

М.П. Завелевич¹,
Л.М. Шлапацька¹,
О.О. Фільченко¹,
А.С. Поліщук¹,
Н.А. Голярник²,
І.В. Абраменко²,
З.В. Мартіна²,
В.Н. Зінченко³,
Д.А. Бази́ка²

¹ Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького НАН України,

² Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України,

³ Київська міська клінічна лікарня № 9, Київ, Україна

Ключові слова: лімфома маргінальної зони, мантійно-клітинна лімфома, хронічний лімфолейкоз, CD90, CD117, CD123, CD147, проточна цитометрія.

ЕКСПРЕСІЯ CD90, CD117, CD123 ТА CD147 В ЗЛОЯКІСНИХ НОВОУТВОРЕННЯХ ЗІ ЗРІЛИХ В-КЛІТИН

Мета: проаналізувати експресію антигенів CD90, CD117, CD123 та CD147 на плазматичних мембранах клітин новоутворень зі зрілих В-клітин, зокрема лімфоми маргінальної зони (ЛМЗ) та мантійноклітинної лімфоми (МКЛ), а також експресію CD147 на злоякісно трансформованих клітинах у хворих на хронічний лімфолейкоз (ХЛЛ). **Об'єкт і методи:** дослідження профілю експресії поверхневих антигенів злоякісно трансформованих В-лімфоцитів у зразках периферичної крові хворих на ЛМЗ, МКЛ та ХЛЛ (всього 34 хворих) проводили методом проточної цитометрії з використанням моноклональних антитіл. **Результати:** експресія хоча б одного з антигенів проміж CD90, CD117, CD123 на рівні щонайменше 1% клітин у субпопуляції CD45-позитивних злоякісно трансформованих лімфоцитів була виявлена у 20,0–33,3% випадків МКЛ та 27,2–54,5% випадків ЛМЗ. В одному з випадків МКЛ виявлено як високий вміст CD117-позитивних клітин (31,0%), так і експресію CD90 на 3,8% клітин. Високий вміст CD147-позитивних клітин було визначено не тільки при МКЛ та ЛМЗ, але й в разі ХЛЛ. **Висновки:** при різних формах новоутворень зі зрілих В-клітин незначна частина популяції злоякісно трансформованих клітин експресує антигени лейкоемічних стовбурових клітин та клітин мієлоїдного ряду. Встановлено убиквітарний характер експресії CD147 в клітинах цих новоутворень. Діагностичне та/або прогностичне значення експресії досліджуваних антигенів залишається нез'ясованим, тому необхідні подальші клінічні дослідження особливостей перебігу захворювання з урахуванням експресії атипичних маркерів.

Нині встановлені основні імунофенотипові характеристики пухлинних клітин при різних формах та варіантах новоутворень зі зрілих В-клітин [1]. У більшості випадків специфічні комбінації моноклональних антитіл (МкАт) до лінійно-специфічних й диференціювальних антигенів лімфоцитів дозволяють однозначно встановити конкретну нозологічну форму та підтип захворювань цієї групи [2]. Разом з тим, імунофенотип злоякісно трансформованих В-лімфоцитів не завжди вкладається в класичні його характеристики відповідно до імуноморфологічного варіанта пухлини, що ускладнює інтерпретацію отриманих даних. Труднощі діагностики виникають при низькому відсотку пухлинних клітин у периферичній крові (ПК) та/або кістковому мозку (КМ), відсутності одного або двох діагностичних маркерів, що диктує необхідність пошуку інших додаткових антигенів. Включення в диференціально-діагностичний алгоритм нових маркерів може внести певну ясність та полегшити інтерпретацію результатів імунофенотипування.

Пухлинні клітини в організмі характеризуються фенотиповою гетерогенністю. Сукупність зло-

якісних клітин, окрім основного лейкоемічного клону, містить чимало клітин, які відрізняються від нього генетично та епігенетично [3]. При цьому можливо утворення вторинних клонів лейкоемічних клітин, особливо в умовах тиску відбору при застосуванні лікарських засобів. Передусім це стосується лейкозів із клітин-попередників, де злоякісні клітини за своїм ступенем диференціювання близькі до стовбурових клітин. Хоча значна гетерогенність пухлинних клітин виявлена також при В- й Т-клітинних неходжкінських лімфомах (НХЛ) зі зрілих клітин [4].

На плазматичній мембрані лімфоїдних клітин, окрім антигенів, що входять до стандартних диференційно-діагностичних панелей для новоутворень зі зрілих В-клітин, експресується безліч інших антигенів. Їх експресія може носити випадковий та невизначальний характер, хоча деякі мієлоїдні антигени час від часу експресуються на клітинах певних форм лімфом. До таких “випадково” експресованих антигенів у клітинах НХЛ можна віднести антигени, що є маркерами гемопоетичних стовбурових клітин та клітин-попередників мієлоїдного ряду, зокрема CD90, CD117 та CD123. Повідомлення про

експресію цих мієлоїдних антигенів у літературі зустрічаються більшою мірою як окремі клінічні випадки або вибірки певних форм лімфом. Достеменно невідомо, чи має експресія таких антигенів певне діагностичне чи прогностичне значення.

Так, експресію антигену CD117 виявляють приблизно на третині клітин хворих на множинну мієлому (ММ) [5], яка походить зі зрілих В-клітин. Проте його експресія на плазматичних мембранах патологічних клітин при різних формах НХЛ вважається доволі рідкісною [6]. Антиген CD117 на патологічних клітинах лише спорадично виявляли у хворих на мантийноклітинну лімфому (МКЛ) (1,2% випадків) [7], дифузну В-великоклітинну лімфому (2,0% випадків) [8].

Виявлення антигену CD123 враховують при діагностуванні лімфоми Ходжкіна та волосково-клітинного лейкозу [9, 10]. Проте при дослідженні експресії цього антигену на плазматичних мембранах клітин при інших формах В-лінійних злоякісних лімфоїдних новоутворень були отримані суперечливі результати. Хоча у більшості спостережень антиген CD123 не виявлявся, в окремих випадках його експресію вдалося ідентифікувати. Так, методом проточної цитометрії було досліджено експресію антигену CD123 на пухлинних клітинах у 300 хворих на В-клітинні лімфопроліферативні захворювання, і його експресію виявляли доволі часто (в 1/4 випадків при лімфомі маргінальної зони (ЛМЗ), 5/133 при хронічному лімфолейкозі (ХЛЛ) та 7/21 — при МКЛ) [10]. При цьому 100% випадків волосковоклітинного лейкозу мали фенотип CD123⁺.

Y. Ishiura та співавтори методами проточної цитометрії та імуноблотингу продемонстрували експресію антигену CD90 в перешеплюваних лініях В-клітинної лімфоми Akata, BJAB та Mutu1 [11], хоча рівень його експресії сильно варіював. При цьому МкАт проти CD90 пригнічували проліферацію цих клітин, що може свідчити про функціональне залучення білка CD90 до механізмів лімфомагенезу.

Окрім диференціювальних та лінійно-специфічних антигенів на поверхні нормальних і трансформованих лімфоцитів, як і клітин іншого гістогенезу, експресується чимало інших антигенів, залучених до регуляції фундаментальних біологічних процесів, важливих як для нормального функціонування клітин, так і для їх злоякісної трансформації. Профілі їх експресії на клітинах лімфоїдних новоутворень вивчені недостатньо. Це, зокрема, стосується антигену CD147, експресія та функціональна активність якого досить детально охарактеризовані для епітеліальних клітин, тоді як лише поодинокі роботи містять дані щодо його експресії при новоутвореннях зі зрілих В-клітин [12–14]. Такі дані при різних формах НХЛ досить суперечливі. Так, автори одного з

досліджень відмічають відсутність такої експресії при ЛМЗ, МКЛ, дифузній В-великоклітинній лімфомі та фолікулярних лімфомах [13], тоді як інші, навпаки, повідомляють про виявлення антигену CD147 на патологічних клітинах хворих на НХЛ у переважній кількості випадків (73%), що корелює з несприятливим прогнозом [14].

Оскільки імунофенотип злоякісно трансформованих В-лімфоцитів не завжди вкладається в класичні його характеристики відповідно до імуноморфологічного підтипу лімфоїдного новоутворення зі зрілих В-клітин, продовжується пошук нових маркерів патологічних клітин, у тому числі локалізованих на їх плазматичних мембранах.

Метою дослідження було проаналізувати експресію антигенів CD90, CD117, CD123 та CD147 в новоутвореннях зі зрілих В-клітин, зокрема ЛМЗ та МКЛ у стадії лейкемізації, а також експресію CD147 на злоякісно трансформованих клітинах у хворих на ХЛЛ. Аналіз проводили в усьому діапазоні експресії антигенів, а не тільки у діагностично значущому, для їх виявлення у невеликих субпопуляціях клітин лімфом.

ОБ'ЄКТ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В дослідження були включені 34 хворих на лімфопроліферативні захворювання, діагноз у яких був встановлений відповідно до оновленої класифікації ВООЗ 2017 р. [1]. Хворі проходили обстеження в гематологічних відділеннях Київської міської лікарні №9 та ДУ “Національного наукового центру радіаційної медицини НАМН України”. Вивчали зразки периферичної крові хворих на ЛМЗ ($n = 11$), МКЛ ($n = 15$) та ХЛЛ ($n = 8$), отримані до початку лікування. Статеві-вікова характеристика хворих представлена у *табл. 1*.

Дослідження профілю експресії антигенів злоякісно трансформованих В-лімфоцитів у зразках ПК хворих проводили на проточному цитофлуориметрі Beckman Coulter DxFLEX (Beckman Coulter Life Sciences, США) методом прямої імунофлуоресценції як описано нами раніше [15]. Клітинні популяції аналізували під контролем експресії загально-лейкоцитарного антигену CD45 із використанням панелі МкАт за стандартною методикою згідно з рекомендаціями виробника. Перелік застосованих у дослідженні МкАт наведено у *табл. 2*.

Таблиця 1

Статеві-вікова характеристика хворих

Нозологічна форма	Стать, $n / \%$		Віковий діапазон, роки	Середній вік, роки
	ч	ж		
МКЛ	10/66,7	5/33,3	46–85	68,9 $\pm$ 3,1
ЛМЗ	2/18,2	9/81,8	63–86	69,3 $\pm$ 2,6
ХЛЛ	6/75,0	2/25,0	52–70	61,5 $\pm$ 2,7

Таблиця 2

Моноклональні антитіла, які використовувалися у дослідженні				
CD маркер	Флуоро- хром	Виробник	Клон	Кат. номер
CD90	FITC	Beckman Coulter	F15-42-1-5	IM1839U
CD117	PC7	Beckman Coulter	104D2D1	B49221
CD123	PE	Beckman Coulter	9F5	B14808
CD147	FITC	BD Pharmingen	HIM6	555962
CD45	PC5.5	ІЕПОР НАН України	Bra55	—

Аналіз та відповідну статистичну обробку проводили за допомогою програмного забезпечення CytExpert (DxFLEX Software, США). Кількість клітин, позитивних або негативних за експресією відповідного антигену, вираховували після дослідження як мінімум 10 тис. подій. Зважаючи на очікувано вкрай низький вміст клітин з атипovими антигенами у загальній популяції патологічних клітин, за позитивний статус для цілей цього дослідження було прийнято експресію антигену щонайменше на 1% клітин з субпопуляції CD45-позитивних злоякісно трансформованих В-лімфоцитів. Як негативний контроль використовувався рівень аутофлуоресценції клітин без внесення МкАт.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За попередніми даними імунофенотипування, отриманими з клінічних установ, в яких лікувалися хворі, злоякісно трансформовані клітини при МКЛ та ЛМЗ мали в більшості випадків типовий для цих патологій імунофенотип, а саме CD5⁺CD10⁻CD20⁺CD23⁻CD200⁻ для МКЛ та

CD5⁻CD10⁻CD20⁺CD23⁻CD43⁺CD200⁺ для ЛМЗ.

Результати визначення експресії антигенів мієлоїдних клітин наведені в табл. 3. Експресія досліджуваних антигенів на рівні щонайменше 1% клітин в субпопуляції CD45-позитивних лімфоцитів була виявлена у 20,0–33,3% випадків МКЛ та 27,2–54,5% випадків ЛМЗ. При цьому у 3 хворих на МКЛ та 2 хворих на ЛМЗ експресія одного з цих трьох маркерів встановлена більш ніж на 3% клітин. Відмінності між нашими результатами, та даними, представленими А. Potti та співав. [7], можуть бути пов'язані з різницею у методичних підходах. Зокрема, вони оцінювали частоту експресії CD117 при МКЛ за допомогою імуногістохімічного аналізу архівного матеріалу, тоді як ми досліджували експресію цього антигена у свіжих зразках ПК методом проточної цитометрії. В одному з випадків МКЛ виявлено високий вміст CD117-позитивних клітин (31,0%) поряд з експресією CD90 на 3,8% клітин (рис. 1), що можна вважати позитивним і за суворими діагностичними критеріями.

У більшості випадків злоякісно трансформовані В-клітини експресували тільки один з трьох досліджуваних нами атипovих мієлоїдних антигенів. Одночасну експресію двох досліджуваних маркерів відзначали лише у двох випадках МКЛ та двох випадках ЛМЗ.

Загальна частота виявлення (за несуворими критеріями) була досить значною, хоча відсоток клітин, які експресували хоча б один з цих антигенів, був у цілому невеликим. Зазначимо також, що у нашій вибірці хворих на МКЛ найменшою була частота виявлення CD123.

Таблиця 3

Експресія досліджуваних антигенів на клітинах ПК хворих на МКЛ та ЛМЗ

Нозологічна форма	CD90		CD117		CD123	
	Кількість позитивних випадків, n / %	Мін-макс, %	Кількість позитивних випадків, n / %	Мін-макс, %	Кількість позитивних випадків, n / %	Мін-макс, %
МКЛ (n=15)	5/33,3	2,0–3,8	4/26,7	1,0–31,0	3/20,0	1,0–5,5
ЛМЗ (n=11)	3/27,2	1,8–2,3	4/36,4	2,0–4,0	6/54,5	1,4–4,0

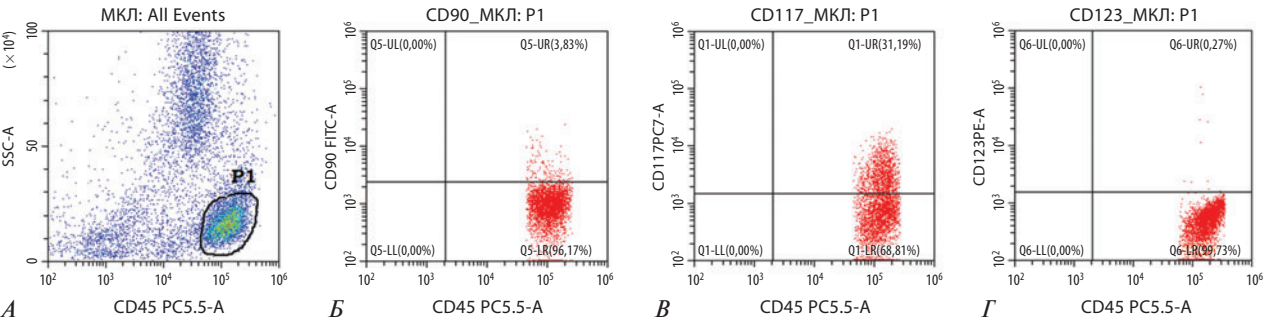


Рис. 1. Атипова експресія досліджуваних антигенів на клітинах ПК хворого на МКЛ (випадок з високим відсотком клітин, що експресують CD117): А — розподіл клітин за параметрами ssc/CD45; Б — CD90; В — CD117; Г — CD123

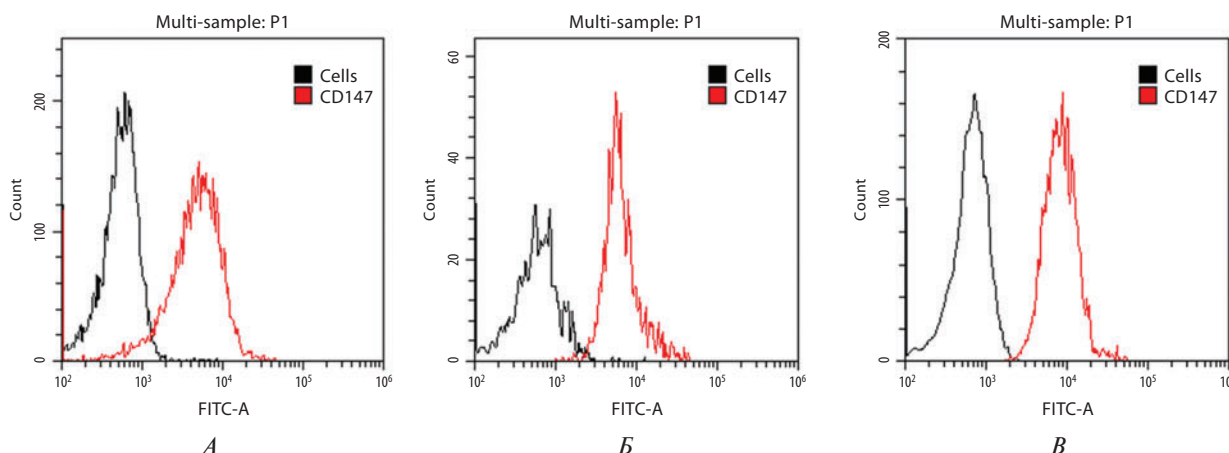


Рис. 2. Убіквітарний характер експресії CD147 в субпопуляції CD45-позитивних клітин ПК хворих на МКЛ (А), ЛМЗ (Б) та ХЛЛ (В)

При визначенні експресії антигену CD147 було показано його убіквітарність на клітинах ПК як при МКЛ, так й при ЛМЗ. Відсоток CD147-позитивних клітин в субпопуляції CD45-позитивних злоякісно трансформованих лімфоцитів знаходився у діапазоні від 58 до 100%. У групі хворих на ХЛЛ експресія CD147 спостерігалась більш ніж на 98% злоякісно трансформованих лімфоцитів. Типові гістограми CD147-позитивних клітин наведено на рис. 2.

Привертає увагу, що експресію CD147 було визначено не тільки на субстратних клітинах МКЛ та ЛМЗ, а й в разі ХЛЛ. Подібні результати були отримані в поодиноких роботах інших авторів [16, 17]. Повідомлялось, що при НХЛ рівень експресії CD147 в злоякісно трансформованих клітинах різниться в залежності від ступеня злоякісності цих новоутворень [17]. Тому аналіз залежності між рівнем експресії CD147 та клінічними характеристиками злоякісних лімфом заслуговує на подальші дослідження.

Таким чином, встановлено експресію антигенів CD90, CD117, CD123 в незначній субпопуляції злоякісно трансформованих клітин ПК хворих на МКЛ та ЛМЗ. У більшості випадків це була експресія на рівні, далекому від діагностичного. Однак, хоча прийнятним для діагностичного при проведенні аналізу методом проточної цитометрії є показник близько 20% клітин, у літературі це значення досить-таки варіює і зниження граничного рівня до 3% не виключають навіть й з діагностичною метою [18]. До того ж йдеться про можливу експресію нетипових антигенів, які за визначенням могли б зустрічатись в обмеженій кількості клітин. Разом з тим, ми виявили випадок МКЛ з вірогідною детекцією CD117 на діагностичному рівні. Діагностичне та/або прогностичне значення такої експресії досі залишається нез'ясованим, тому необхідні подальші клінічні дослідження особливостей перебігу

захворювання з урахуванням експресії атипичних маркерів.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що при різних формах НХЛ незначна частина популяції злоякісно трансформованих клітин експресує антигени лейкоемічних стовбурових клітин та клітин мієлоїдного ряду, що може бути важливим для розуміння біологічної гетерогенності лімфопроліферативних захворювань.

2. Продемонстровано убіквітарний характер експресії CD147 клітинами ПК хворих на МКЛ, ЛМЗ та ХЛЛ.

Дослідження проведено у рамках виконання НДР 2.2.5.440 “Розробка та впровадження в клінічну практику новітніх імуноензімоцитохімічних технологій діагностики В-клітинних лімфоїдних новоутворень”, 2021–2023 рр. (Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького НАН України).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. World Health Organization Classification of Tumours of Haematopoietic and Lymphoid Tissues. Revised 4th ed, vol 2. Swerdlow S.H., Campo E., Harris N.L., *et al.* (Eds.). Lyon: IARC; 2017, 585 p.
2. **Philchenkov AA, Zavelevich MP, Abramenko IV, *et al.*** Current state of laboratory diagnosis of mature B-cell lymphoid neoplasms in Ukraine. *Oncology (Kyiv)* 2022; **24** (3): 184–96. doi: 10.32471/oncology.2663-7928.t-24-3-2022-g.10753 (in Ukrainian).
3. **Desai RH, Zandvakili N, Bohlander SK.** Dissecting the genetic and non-genetic heterogeneity of acute myeloid leukemia using next-generation sequencing and *in vivo* models. *Cancers (Basel)* 2022; **14** (9): 2182. doi: 10.3390/cancers14092182.
4. **Kampalath B, Barcos MP, Stewart C.** Phenotypic heterogeneity of B cells in patients with chronic lymphocytic leukemia/small lymphocytic lymphoma. *Am J Clin Pathol* 2003; **119** (6): 824–32. doi: 10.1309/4AGUT3LKEURD7T7K.
5. **Kraj M, Pogłód R, Kopeć-Szlezak J, *et al.*** C-kit receptor (CD117) expression on plasma cells in monoclonal gam-

- mopathies. *Leuk Lymphoma* 2004; **45** (11): 2281–9. doi: 10.1080/10428190412331283279.
6. Zimpfer A, Went P, Tzankov A, *et al.* Rare expression of KIT (CD117) in lymphomas: a tissue microarray study of 1166 cases. *Histopathology* 2004; **45** (4): 398–404. doi: 10.1111/j.1365-2559.2004.01968.x.
 7. Potti A, Ganti AK, Kargas S, Koch M. Immunohistochemical detection of C-kit (CD117) and vascular endothelial growth factor (VEGF) overexpression in mantle cell lymphoma. *Anticancer Res* 2002; **22** (5): 2899–901. PMID: 12530014.
 8. Vakiani E, Cattoretto G, Colovai AI, *et al.* CD117 expression in diffuse large B-cell lymphomas: fact or fiction? *Pathol Int* 2005; **55** (11): 716–23. doi: 10.1111/j.1440-1827.2005.01893.x.
 9. Fromm JR. Flow cytometric analysis of CD123 is useful for immunophenotyping classical Hodgkin lymphoma. *Cytometry B Clin Cytom* 2011; **80** (2): 91–9. doi: 10.1002/ajh.26390.
 10. Venkataraman G, Aguhar C, Kreitman RJ, *et al.* Characteristic CD103 and CD123 expression pattern defines hairy cell leukemia: Usefulness of CD123 and CD103 in the diagnosis of mature B-cell lymphoproliferative disorders. *Am J Clin Pathol* 2011; **136** (4): 625–30. doi: 10.1309/AJCPKUM9J4IXCWEU.
 11. Ishiura Y, Kotani N, Yamashita R, *et al.* Anomalous expression of Thy1 (CD90) in B-cell lymphoma cells and proliferation inhibition by anti-Thy1 antibody treatment. *Biochem Biophys Res Commun* 2010; **396** (2): 329–34. doi: 10.1016/j.bbrc.2010.04.092.
 12. Zhu D, Wang Z, Zhao JJ, *et al.* The cyclophilin A-CD147 complex promotes the proliferation and homing of multiple myeloma cells. *Nat Med* 2015; **21** (6): 572–80. doi: 10.1038/nm.3867.
 13. Afonso J, Pinto T, Simões-Sousa S, *et al.* Clinical significance of metabolism-related biomarkers in non-Hodgkin lymphoma — MCT1 as potential target in diffuse large B cell lymphoma. *Cell Oncol (Dordr)* 2019; **42** (3): 303–18. doi: 10.1007/s13402-019-00426-2.
 14. Liu AG, Hu Q, Tao HF, *et al.* Expression of CD147 and matrix metalloproteinase-9 in children with non-Hodgkin's lymphoma and its correlation with prognosis. *Zhonghua Er Ke Za Zhi* 2009; **47** (10): 785–8.
 15. Shlapatska L, Gordienko I, Polishchuk A, Gluzman D. Profile of CD150 expression in bone marrow cells of patients with acute myeloid leukemia. *Exp Oncol* 2022; **44** (3): 198–207. doi: 10.32471/exp-oncology.2312-8852.vol-44-no-3.18307.
 16. Rodriguez CM, Gilardoni MB, Remedi MM, *et al.* Tumorstroma interaction increases CD147 expression in neoplastic B lymphocytes in chronic lymphocytic leukemia. *Blood Cells Mol Dis* 2020; **82**: 102405. doi: 10.1016/j.bcmd.2020.102405.
 17. Thorns C, Noack F, Feller AC, *et al.* Application of newly developed tissue-arrays to study EMMPRIN (CD147) expression in malignant non-Hodgkin lymphoma. *Cancer Genomics Proteomics* 2004; **1** (1): 45–52.
 18. Peffault de Latour R, Legrand O, Moreau D, *et al.* Comparison of flow cytometry and enzyme cytochemistry for the detection of myeloperoxidase in acute myeloid leukaemia: Interests of a new positivity threshold. *Br J Haematol* 2003; **122** (2): 211–6. doi: 10.1046/j.1365-2141.2003.04384.x.

EXPRESSION PATTERNS OF CD90, CD117, CD123, AND CD147 IN MATURE B CELL NEOPLASMS

M.P. Zavelevich¹, L.M. Shlapatska¹,
A.A. Philchenkov¹, A.S. Polishchuk¹,
N.A. Golyarnik², I.V. Abramenko², Z.V. Martina²,
V.N. Zinchenko³, D.A. Bazyka²

¹ R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, NAS of Ukraine,

² National Research Center for Radiation Medicine, NAMS of Ukraine,

³ City Clinical Hospital No 9, Kyiv, Ukraine

Summary. Aim: to analyze the expression patterns of CD90, CD117, CD123, and CD147 on cells of the mature B-cell neoplasms, in particular marginal zone lymphoma (MZL) and mantle cell lymphoma (MCL) and the expression of CD147 on chronic lymphocytic leukemia (CLL) cells. **Object and methods:** the expression patterns of the surface antigens on the transformed B cells were analyzed in the peripheral blood samples of the MZL, MCL, and CLL patients (34 patients in total) by the flow cytometry using the monoclonal antibodies. **Results:** at least one of the antigens — CD90, CD117, or CD123 was expressed in 20.0–33.3% of MCL cases and 27.2–54.5% of MZL

cases at the level $\geq 1\%$ of the cells in the subpopulation of CD45-positive lymphoid cells. One MCL case demonstrated the high content of CD117-positive cells (31.0%) accompanied by CD90 expression on 3.8% of cells. The high content of the CD147-positive cells was found not only in MZL and MCL but also in CLL. **Conclusion:** a small fraction of cells of lymphoid neoplasms expresses several antigens of the leukemic stem cells and cells of the myeloid lineage. The ubiquitous pattern of CD147 expression on cells of these neoplasms has been demonstrated. The diagnostic and/or prognostic significance of the expression of the studied antigens remains unknown necessitating further studies of the clinical features of these diseases taking into account the expression of the atypical markers.

Keywords: marginal zone lymphoma, mantle cell lymphoma, chronic lymphocytic leukemia, CD90, CD117, CD123, CD147, flow cytometry.

Адреса для листування:

Завелевич М.П.

03022, Київ, вул. Васильківська, 45

Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького НАН України

E-mail: mzavelevych@yahoo.com

Одержано: 18.12.2023