X18795789.

6. Rossaint, J., Margraf, A., & Zarbock, A. (2018). Role of platelets in leukocyte recruitment and resolution of inflammation. *Frontiers in immunology*, 9, 2712. DOI: 10.3389/fimmu.2018.02712.

7. Parkhomenko, O.M., Shumakov, V.O., Talayeva, T.V., Tretyak, I.V., Dovhan, O.V. (2022). Leukocyte

and platelet markers of blood in the dynamics of the hospital period in patients with acute myocardial infarction: the ability to predict the development of long-term adverse events. *Ukrainian Journal of Cardiology*, 28(5), 9-23 [in Ukrainian]. DOI: 10.31928/1608-635X-2021.5.923.

8. McCabe, D.J., Harrison, P., Mackie, I.J., Sidhu, P.S., Purdy, G., Lawrie, A.S., Watt, H., Machin, S.J., & Brown, M.M. (2005). Increased platelet count and leucocyte-platelet complex formation in acute symptomatic compared with asymptomatic severe carotid stenosis. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 76(9), 1249-1254. DOI: 10.1136/jnnp.2004.051003.

9. Vanichakarn, P., Blair, P., Wu, C., Freedman, J.E., & Chakrabarti, S. (2008). Neutrophil CD40 enhances platelet-mediated inflammation. *Thrombosis research*, 122(3), 346-358. DOI: 10.1016/j.thromres.2007.12.019.

10. Adeoye, O., Walsh, K., Woo, J.G., Haverbusch, M., Moomaw, C.J., Broderick, J.P., Kissela, B.M., Kleindorfer, D., Flaherty, M.L., & Woo, D. (2014). Peripheral monocyte count is associated with case fatality after intracerebral hemorrhage. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases : the official journal of National Stroke Association*, 23(2), e107-e111. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2013.09.006.

11. Guo, Z., Yu, S., Chen, X., Zheng, P., Hu, T., Duan, Z., Liu, X., Liu, Q., Ye, R., Zhu, W., & Liu, X. (2018). Suppression of NLRP3 attenuates hemorrhagic transformation after delayed rtPA treatment in thromboembolic stroke rats: Involvement of neutrophil recruitment. *Brain research bulletin*, 137, 229-240. DOI: 10.1016/j.brainresbull.2017.12.009.

12. Morotti, A., Phuach, C.L., Anderson, C.D., Jessel, M.J., Schwab, K., Ayres, A.M., Pezzini, A., Padovani, A., Gurol, M.E., Viswanathan, A., Greenberg, S.M., Goldstein, J. N., & Rosand, J. (2016). Leukocyte count and intracerebral hemorrhage expansion. *Stroke*, 47(6), 1473-1478. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.013176.

13. Dzis, Y.I., Tomashevskaya, O.Y., Dzis, I.Y., & Petrukh, A.V. (2023). Systematic approach to assessment of integral hemocytometrical indices. *Ukrainian Medical News*, (3-4), 131-134 [in Ukrainian]. Retrieved from <https://umv.com.ua/index.php/journal/article/view/218>.

14. Wei, X.B., Liu, Y.H., He, P.C., Yu, D.Q., Tan, N., Zhou, Y.L., & Chen, J.Y. (2017). The impact of admission neutrophil-to-platelet ratio on in-hospital and long-term mortality in patients with infective endocarditis. *Clinical chemistry and laboratory medicine*, 55(6), 899-906. DOI: 10.1515/cclm-2016-0527.

15. Kundi, H., Balun, A., Cicekcioglu, H., Cetin, M., Kiziltunc, E., Cetin, Z.G., Mansuroglu, C., & Ornek, E. (2015). The relation between platelet-to-lymphocyte ratio and Pulmonary Embolism Severity Index in acute pulmonary embolism. *Heart & lung : the journal of critical care*, 44(4), 340-343. DOI: 10.1016/j.hrtlng.2015.04.007.

16. Zhang, Y., Xing, Z., Zhou, K., & Jiang, S. (2021). The predictive role of Systemic Inflammation Response Index (SIRI) in the prognosis of stroke patients. *Clinical interventions in aging*, 16, 1997-2007. DOI: 10.2147/CIA.S339221.

17. Yun, S., Yi, H.J., Lee, D.H., & Sung, J.H. (2021). Systemic Inflammation Response Index and Systemic Immune-inflammation Index for predicting the prognosis of patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage.

*Journal of stroke and cerebrovascular diseases : the official journal of National Stroke Association*, 30(8), 105861. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.105861.

18. Severity scale of consultation of the US National Institutes of Health (NIHSS) (National Institutes of Health Stroke Scale – NIHSS). (2008). *Cerebrovascular diseases*, 2, 43-45.

19. Dang, H., Mao, W., Wang, S., Sha, J., Lu, M., Cong, L., Meng, X., & Li, H. (2023). Systemic inflammation response index as a prognostic predictor in patients with acute ischemic stroke: A propensity score matching analysis. *Frontiers in neurology*, 13, 1049241. DOI: 10.3389/fneur.2022.1049241.

20. Jickling, G.C., Liu, D., Ander, B.P., Stamova, B., Zhan, X., & Sharp, F.R. (2015). Targeting neutrophils in ischemic stroke: translational insights from experimental studies. *Journal of cerebral blood flow and metabolism : official journal of the International Society of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 35(6), 888-901. DOI: 10.1038/jcbfm.2015.45.

21. Mykhaloiko, O.Y., & Zhulkevych, I.V. (2021). Thrombocytogram parameters in patients of early recovery period of ischemic stroke. *Achievements of Clinical and Experimental Medicine*, (2), 108-112 [in Ukrainian]. DOI: 10.11603/1811-2471.2021.v.i2.12211.

Отримано 18.04.2024

Адреса для листування: Н. Д. Бойків, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, вул. Пекарська, 69, Львів, 79010, Україна, e-mail: [natabojkiv@gmail.com](mailto:natabojkiv@gmail.com).

N. D. Bojkiv, O. O. Yastremska, T. A. Ivanitska, S. O. Chukhvytska, R. A. Chukhvytskyi  
DANYLO HALYTSKY LVIV NATIONAL MEDICAL UNIVERSITY

## PROGNOSTIC VALUE OF INTEGRAL HEMOCYTOMETRIC INDICES IN PATIENTS WITH HEMORRHAGIC STROKE

### Summary

**Introduction.** Changes in the cellular composition of the blood are a valuable source of information about the patient's condition and the severity of the disease. Recently, integral hemocytometric indices (IHIs), including the platelet-to-leukocyte ratio, have been used to assess the body's systemic response to injury. This is due to the fact that platelets play not only a hemostatic role but also actively participate in inflammatory reactions, interacting closely with various forms of leukocytes. Currently, the prognostic value of these indices has been identified in various pathologies, particularly in myocardial infarction, pulmonary embolism, and ischemic stroke.

**The aim of the study** – to identify the features of changes in platelet and leukocyte blood parameters and integral hemocytometric indices in patients with hemorrhagic stroke depending on the disease prognosis.

**Research Methods.** A total of 42 patients with hemorrhagic stroke were examined. Patients were divided into 2 groups: those who were discharged from the clinic after treatment (Group I) and those in whom the hemorrhagic stroke resulted in death (Group II). Leukocyte and platelet blood parameters were studied on the first day of the disease. Leukocyte (neutrophil-to-lymphocyte ratio, systemic inflammation response index) and platelet-leukocyte indices (neutrophil-to-platelet ratio, platelet-to-lymphocyte ratio, platelet-to-monocyte ratio) were calculated.

**Results and Discussion.** When studying the leukocyte and platelet blood parameters, only the absolute number of neutrophils was significantly higher in patients who died; the remaining parameters did not differ significantly between the two groups. Among the IHIs, the neutrophil-to-lymphocyte ratio, systemic inflammation response index and neutrophil-to-platelet ratio were significantly higher in patients who died in the acute phase of hemorrhagic stroke.

**Conclusions.** For predicting the course of hemorrhagic stroke, the integral assessment of blood parameters using leukocyte and platelet-leukocyte indices may be more effective than examining individual parameters of the complete blood count.

KEY WORDS: hemorrhagic stroke; leukocytes; platelets; leukocyte-platelet indices.