

Б.О. ЩЕГЛОВ, И.В. РЕВА, В.В. УСОВ, А.С. ЗОЛОТОВ,
Ю.А. КРАСНИКОВ, Ю.И. ГАЙНУЛЛИНА, С.Н. ЩЕГЛОВА, Г.В. РЕВА

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИММУННОГО МИКРООКРУЖЕНИЯ И ПРОЛИФЕРАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ В ЗОНЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ШЕЙКИ МАТКИ ПРИ ДОБРОКАЧЕСТВЕННЫХ И НЕОПЛАСТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ

Ключевые слова: рак шейки матки, доброкачественные изменения шейки матки, Ki-67, CD68, CD163, иммунное микроокружение, иммуногистохимия.

Изучение иммунного микроокружения опухоли важно для уточнения механизмов опухолевой прогрессии и поиска дополнительных морфофункциональных критериев диагностики.

Цель исследования – оценка пролиферативной активности и фенотипического разнообразия иммуночитов в зоне трансформации шейки матки при доброкачественных изменениях и раке шейки матки.

Материалы и методы. В исследование включено 80 биоптатов слизистой оболочки шейки матки, полученных у пациенток с HSIL при проведении прицельной биопсии. В зависимости от патологоанатомического заключения материал распределяли на две группы: доброкачественные изменения и рак шейки матки. Иммуногистохимически оценивали экспрессию Ki-67, CD4, CD8, CD68 и CD163. Для статистической обработки использовали методы описательной статистики, критерий Манна–Уитни и корреляционный анализ по Спирмену.

Результаты. При раке шейки матки возраст пациенток и экспрессия Ki-67 были статистически значимо выше, чем при доброкачественных изменениях. Различия по CD4 между группами не достигали статистической значимости. В то же время содержание CD8+, CD68+ и CD163+ клеток в опухолевой ткани было достоверно выше. Выявлены положительные корреляции Ki-67 с CD4, CD8, CD68 и CD163, наиболее выраженные с CD8 и макрофагальными маркерами.

Выводы. Рак шейки матки сопровождается усилением пролиферативной активности и перестройкой иммунного микроокружения с увеличением CD8+, CD68+ и CD163+ клеток. Комплексная оценка Ki-67 и фенотипа иммуночитов может служить дополнительным морфофункциональным критерием характеристики патологического процесса.

Введение. Рак шейки матки (РШМ) остается одной из актуальных проблем современной онкогинекологии, что связано с его высокой распространенностью, значением ранней диагностики и необходимостью уточнения механизмов опухолевой прогрессии [2, 4]. Наряду с оценкой эпителиальных изменений все большее внимание уделяется характеристике опухолевого микроокружения, включающего различные популяции иммунокомпетентных клеток. Изменение количественного состава и функционального состояния иммуночитов может отражать особенности взаимодействия между опухолевыми клетками и тканевым иммунным ответом [3, 9].

В морфологической диагностике важное значение имеет не только выявление клеточной инфильтрации, но и определение фенотипа иммунных клеток [11]. Иммуногистохимическое исследование позволяет уточнить состав клеточного микроокружения, а также сопоставить иммунные показатели с уровнем пролиферативной активности эпителия [1]. В качестве одного из наиболее информативных маркеров клеточной пролиферации широко используется Ki-67. Для характеристики иммунного микроокружения представляют интерес маркеры

CD4, CD8, CD68 и CD163, отражающие наличие отдельных популяций лимфоцитов и клеток макрофагального ряда.

Вместе с тем в настоящее время становится очевидным, что простая количественная регистрация иммунопозитивных клеток не всегда в полной мере отражает их биологическое значение в опухолевой ткани [6, 7]. Морфологически выраженная клеточная инфильтрация может не совпадать с особенностями иммуногистохимической экспрессии, а наличие значительного числа клеток не обязательно эквивалентно сохранности их морфофункционального состояния. В этой связи особый интерес представляет не только подсчет позитивных элементов, но и комплексная оценка характера их распределения, степени экспрессии соответствующих маркеров и их соотношения с зонами различной пролиферативной активности.

Данный подход особенно важен при изучении клеток макрофагального ряда, играющих существенную роль в поддержании тканевого гомеостаза, регуляции воспалительной реакции и формировании опухолевого микроокружения [2, 8]. Анализ маркеров CD68 и CD163 позволяет уточнить участие макрофагов в локальном опухолевом процессе, однако интерпретация полученных данных требует учета того обстоятельства, что количественные показатели и морфофункциональная полноценность этих клеток могут не совпадать. Аналогично оценка Т-клеточного звена по маркерам CD4 и CD8 имеет значение не только для описания плотности инфильтрата, но и для понимания направленности локального иммунного ответа в условиях неопластической трансформации.

Зона трансформации шейки матки (ШМ) представляет собой область, в которой наиболее отчетливо реализуются процессы эпителиальной перестройки, хронического повреждения, нарушения клеточного обновления и взаимодействия эпителия со стромально-иммунными компонентами [1, 6, 12]. Соответственно, сопоставление пролиферативной активности и фенотипического разнообразия иммуноцитов в ШМ при доброкачественных и злокачественных изменениях может способствовать уточнению не только локальных тканевых особенностей РШМ, но и более общих морфофункциональных закономерностей опухолевой трансформации.

Дополнительную актуальность данному направлению придает то обстоятельство, что комплексная морфологическая и иммуногистохимическая оценка микроокружения опухоли может иметь не только описательное, но и диагностико-прогностическое значение [3, 7]. Сопоставление данных рутинной гистологии и иммуногистохимии позволяет более формализованно интерпретировать характер клеточной инфильтрации, определить соотношение между визуально выявляемым клеточным составом и иммуногистохимическими признаками фенотипической сохранности отдельных клеточных популяций, а также уточнить связь данных изменений с биологической активностью неопластического процесса. В более широком смысле подобный подход открывает возможности для дальнейшего межорганный сопоставления сходных морфофункциональных сдвигов при опухолевом росте.

Цель исследования – оценка пролиферативной активности и фенотипического разнообразия иммуноцитов в зоне трансформации ШМ при доброкачественных изменениях и РШМ.

Материалы и методы. В исследование был включен материал 80 биоптатов слизистой оболочки ШМ, полученный у пациенток с HSIL по заключению

врача-цитолога при выполнении прицельной биопсии [5]. В зависимости от патологоанатомического заключения наблюдения были распределены в равных пропорциях на группу доброкачественных изменений (ДИ) ШМ и группу РШМ. В группу ДИ включали морфологически верифицированные доброкачественные экзофитные и полиповидные изменения ШМ, в том числе полипы цервикального канала, кондиломы и очаговые доброкачественные разрастания многослойного плоского или железистого эпителия без признаков неоплазии и инвазивного роста (после гистологического исследования пациенткам были выставлены клинические диагнозы «Полип цервикального канала» (N84.1), «Аногенитальные (венерические) бородавки» (A63.0), «Другие доброкачественные новообразования шейки матки» (D26.0)). Термины «уплотнение» и «узелок» использовались только на клиническом этапе как описательные характеристики очагового образования, тогда как при морфологическом анализе учитывали исключительно гистологически верифицированную нозологическую форму. Проведено сопоставление морфофункциональных особенностей пролиферативной активности и клеточного состава иммунного микроокружения в зоне трансформации ШМ при неопухолевых и злокачественных изменениях.

Количественную оценку иммуногистохимической экспрессии проводили в зоне трансформации ШМ с отдельным учетом эпителиального и субэпителиального (стромального) компонентов. Для Ki-67 анализировали преимущественно эпителиальный пласт с определением числа позитивно окрашенных ядер в участках с наибольшей пролиферативной активностью. Для CD4, CD8, CD68 и CD163 подсчитывали положительно окрашенные клетки преимущественно в подэпителиальной строме и в участках клеточной инфильтрации, непосредственно прилежащих к измененному эпителию. Оценку выполняли в нескольких репрезентативных полях зрения при большом увеличении микроскопа с последующим расчетом усредненного показателя для каждого наблюдения. Окрашенные препараты анализировали с оценкой локализации иммунорезистентных клеток, их количественных характеристик, распределения в эпителии и подэпителиальной строме, а также интенсивности иммуногистохимической реакции.

Статистическую обработку материала проводили с использованием методов описательной статистики с расчетом средних значений, стандартного отклонения, медианы и квартилей. Для межгруппового сравнения количественных показателей применяли критерий Манна–Уитни.

Результаты. Проведенное исследование демонстрирует, что РШМ ассоциирован с более выраженной пролиферативной активностью и с существенной перестройкой иммунного микроокружения зоны трансформации ШМ. На рис. 1 представлены примеры иммуногистохимического окрашивания в зоне трансформации ШМ при доброкачественных и неопластических изменениях. На микрофотографиях показаны эпителиальные клетки с ядерной экспрессией Ki-67, а также иммунорезистентные клетки воспалительного инфильтрата собственной пластинки слизистой оболочки: CD4+ и CD8+ лимфоциты, CD68+ и CD163+ макрофаги. Более интенсивная коричневая окраска в DAB-фазе отражает более выраженную экспрессию соответствующего маркера.

В группе РШМ выявлялись статистически значимо более высокие значения Ki-67 по сравнению с группой ДИ (таблица).

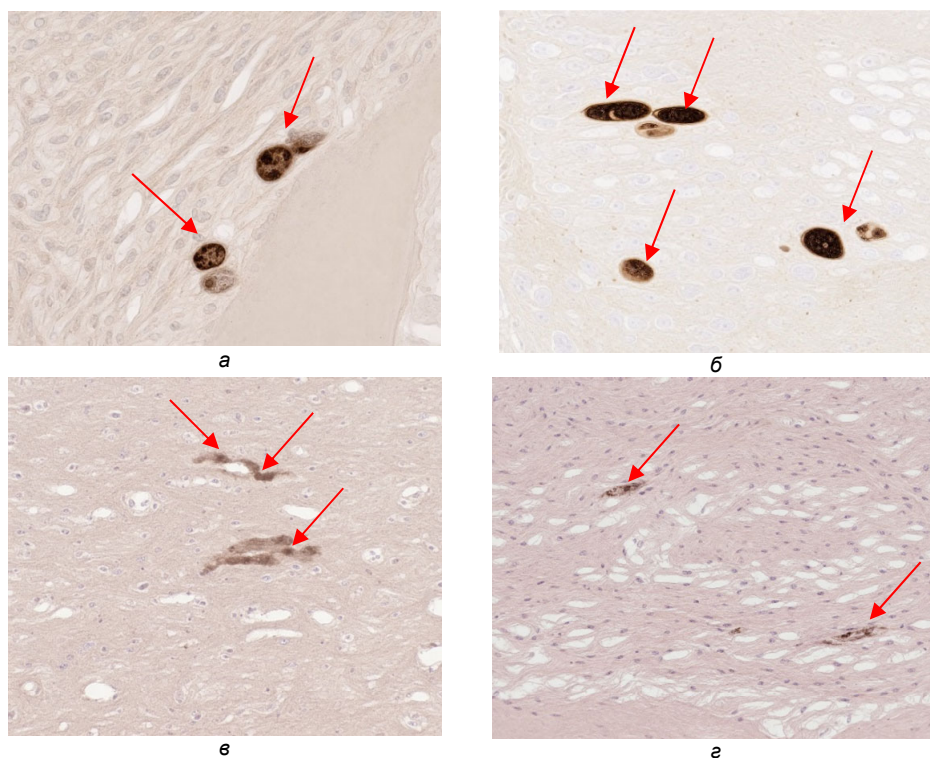


Рис. 1. Иммуногистохимическая экспрессия маркеров в зоне трансформации ШМ при доброкачественных и неопластических изменениях:

- а – ядерная экспрессия Ki-67 в эпителиальных клетках (красные стрелки) при ДИ (Ув. $\times 200$);
 б – ядерная экспрессия Ki-67 в опухолевых эпителиальных клетках (красные стрелки) при РШМ (Ув. $\times 200$);
 в – CD4-позитивные лимфоциты (красные стрелки) в подэпителиальной строме при ДИ (Ув. $\times 400$);
 г – CD8-позитивные лимфоциты (красные стрелки) в подэпителиальной строме при ДИ (Ув. $\times 200$)

Сравнительная характеристика возрастных и иммуногистохимических показателей в зависимости от наличия или отсутствия РШМ

Показатель	Группа						p-value
	РШМ			ДИ			
	СЗ	СКО	Медиана [q25%; q75%]	СЗ	СКО	Медиана [q25%; q75%]	
Возраст	52,42	12,19	51,5 [42,75; 60,5]	37,67	11,72	38,5 [28,25; 49,25]	< 0,001
Ki67	4,14	2,03	3,75 [2,45; 5,64]	2,5	1,16	2,28 [1,5; 3,52]	< 0,001
CD4	13,67	1,81	13,29 [12,15; 15,1]	12,88	0,95	12,82 [12,09; 13,68]	> 0,05
CD8	12,81	1,47	12,86 [11,66; 14,08]	2,12	0,25	2,02 [1,9; 2,31]	< 0,001
CD68	23,25	3,09	23,15 [20,56; 25,8]	17,29	3,25	16,16 [14,68; 19,75]	< 0,001
CD16	14,51	2,95	14,56 [12,11; 16,98]	10,28	2,09	10,07 [8,46; 11,87]	< 0,001

Примечание. СЗ – среднее значение показателя; СКО – среднее квадратичное отклонение; p-value < 0,05 является статистически значимым различием между сравниваемыми группами.

Полученные данные свидетельствуют об усилении клеточной пролиферации в опухолевой ткани и согласуются с представлением о том, что нарастание

пролиферативного потенциала является одним из ключевых морфофункциональных признаков злокачественной трансформации.

При анализе локального иммунного микроокружения установлено, что различия по уровню CD4 между сравниваемыми группами не достигали статистической значимости, что указывает на относительную стабильность данной популяции клеток в условиях доброкачественных и злокачественных изменений ШМ. Вместе с тем содержание CD8-позитивных клеток в группе РШМ было существенно выше, чем в группе ДИ, что отражает выраженную перестройку локального иммунного ответа. Существенное повышение также было выявлено по макрофагальным маркерам CD68 и CD163, причем различия между группами носили статистически значимый характер.

Корреляционный анализ выявил наличие тесных связей между основными иммуногистохимическими показателями, представленными на рис. 2.

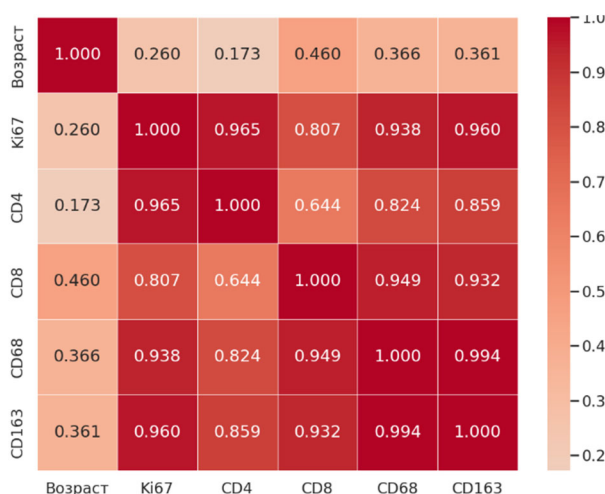


Рис. 2. Матрица корреляции по тесту Спирмена между показателями пролиферативной активности и количеством иммунных клеток в зоне трансформации ШМ

Оценка активности по Ki-67 демонстрирует положительные корреляции с количеством иммунных клеток по CD4, CD8, CD68 и CD163, причем наиболее выраженные взаимосвязи отмечались с макрофагальными маркерами и CD8. Определяется достаточно сильная корреляция между CD68 и CD163, что указывает на согласованный характер изменений макрофагального звена в исследуемом материале ШМ.

Обсуждение. Интерпретация выявленных изменений имеет принципиальное значение не только для характеристики локальных особенностей РШМ, но и для более широкого понимания закономерностей опухолевой прогрессии как процесса, затрагивающего пролиферативные свойства эпителия и состояние клеточного микроокружения [1–3]. Полученные данные свидетельствуют о том, что в зоне трансформации при РШМ формируется сочетание высокой пролиферативной активности и выраженной перестройки иммунного компонента ткани. Данный результат соответствует современным представлениям мировой литературы, согласно которым цервикальный канцерогенез развивается не изолированно на уровне эпителиального пласта, а в условиях сложного

взаимодействия трансформированных клеток, стромы и иммунокомпетентных элементов, включая лимфоциты и клетки макрофагального ряда [10, 11].

Выявленное статистически значимое повышение экспрессии Ki-67 при РШМ по сравнению с ДИ ШМ представляется закономерным [9]. Ki-67 является общепризнанным маркером клеточной пролиферации и широко рассматривается как показатель биологической активности неопластического процесса. В международных исследованиях показано, что по мере нарастания тяжести интраэпителиальных поражений и перехода к инвазивному раку экспрессия Ki-67 увеличивается, отражая утрату нормального контроля клеточного цикла и усиление репликативного потенциала опухолевых клеток. В данном контексте полученные результаты согласуются с общепринятым взглядом на Ki-67 как на один из наиболее надежных морфофункциональных индикаторов злокачественной трансформации в ШМ [1, 5, 6].

Отсутствие статистически значимых различий по CD4 между группами, с одной стороны, может указывать на относительную устойчивость количественного присутствия данной клеточной популяции в ткани ШМ независимо от характера процесса. С другой стороны, подобный результат подчеркивает, что простая регистрация числа CD4+ клеток не всегда позволяет судить о характере иммунного ответа. В литературе неоднократно отмечалось, что значение имеет не только плотность CD4+ инфильтрата, но и его качественный состав, включая соотношение эффекторных Т-хелперов и регуляторных субпопуляций, а также степень их функциональной активации [7, 11, 12]. Поэтому отсутствие выраженных количественных различий по CD4 не исключает существенных функциональных сдвигов в данной клеточной линии, для выявления которых требуется более углубленная фенотипическая стратификация.

Одновременно в рамках проведенного исследования установлено статистически значимое увеличение количества CD8+ клеток при РШМ. На первый взгляд это может рассматриваться как проявление активации цитотоксического звена противоопухолевого иммунитета. Действительно, согласно данным ряда зарубежных исследований, инфильтрация опухоли CD8+ лимфоцитами в ряде случаев ассоциируется с иммунным распознаванием неопластического процесса и может иметь благоприятное прогностическое значение [3, 9]. Однако современные работы, посвященные иммунному микроокружению ВПЧ-ассоциированных опухолей ШМ, показывают, что увеличение числа CD8+ клеток не всегда эквивалентно эффективной противоопухолевой защите [4]. В условиях хронической антигенной стимуляции, локальной иммуносупрессии и действия медиаторов опухолевой стромы CD8+ лимфоциты могут находиться в состоянии функционального истощения. Следовательно, количественное увеличение CD8+ клеток в опухолевой ткани следует интерпретировать как признак активного вовлечения цитотоксического звена в опухолевый процесс, но не как безусловное свидетельство его полноценной эффекторной состоятельности.

Также было выявлено, что количество CD68+ и CD163+ клеток в зоне трансформации при РШМ было статистически значимо выше, чем при ДИ ШМ. Полученные результаты хорошо согласуются с многочисленными литературными сообщениями о важной роли опухоль-ассоциированных макрофагов в патогенезе цервикального рака [7, 11]. В современной международной литературе CD68 обычно рассматривается как общий макрофагальный маркер, тогда как CD163 в большей степени связывают с M2-подобным фенотипом, ассоциированным

с иммуносупрессией, ремоделированием стромы, ангиогенезом и поддержанием опухолевого роста [1, 4]. Ряд исследований при РШМ демонстрирует, что повышение количества CD163+ макрофагов связано с более агрессивным течением, инфильтративным ростом, наличием высококанцерогенных штаммов ВПЧ и менее благоприятным прогнозом. Таким образом, увеличение CD68+ и особенно CD163+ клеток в опухолевой ткани представляется не случайным феноменом, а отражением глубокой перестройки локального тканевого гомеостаза.

Вместе с тем интерпретация макрофагальной инфильтрации не должна ограничиваться только количественным подходом. Само по себе увеличение числа клеток макрофагального ряда не позволяет однозначно судить о направленности и полноценности их биологической функции. В мировой литературе все более отчетливо подчеркивается, что в условиях опухолевого роста макрофаги могут приобретать функционально неоднородные, а порой и парадоксальные свойства: от сохранения отдельных противоопухолевых механизмов до перехода в состояние, способствующее опухолевой прогрессии [6, 8, 12]. Именно поэтому оценка только числа CD68+ или CD163+ позитивных клеток без учета интенсивности экспрессии, топографии распределения, связи с пролиферативными зонами и сопоставления с рутинной морфологической картиной может быть недостаточной. В данном аспекте полученные результаты подтверждают целесообразность более глубокого морфофункционального подхода к иммуногистохимической оценке клеточного микроокружения опухоли.

Существенное значение имеет и обнаруженная положительная корреляция Ki-67 с CD8, CD68 и CD163. Данная взаимосвязь позволяет предположить, что нарастание пролиферативной активности опухоли сопровождается не уменьшением клеточности иммунного микроокружения, а его активной перестройкой. Подобная перестройка, вероятно, отражает не простой приток иммунокомпетентных клеток в ответ на растущую опухоль, а более сложную форму тканевой адаптации, при которой клетки микроокружения вовлекаются в единый патологический контур опухолевого роста. Показательной является тесная корреляция между CD68 и CD163, указывающая на согласованное изменение макрофагального звена. В литературе подобные сдвиги обычно обсуждаются в контексте преобладания макрофагов с опухоль-поддерживающими свойствами, однако морфологически они также могут быть рассмотрены как проявление более общего нарушения локального иммунного контроля над атипичной пролиферацией [1, 7, 9, 10].

Полученные результаты необходимо рассматривать в контексте современных представлений о том, что малигнизация связана не только с генетическими и пролиферативными изменениями эпителиальных клеток, но и с перестройкой механизмов межклеточной регуляции, тканевого надзора и иммунного ответа. На модели РШМ это проявляется особенно отчетливо, поскольку данный опухолевый процесс развивается в анатомической зоне, где эпителий, строма, воспалительные факторы и вирус-ассоциированные иммунные воздействия длительно взаимодействуют между собой. Поэтому выявленные сдвиги по Ki-67, CD8, CD68 и CD163 могут быть интерпретированы не только как частные признаки конкретной нозологии, но и как отражение повторяющегося морфофункционального паттерна, при котором усиление патологической пролиферации сочетается с качественным изменением эффекторного звена клеточного микроокружения.

С практической точки зрения это означает, что комплексная оценка опухолевой ткани должна включать не только количественное определение иммунопозитивных клеток, но и анализ их морфофункционального статуса. Перспективным представляется сопоставление рутинной гистологической картины с иммуногистохимическими характеристиками интенсивности окраски, зональности распределения клеток и их связи с участками высокой пролиферативной активности. Такой подход может расширить диагностические возможности патоморфологического исследования, а в дальнейшем – способствовать более точной стратификации опухолевого процесса по степени его биологической активности.

Выводы. При РШМ в зоне трансформации ШМ выявляется статистически значимое повышение пролиферативной активности по маркеру Ki-67 и увеличение количества CD8+, CD68+ и CD163+ клеток по сравнению с ДИ, тогда как уровень CD4+ клеток существенно не изменяется. Полученные данные свидетельствуют о том, что злокачественная трансформация ШМ сопровождается не только усилением клеточного обновления эпителия, но и выраженной перестройкой иммунного микроокружения, прежде всего его цитотоксического и макрофагального звеньев, что подчеркивает диагностическую значимость комплексной иммуногистохимической оценки пролиферативной активности и фенотипического состава иммунцитов, а также указывает на перспективность дальнейшего изучения не только количества, но и морфофункционального состояния иммунопозитивных клеток как одного из подходов к более глубокому пониманию общих механизмов опухолевой прогрессии.

Литература / References

1. Huang C., Pang G., Lang X. et al. Single-Cell RNA Sequencing Analysis Reveals Correlation Between Immune Cell Composition and Gene Expression in Cervical Cancer. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 2026, vol. 30(2), e70998. DOI: 10.1111/jcmm.70998.
2. Jia L., Cui X., Li X., Li R. Integrative multi-omics analysis identifies mitochondria- and ferroptosis-related prognostic genes in cervical cancer. *Experimental Cell Research*, 2025, vol. 453(2), Art. 114796. DOI: 10.1016/j.yexcr.2025.114796.
3. Kong W., Liu P., Zhang J. et al. Chemoradiotherapy facilitates siglec-10+/siglec-9+ macrophage-mediated impairment of CD24+/MUC16+ tumor cell elimination and enhances PD-L2 dependent immunosuppression in cervical cancer. *Cancer Immunology, Immunotherapy*, 2026, vol. 75(4), Art. 97. DOI: 10.1007/s00262-026-04355-6.
4. Liu R., Lin Z., Li Y. et al. Mechanistic insights into the roles of astragalosides and Astragalus polysaccharides in gynecological and breast cancers (Review). *Oncology Reports*, 2026, vol. 55(5), Art. 97. DOI: 10.3892/or.2026.9102.
5. Shcheglov B.O., Reva I.V., Puga D.P. et al. Analysis of cervical mucosal epithelium proliferation during the postmenopausal period. *European Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 2025, vol. 23(1), pp. 64–69. DOI: 10.15584/ejcem.2025.1.10.
6. Wang B., Zhu Y., Ru Z. et al. The role of SIGLEC9 in immunosuppression and prognosis in cervical cancer. *Clinics*, 2025, vol. 81, Art. 100849. DOI: 10.1016/j.clinsp.2025.100849.
7. Wang L., Wang L., Cao Y. et al. A chemokine-based prognostic model featuring CXCL8, ITGA5, BACE2, CCR7, CERS4, and MEI1 for cervical cancer. *European Journal of Medical Research*, 2025, vol. 31(1), Art. 123. DOI: 10.1186/s40001-025-03688-9.
8. Yu M., Ni M., Xu F. et al. Overexpressed CD24 and CD47 Indicate a Worse Prognosis in Cervical Cancer. *Cancer Medicine*, 2025, vol. 14(23), Art. e71443. DOI: 10.1002/cam4.71443.
9. Zhang Y., Gao Y., Guan X. et al. LILRB4 shapes an immunosuppressive microenvironment to drive cervical cancer progression through tumor-infiltrating myeloid cell expansion and CD8+ T-cell suppression. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 2026, vol. 83(1), Art. 146. DOI: 10.1007/s00018-026-06121-4.
10. Zhang Y., Li C., Xiang Y. Tumor immune microenvironment in cervical cancer: Histological subtype-specific immune landscapes and therapeutic implications. *Biochimica et Biophysica Acta. Reviews on Cancer*, 2026, vol. 1881(3), Art. 189581. DOI: 10.1016/j.bbcan.2026.189581.
11. Zhao X., Yang L., Pan J. et al. Correction: CXCL8 modulates M0 macrophage proliferation and polarization to influence tumor progression in cervical cancer. *Scientific Reports*, 2026, vol. 16(1), Art. 7718. DOI: 10.1038/s41598-026-37831-1.

12. Zhu F., Xie X., Wang C. et al. PIK3CA mutation-induced immune microenvironment remodeling sensitizes cervical cancer to immunotherapy. *Frontiers in Immunology*, 2026, vol. 17, Art. 1780752. DOI: 10.3389/fimmu.2026.1780752.

ЩЕГЛОВ БОГДАН ОЛЕГОВИЧ – кандидат медицинских наук, медицинский аналитик данных медицинского комплекса, ассистент департамента фундаментальной медицины школы медицины и наук о жизни, Дальневосточный федеральный университет, Россия, Владивосток (b.shcheglov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2262-1831>).

РЕВА ИВАН ВЛАДИМИРОВИЧ – доктор медицинских наук, профессор департамента фундаментальной медицины школы медицины и наук о жизни, Дальневосточный федеральный университет, Россия, Владивосток (reva.iv@dvfu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3727-393X>).

УСОВ ВИКТОР ВАСИЛЬЕВИЧ – доктор медицинских наук, профессор департамента клинической медицины школы медицины и наук о жизни, Дальневосточный федеральный университет, Россия, Владивосток (usov.vv@dvfu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1182-7551>).

ЗОЛОТОВ АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ – доктор медицинских наук, профессор департамента клинической медицины школы медицины и наук о жизни, Дальневосточный федеральный университет, Россия, Владивосток (zolotov.as@dvfu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0045-9319>).

КРАСНИКОВ ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ – доктор медицинских наук, профессор кафедры теории и методики адаптивной физической культуры, Дальневосточный федеральный университет, Россия, Владивосток (krasnikov.yua@dvfu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0388-1777>).

ГАЙНУЛЛИНА ЮЛИЯ ИГОРЕВНА – доктор медицинских наук, профессор кафедры медуко-биологических дисциплин, Владивостокский государственный университет, Россия, Владивосток (gaynullina.YI@vvsu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2694-3712>).

ЩЕГЛОВА СВЕТЛАНА НИКОЛАЕВНА – кандидат педагогических наук, доцент кафедры педагогических наук, Северо-Восточный государственный университет, Россия, Магадан (schegloff@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5898-9120>).

РЕВА ГАЛИНА ВИТАЛЬЕВНА – доктор медицинских наук, профессор департамента фундаментальной медицины школы медицины и наук о жизни, Дальневосточный федеральный университет, Россия, Владивосток (reva.gv@dvfu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6502-4271>).

Bogdan O. SHCHEGLOV, Ivan V. REVA, Viktor V. USOV, Alexander S. ZOLOTOV, Yuri A. KRASNIKOV, Yulia I. GAYNULLINA, Svetlana N. Shcheglova, Galina V. REVA

MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE IMMUNE MICROENVIRONMENT AND PROLIFERATIVE ACTIVITY IN THE CERVICAL TRANSFORMATION ZONE IN BENIGN AND NEOPLASTIC CHANGES

Key words: cervical cancer, benign changes of the cervix, Ki-67, CD68, CD163, immune microenvironment, immunohistochemistry.

Examining the immune microenvironment of a tumor is important for clarifying the mechanisms of tumor progression and searching for additional morphofunctional diagnostic criteria.

The aim of the study was to evaluate the proliferative activity and phenotypic diversity of immunocytes in the cervical transformation zone in patients with benign changes and cervical cancer.

Materials and methods. The study included 80 biopsy samples of the cervical mucosa obtained from patients with HSIL during targeted biopsy. Depending on the autopsy report, the material was divided into two groups: benign changes and cervical cancer. The expression of Ki-67, CD4, CD8, CD68, and CD163 was immunohistochemically evaluated. Descriptive statistics methods, Mann–Whitney criterion and Spearman correlation analysis were used for statistical processing.

Results. In cervical cancer, the age of the patients and Ki-67 expression were statistically significantly higher than in benign changes. CD4 differences between the groups did not reach statistical significance. At the same time, the content of CD8+, CD68+ and CD163+ cells in the tumor tissue was significantly higher. Positive correlations of Ki-67 with CD4, CD8, CD68 and CD163 were revealed, the most pronounced ones were between CD8 and macrophage markers.

Conclusions. Cervical cancer is accompanied by increased proliferative activity and restructuring the immune microenvironment with an increase in CD8+, CD68+ and CD163+ cells. A comprehensive assessment of Ki-67 and the phenotype of immunocytes can serve as an additional morphofunctional criterion for characterizing the pathological process.

BOGDAN O. SHCHEGLOV – Candidate of Medical Sciences, Medical Analytics, Medical Complex, Assistant Professor, Department of Fundamental Medicine, School of Medicine and Life Sciences, Far Eastern Federal University, Russia, Vladivostok (b.shcheglov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2262-1831>).

IVAN V. REVA – Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Fundamental Medicine, School of Medicine and Life Sciences, Far Eastern Federal University, Russia, Vladivostok (reva.iv@dvfu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3727-393X>).

VIKTOR V. USOV – Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Clinical Medicine, School of Medicine and Life Sciences, Far Eastern Federal University, Russia, Vladivostok (usov.vv@dvfu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1182-7551>).

ALEXANDER S. ZOLOTOV – Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Clinical medicine, School of Medicine and Life Sciences, Far Eastern Federal University, Russia, Vladivostok (zolotov.as@dvfu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0045-9319>).

YURI A. KRASNIKOV – Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Theory and Methodology of Adaptive Physical Culture, Far Eastern Federal University, Russia, Vladivostok (krasnikov.yua@dvfu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0388-1777>).

YULIA I. GAYNULLINA – Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Biomedical Sciences, Vladivostok State University, Russia, Vladivostok (gaynullina.YI@vvsu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2694-3712>).

SVETLANA N. SHCHEGLOVA – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Pedagogical Sciences, North-Eastern State University, Russia, Magadan (schegloff@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5898-9120>).

GALINA V. REVA – Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Fundamental Medicine, School of Medicine and Life Sciences, Far Eastern Federal University, Russia, Vladivostok (reva.gv@dvfu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6502-4271>).

Формат цитирования: Морфофункциональная характеристика иммунного микроокружения и пролиферативной активности в зоне трансформации шейки матки при доброкачественных и неопластических изменениях [Электронный ресурс] / Б.О. Щеглов, И.В. Рева, В.В. Усов и др. // Acta medica Eurasica. 2026. № 3. С. 37–46. URL: <http://acta-medica-eurasica.ru/single/2026/3/5>. DOI: 10.47026/2413-4864-2026-3-37-46.