Дата публикации: 25.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_11
УДК 612.111.2; 612.111.7; 612.112

Publication date: 25.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_11
UDC 612.111.2; 612.111.7; 612.112

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КЛЕТОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ У ЮНОШЕЙ И ДЕВУШЕК СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА

Л.Д. Цатурян, В.Э. Товмасян
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ставрополь, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Актуальность исследования обусловлена важностью учета этнических особенностей при изучении количественных и морфометрических показателей клеточных элементов крови. Целью настоящего исследования явилось изучение этнических различий количественных и морфометрических показателей клеточных элементов крови у юношей и девушек Северо-Кавказского региона. ***Методы.*** Обследовано 122 студента, критерием разделения явился этнический и гендерный критерии. Оценка количественных и морфометрических показателей периферической крови проводилась кондуктометрическим методом. ***Результаты.*** В группе юношей и девушек Северо-Кавказской языковой семьи достоверно выявлено большее количество эритроцитов, содержание гемоглобина в эритроците, концентрация гемоглобина в эритроците, средний объем тромбоцитов, меньше гетерогенность объема эритроцитов в сравнении с юношами и девушками Индо-Европейской языковой семьи. ***Заключение.*** Показаны этнические различия количественных и морфометрических показателей клеточных элементов крови.

Ключевые слова: этнос, система крови, юноши, девушки, адаптационные механизмы, высокогорье.

QUANTITATIVE AND MORPHOMETRIC INDICATORS OF BLOOD CELLULAR ELEMENTS IN BOYS AND GIRLS OF THE NORTH CAUCASUS REGION

L.D. Tsaturyan, V.E. Tovmasyan
Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The relevance of the study is due to the importance of taking into account ethnic characteristics when studying the quantitative and morphometric parameters of blood cellular elements. The aim of this study was to investigate ethnic differences in the quantitative and morphometric parameters of blood cells in young men and women from the North Caucasus region. ***Methods.*** The study involved 122 students divided into groups based on ethnicity and gender. Quantitative and morphological parameters of peripheral blood were assessed using conductometry. ***Results.*** In the group of young men and women of the North Caucasian language group, there is a significantly higher number of erythrocytes, hemoglobin content in erythrocytes, hemoglobin concentration in erythrocytes, average platelet volume, and also less heterogeneity of erythrocyte volume in comparison with young men and women of the Indo-European language group. ***Conclusion.*** Ethnic and geographical differences in quantitative and morphological indicators of blood cell elements are shown.

Keywords: ethnicity, blood system, young men, young women, adaptation mechanisms, highlands.

Введение. Количественные и морфометрические показатели клеточных элементов крови служат важнейшим диагностическим инструментом, отражающим адаптационный процесс [1-3].

Проживание в условиях относительного высокогорья способствует увеличению количества эритроцитов (RBC), уровня гемоглобина (HGB), гематокрита (HCT), среднего содержания гемоглобина (MCH) и средней концентрации гемоглобина в эритроците (MCHC), а также снижению ширины распределения эритроцитов (RDW), тем самым оптимизируя доставку кислорода к тканям и повышая вязкость крови [4-6]. При этом изменение количества лейкоцитов (WBC) отражает иммунологическую адаптацию к гипоксической среде [7]. Тромбоциты (PLT) играют ключевую роль в гемостазе [8], а также в передаче

изменений окружающей среды другим циркулирующим клеткам, тем самым участвуя в адаптационном процессе [9, 10].

Однако становятся все более очевидными факты, что популяционная «норма» не является универсальной и стабильной и может существенно варьировать в зависимости от целого ряда факторов, среди которых особое место занимает этническая принадлежность индивидуума. Так, у представителей негроидной расы средние показатели количества эритроцитов и уровня гемоглобина статистически значимо ниже, а средний объем эритроцитов (MCV) – меньше, чем у европеоидов, при отсутствии признаков дефицита железа или других патологий [11]. Аналогичные этноспецифические особенности описаны и у народов Средиземноморья, Ближнего Востока, что связано со своеобразной генетикой выходцев из этих регионов [12].

Вышеизложенное послужило обоснованием для проведения настоящего физиолгического исследования, целью которого явилось изучение этнических различий количественных и морфометрических показателей клеточных элементов крови у юношей и девушек Северо-Кавказского региона.

Методы и организация исследования. С учетом поставленной цели первым этапом нами проведен анкетный опрос 621 студента Ставропольского государственного медицинского университета в возрасте от 18 до 21 года для определения этнической принадлежности. В обследование включались только те студенты, которые имели в двух поколениях родителей одной национальности, проживавшие на одной территории как минимум два поколения. На основе полученной в ходе анкетирования информации нами отобрано 63 студента Индо-Европейской языковой семьи (русские, греки, армяне) и 59 студентов Северо-Кавказской языковой семьи (чеченцы, ингуши, аварцы, даргинцы) (n=122 студента). С учетом гендерной и этнической принадлежности студенты разделены на четыре группы: I группа представлена 32 юношами Индо-Европейской языковой семьи, II группа – 30 юношами Северо-Кавказской языковой семьи, III группа – 31 девушкой Индо-Европейской языковой семьи и IV группа – 29 девушками Северо-Кавказской языковой семьи.

Следующим этапом проводилось взятие цельной крови. До начала обследования всем студентам разъяснена цель и методика проведения данного исследования, получено добровольное информированное согласие. Взятие биологического материала выполнялось в соответствии с Правилами лабораторной практики в Российской Федерации (приказ МЗ РФ от 19.06.2003 № 267) и положительным заключением локального этического комитета Ставропольского государственного медицинского университета (№ 109 от 19.05.2022 г.). Оценка количественных (RBC, 10^{12}/л; WBC, 10^{9}/л; PLT, 10^{9}/л; HCT, %) и морфометрических (MCV, фл; RDW, %; MPV, фл; MCH, пг; MCHC, г/л; MPV, фл) показателей клеточных элементов крови проводили кондуктометрическим методом на гематологическом автоматическом анализаторе «Medonic M-series» (Boule Medical AB, Швеция), в качестве реагентов использовались «Лизирующий раствор Medonic M-series с меткой RFID» и «Medonic M-series Diluent, RFID».

С применением программы StatPlus версии 8.0 выполнена статистическая обработка полученных данных. Сравнение количественных показателей в двух независимых выборках проводилась с использованием U-критерия Манна-Уитни. Результаты полученных данных описаны в виде медианы и межквартильного размаха (Me [Q1; Q3]), достоверный уровень значимости считался при $p<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Сравнительный анализ основных показателей клеточных элементов крови у представителей I и II групп выявил следующие статистически значимые различия (табл. 1).

Анализ эритроцитарного звена гемограммы в группе юношей Северо-Кавказской языковой семьи (жители относительно высокогорных регионов) установил более эффективный эритропоэз, о чем свидетельствует статистически значимое повышение количества эритроцитов, гематокрита, содержания и концентрации гемоглобина на фоне снижения вариации распределения эритроцитов по объему.

Подобный гематологический профиль может рассматриваться как маркер компенсаторно-приспособительной реакции к хронической гипоксии [13, 14]. Увеличение кислородной емкости крови является ключевым компенсаторным механизмом в условиях низкого парциального давления кислорода [15]. Снижение RDW, характеризующее большую гомогенность эритроцитов, у юношей II группы отражает стабильный и эффективный эритропоэз, свидетельствующий об активации компенсаторных механизмов адаптации костного мозга в ответ на гипоксию [16].

Таблица 1

Показатели клеточных элементов крови у юношей с учетом этнической принадлежности, Me [Q1; Q3]

Показатель	Группы обследуемых юношей		P<
	I группа (n=32)	II группа (n=30)	
RBC, 10^{12}/л	5,17 [5,02; 5,33]	5,42 [5,33; 5,57]	0,001
MCV, фл	79,6 [76,3; 85,7]	80,6 [77,9; 84,1]	–
RDW, %	13,1 [12,62; 13,65]	12,5 [12,3; 12,8]	0,05
MCH, пг	28,5 [27,3; 29,4]	29,8 [28,7; 30,7]	0,05
MCHC, г/л	355 [340; 361]	367 [358; 382]	0,05
HCT, %	41,9 [40,2; 43,2]	43,5 [42,4; 45,05]	0,001
HGB, г/л	153,5 [149,5; 160]	156 [149; 159,5]	–
WBC, 10^9/л	6,7 [6,38; 7,11]	6,7 [6,4; 7,08]	0,05
PLT, 10^9/l	185,5 [172,7; 189]	244,5 [230; 258]	0,001
MPV, fl	8,4 [7,9; 9,2]	8,9 [8,6; 9,1]	0,001

Примечание: RBC – общее количество эритроцитов; MCV – средний объем эритроцитов; RDW – ширина распределения эритроцитов; MCH – среднее содержание гемоглобина эритроцитов; MCHC – средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах; HCT – гематокрит; HGB – концентрация гемоглобина; WBC – общее количество лейкоцитов; PLT – общее количество тромбоцитов; MPV – средний объем тромбоцита. I группа – юноши Индо-Европейской языковой семьи; II группа – юноши Северо-Кавказской языковой семьи. Различия статистически значимы при $p<0,05$, $p<0,001$.

Анализ тромбоцитарного звена гемограммы выявил статистически значимое увеличение количества тромбоцитов и их среднего объема у юношей II группы. Более крупные тромбоциты метаболически более активны и обладают большим прокоагулянтным потенциалом [17, 18]. Тенденция к повышению PLT и MPV может рассматриваться как адаптационный ответ, направленный на стабилизацию сосудистой стенки в условиях относительной гипоксии, которая способствует повышению сосудистой проницаемости и риску микроповреждений эндотелия сосудов [19]. Активация тромбоцитарного звена гемостаза может играть компенсаторную роль обеспечивая протекцию эндотелия сосудов в условиях хронической гипоксии.

Далее нами проведен сравнительный анализ клеточных элементов крови у представительниц III и IV групп (табл. 2).

Анализ эритроцитарного звена гемограммы у девушек установил более высокие значения RBC, HGB, MCH, MCHC в группе Северо-Кавказской языковой семьи. Низкий MCV при высоких значениях MCH и MCHC позволяет говорить о склонности к формированию популяции микроцитарных гиперхромных эритроцитов. Это может быть следствием напряженного эритропоэза на фоне хронической гипоксии, направленного на оптимизацию газотранспортной функции: уменьшение размера клетки облегчает перфузию тканей, а повышенное содержание гемоглобина нивелирует уменьшенный клеточный объем, поддерживая общую кислородную емкость крови [20, 21].

Таблица 2

Показатели клеточных элементов крови у девушек
с учетом этнической принадлежности, Me [Q1; Q3]

Показатель	Группы обследуемых девушек		P<
	III группа (n=31)	IV группа (n=29)	
RBC, 10^{12}/л	4,11 [3,91; 4,25]	4,4 [4,34; 4,56]	0,001
MCV, фл	89,1 [83,1; 92,6]	79,5 [76,3; 82,4]	0,001
RDW, %	14,3 [13,95; 15,75]	12,9 [12,5; 13,7]	0,001
MCH, пг	26,6 [25,8; 27,1]	29,4 [27,9; 31,1]	0,001
MCHC, г/л	329,6 [322,7; 337,5]	344,8 [325,9; 359,6]	0,05
HCT, %	35,6 [35,1; 36,5]	35,6 [33,9; 36,2]	–
HGB, г/л	118 [115,5; 120,5]	121 [117; 125]	0,05
WBC, 10^9/л	6,9 [6,4; 7,1]	6,8 [6,42; 7,17]	–
PLT, 10^9/l	280 [275; 334]	284 [269; 332]	–
MPV, fl	8,1 [7,9; 8,6]	8,9 [8,7; 9,2]	0,05

Примечание: RBC – общее количество эритроцитов; MCV– средний объем эритроцитов; RDW – ширина распределения эритроцитов; MCH – среднее содержание гемоглобина эритроцитов; MCHC – средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах; HCT – гематокрит; HGB – концентрация гемоглобина; WBC – общее количество лейкоцитов; PLT – общее количество тромбоцитов; MPV – средний объем тромбоцита. III группа – девушки Индо-Европейской языковой семьи; IV группа – девушки Северо-Кавказской языковой семьи. Различия статистически значимы при $p<0,05$, $p<0,001$.

Низкий показатель RDW у девушек IV группы дополнительно подтверждает эффективность эритропоэза.

Нами установлены статистически значимые различия в ходе анализа тромбоцитарного звена гемограммы. Так, у девушек IV группы выявлено достоверно более высокое значение MPV в сравнении с девушками III группы.

Отдельного внимания заслуживает выявленная у девушек Северо-Кавказской языковой семьи комбинация статистически значимых низкого MCV и высокого MPV. Данная тенденция может свидетельствовать о напряженном, эффективном костномозговом кроветворении в условиях проживания в относительном высокогорье [22]. Низкий MCV при высоких значениях MCH и MCHC указывает на формирование популяции микроцитарных, насыщенных гемоглобином эритроцитов. Увеличение MPV, вероятно, является компенсаторной реакцией мегакариоцитарного ростка на повышенный риск повреждений эндотелия сосудов в условиях гипоксии. Хроническая гипоксия и активный эритропоэз приводят к истощению приводящих к микроцитозу в эритроцитарном ростке кроветворения ресурсов, необходимых для синтеза гемоглобина. В ответ на это костный мозг, находящийся под влиянием эритропоэтина, усиливает выработку более крупных и функционально активных тромбоцитов, что проявляется в повышении MPV [23]. Можно предположить, что низкий MCV и высокий MPV у обследуемых девушек отражает единый адаптационный процесс, перераспределяющий ресурсы костного мозга для поддержания оптимального кислородного и гемостатического гомеостаза.

Анализ лейкоцитарного звена гемограммы статистически значимых различий в общем количестве лейкоцитов среди юношей и девушек не выявил.

Заключение. Таким образом, проведенное комплексное исследование количественных и морфометрических показателей клеточных элементов крови у представителей Индо-Европейской и Северо-Кавказской языковых семей позволило выявить статистически значимые

различия, формирующие целостную картину долговременной адаптации к условиям относительного высокогорья, а полученные результаты подчеркивают необходимость учета этнической принадлежности при разработке региональных референсных значений гематологических параметров и оценке состояния здоровья.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Physiological and Biochemical Adaptations to High Altitude in Tibetan Frogs, Nanorana parkeri / Y. Niu, X. Zhang, T. Xu [et al.] // Front Physiol. 2022 – No. 13. – P. 942037. DOI: 10.3389/fphys.2022.942037.
2. High-Altitude Erythrocytosis: Mechanisms of Adaptive and Maladaptive Responses / F.C. Villafuerte, T.S. Simonson, D. Bermudez, F. León-Velarde // Physiology (Bethesda). – 2022. –Vol. 37(4). DOI: 10.1152/physiol.00029.2021.
3. Genetic signatures of high-altitude adaptation in Tibetans / J. Yang, Z.B. Jin, J. Chen [et al.] // Proc Natl Acad Sci U S A. – 2017. – Vol. 114(16). – P. 4189-4194. DOI: 10.1073/pnas.1617042114.
4. Gassmann, M. Adaptation of iron requirement to hypoxic conditions at high altitude / M. Gassmann, M.U. Muckenthaler // J Appl Physiol (1985). – 2015. – Vol. 119(12). – P. 1432-1440. DOI: 10.1152/japplphysiol.00248.2015.
5. A time-resolved multi-omics atlas of transcriptional regulation in response to high-altitude hypoxia across whole-body tissues / Z. Yan, J. Yang, W.T. Wei [et al.] // Nat Commun. – 2024. – Vol. 15(1). – P. 3970. DOI: 10.1038/s41467-024-48261-w.
6. Red blood cell distribution width: A simple parameter with multiple clinical applications / G.L. Salvagno, F. Sanchis-Gomar, A. Picanza, G. Lippi // Crit Rev Clin Lab Sci – 2015. – Vol. 52(2). – P. 86-105. DOI: 10.3109/10408363.2014.992064.
7. Comparative Study of Complete Blood Count Between High-Altitude and Sea-Level Residents in West Saudi Arabia / S.B. Alharthi, I. Kilani, H.S. Solaimani [et al.] // Cureus. – 2023. – Vol. 15(9). – P. e44889. DOI: 10.7759/cureus.44889.
8. Aging platelets shift their hemostatic properties to inflammatory functions / A. Anjum, M. Mader, S. Mahameed [et al.] // Blood. – 2025. – Vol. 145(14). – P. 1568-1582. DOI: 10.1182/blood.2024024901.
9. Circulating Platelets as Mediators of Immunity, Inflammation, and Thrombosis / M. Koupenova, L. Clancy, H.A. Corkrey, J.E. Freedman // Circ Res. – 2018. – Vol. 122(2). – P. 337-351. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.117.310795.
10. van der Meijden, P.E.J. Platelet biology and functions: new concepts and clinical perspectives / P.E.J. van der Meijden, J.W.M. Heemskerk // Nat Rev Cardiol. – 2019. – Vol. 16(3). – P. 166-179. DOI: 10.1038/s41569-018-0110-0.
11. Beutler, E. Hematologic differences between African-Americans and whites: the roles of iron deficiency and alpha-thalassemia on hemoglobin levels and mean corpuscular volume / E. Beutler, C. West // Blood. – 2005. – Vol. 106(2). – P. 740-745. DOI: 10.1182/blood-2005-02-0713.
12. Weatherall, D.J. The inherited diseases of hemoglobin are an emerging global health burden / D.J. Weatherall // Blood. – 2010. – Vol. 115(22). – P. 4331-4336. DOI: 10.1182/blood-2010-01-251348.
13. Аверьянова, И.В. Перестройки показателей гемодинамики и кардиоритма в ответ на активную ортостатическую пробу у юношей, проживающих в различных субъектах Дальневосточного региона России / И.В. Аверьянова // Якутский медицинский журнал. – 2019. – № 2(66). – С. 6-10. DOI: 10.25789/YMJ.2019.66.01.
[In English] Averyanova I.V. Hemodynamic and heart rate changes that occur in response to an active orthostatic test in young male residents of different districts of Russia's Far Eastern region. *Yakut Medical Journal*, 2019, no. 2(66), pp. 6-10. DOI: 10.25789/YMJ.2019.66.01. (in Russ.)
14. Semenza, G.L. Oxygen sensing, hypoxia-inducible factors, and disease pathophysiology / G.L. Semenza // Annu Rev Pathol. – 2014. – Vol. 9. – P. 47-71. DOI: 10.1146/annurev-pathol-012513-104720.
15. Villafuerte, F.C. Chronic Mountain Sickness: Clinical Aspects, Etiology, Management, and Treatment / F.C. Villafuerte, N. Corante // High Alt Med Biol. – 2016. – Vol. 17(2). – P. 61-69. DOI: 10.1089/ham.2016.0031.
16. Red blood cell distribution width: A simple parameter with multiple clinical applications / G.L. Salvagno, F. Sanchis-Gomar, A. Picanza, G. Lippi // Crit Rev Clin Lab Sci. – 2015. – Vol. 52(2). – P. 86-105. DOI: 10.3109/10408363.2014.992064.
17. Mean platelet volume is a risk factor for venous thromboembolism: the Tromsø Study, Tromsø, Norway / S.K. Braekkan, E.B. Mathiesen, I. Njølstad [et al.] // J Thromb Haemost. – 2010. – Vol. 8(1). – P. 157-162. DOI: 10.1111/j.1538-7836.2009.03498.x.

18. Decreased Mean Platelet Volume Is Associated with Cervical Cancer Development / W.-J. Shen, S. Fu, N. Li [et al.] // APJCP. – 2017. – Vol. 18. – No. 7. – P. 1769-1772. DOI: 10.22034/APJCP. 2017.18.7.1769.
19. Bärtsch, P. Acute high-altitude illnesses / P. Bärtsch, E.R. Swenson // N Engl J Med. – 2013. – Vol. 369(17). – P. 1666-1667. DOI: 10.1056/NEJMc1309747.
20. Heterogeneity in Hematological Parameters of High and Low Altitude Tibetan Populations / N. Basak, T. Norboo, M.S. Mustak, K. Thangaraj // J Blood Med. – 2021. – Vol. 12. – P. 287-298. DOI: 10.2147/JBM.S294564.
21. Winslow, R.M. The role of hemoglobin oxygen affinity in oxygen transport at high altitude / R.M. Winslow // Respir Physiol Neurobiol. – 2007. – Vol. 158(2-3). – P. 121-127. DOI: 10.1016/j.resp. 2007.03.011.
22. Kaushansky, K. Lineage-specific hematopoietic growth factors / K. Kaushansky // N Engl J Med. – 2006. – Vol. 354(19). – P. 2034-2045. DOI: 10.1056/NEJMra052706.
23. Platelet distribution width: a simple, practical and specific marker of activation of coagulation / E. Vagdatli, E. Gounari, E. Lazaridou [et al.] // Hippokratia. – 2010. – Vol. 14(1). – P. 28-32.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Людмила Дмитриевна Цатурян – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой нормальной и патологической физиологии ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России, Ставрополь, e-mail: l_tsaturian@mail.ru.
Вардан Эрикович Товмасян – ассистент кафедры нормальной и патологической физиологии ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России, Ставрополь, e-mail: erik170966@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Lyudmila D. Tsaturyan – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Normal and Pathological Physiology, Stavropol State Medical University, e-mail: l_tsaturian@mail.ru.
Vardan E. Tovmasyan – Assistant of the Department of Normal and Pathological Physiology, Stavropol State Medical University, e-mail: erik170966@mail.ru.

Для цитирования: Цатурян, Л.Д. Количественные и морфометрические показатели клеточных элементов крови у юношей и девушек Северо-Кавказского региона / Л.Д. Цатурян, В.Э. Товмасян // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № S1(35). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_11

For citation: Tsaturyan L.D., Tovmasyan V.E. Quantitative and morphometric indicators of blood cellular elements in boys and girls of the North Caucasus region. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. S1(35). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_11