

<https://doi.org/10.17238/2072-3180-2026-1-24-31>

УДК: 616.36-008.5



© Пахомова Р.А., Петрушко С.И., Кочетова Л.В., Назарьянц Ю.А., Волков Ю.М., Маркелова Н.М., 2026

Оригинальная статья / Original article

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ДИСФУНКЦИИ НЕЙТРОФИЛОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ У ПАЦИЕНТОВ С МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХОЙ

Р.А. ПАХОМОВА¹, С.И. ПЕТРУШКО², Л.В. КОЧЕТОВА², Ю.А. НАЗАРЬЯНЦ², Ю.М. ВОЛКОВ²,
Н.М. МАРКЕЛОВА²

¹ ФГБОУ ВО «Росбиотех». 125080, Москва, Россия

² Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого. 660022, Красноярск, Россия

Резюме

Введение. СМеханическая желтуха (МЖ) – наиболее тяжелое осложнение патологии гепато-панкреато-дуоденальной зоны. Несмотря на улучшение результатов вследствие использования малоинвазивной хирургии, уровень летальности остается высоким.

Цель. Изучить состояние нейтрофильных гранулоцитов методом атомно-силовой микроскопии у пациентов с механической желтухой доброкачественного генеза разной степени тяжести.

Материалы и методы. В полицентровое исследование были включены 84 пациента в возрасте от 41 до 64 лет, проходивших лечение в стационарах г. Красноярск с диагнозом механической желтухи доброкачественного генеза. Контрольную группу составили 60 доноров. Все пациенты распределены на 3 группы по степени тяжести механической желтухи. Проводилось исследование хемилюминесценции нейтрофилов и атомно-силовая микроскопия нейтрофильных гранулоцитов с определением формы, состояния мембраны, сил адгезии.

Результаты. У пациентов с механической желтухой интенсивность спонтанной хемилюминесценции зависит от степени тяжести механической желтухи. При атомно-силовой микроскопии выявлены нарушения структурной организации нейтрофильного гранулоцита. С увеличением степени тяжести механической желтухи нейтрофил приобретал выпуклую форму, увеличивалось количество сегментов ядра, мембрана клетки становилась неровной. Величина сил адгезии нейтрофилов падала от 25 % до 31 %.

Обсуждение. На основании анализа хемилюминесцентной активности нейтрофильных гранулоцитов крови можно заключить, что функциональные возможности клеток у больных МЖ истощаются параллельно нарастанию степени тяжести МЖ. Это сопровождается изменениями самого нейтрофила.

Заключение. По мере утяжеления степени механической желтухи доброкачественного генеза в периферической крови происходит уменьшение количества нейтрофильных лейкоцитов и увеличение количества лимфоцитов. Интенсивность спонтанной хемилюминесценции также зависит от степени тяжести МЖ, и соответственно, уменьшается по мере утяжеления степени желтухи, что приводит к истощению функциональных возможностей нейтрофилов. Этот процесс усугубляется изменениями формы нейтрофила и его мембраны. В совокупности это вызывает снижение иммунного ответа организма и утяжеляет течение заболевания.

Ключевые слова: механическая желтуха, хемилюминесцентный ответ, атомно-силовая микроскопия, нейтрофил.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Пахомова Р.А., Петрушко С.И., Кочетова Л.В., Назарьянц Ю.А., Волков Ю.М., Маркелова Н.М. Определение степени дисфункции нейтрофилов периферической крови у пациентов с механической желтухой. *Московский хирургический журнал*, 2026. № 1. С. 24–31. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2026-1-24-31>

Вклад авторов: Петрушко С.И., Маркелова Н.М., Кочетова Л.В., Назарьянц Ю.А. – сбор и обработка материала, написание текста. Пахомова Р.А., Волков Ю.М. – редактирование, утверждение окончательного варианта статьи.

DETERMINATION OF THE DEGREE OF PERIPHERAL BLOOD NEUTROPHIL DYSFUNCTION IN PATIENTS WITH OBSTRUCTIVE JAUNDICE

REGINA A. PAKHOMOVA¹, STANISLAV I. PETRUSHKO², LYUDMILA V. KOCHETOVA², YULIA A. NAZARIANTS²,
YURI M. VOLKOV², NADEZHDA M. MARKELOVA²

¹ Rosbiotech. 125080, Moscow, Russia

² Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voyno-Yasenetsky. 660022, Krasnoyarsk, Russia

Abstract

Introduction. Mechanical jaundice (MF) is the most severe complication of the pathology of the hepato-pancreato-duodenal zone. Despite the improvement in results due to the use of minimally invasive surgery, the mortality rate remains high.

Goal. To study the state of neutrophilic granulocytes by atomic force microscopy in patients with benign obstructive jaundice of varying severity.

Materials and methods. The polycentric study included 84 patients aged 41 to 64 years who were treated in hospitals in Krasnoyarsk with a diagnosis of obstructive jaundice of benign origin. The control group consisted of 60 donors. All patients were divided into 3 groups according to the severity of obstructive jaundice. The chemiluminescence of neutrophils and atomic force microscopy of neutrophil granulocytes were studied to determine the shape, state of the membrane, and adhesion forces.

Results. In patients with mechanical jaundice, the intensity of spontaneous chemiluminescence depends on the severity of mechanical jaundice. Atomic force microscopy revealed violations of the structural organization of the neutrophil granulocyte. As the severity of mechanical jaundice increased, the neutrophil acquired a convex shape, the number of nuclear segments increased, and the cell membrane became uneven. The magnitude of neutrophil adhesion forces decreased from 25 % to 31 %.

Discussion. Based on the analysis of the chemiluminescent activity of neutrophilic blood granulocytes, it can be concluded that the functional capabilities of cells in patients with breast cancer are depleted in parallel with an increase in the severity of breast cancer. This is accompanied by changes in the neutrophil itself.

Conclusion. As the degree of benign obstructive jaundice worsens, the number of neutrophilic leukocytes in the peripheral blood decreases and the number of lymphocytes increases. The intensity of spontaneous chemiluminescence also depends on the severity of breast cancer, and, accordingly, decreases as the degree of jaundice increases, which leads to depletion of the functional capabilities of neutrophils. This process is aggravated by changes in the shape of the neutrophil and its membrane. Together, this causes a decrease in the body's immune response and worsens the course of the disease.

Key words: mechanical jaundice, chemiluminescent response, atomic force microscopy, neutrophil.

Conflict of interests: none.

For citation: Pakhomova R.A., Petrushko S.I., Kochetova L.V., Nazariants Yu.A., Volkov Yu.M., Markelova N.M. Determination of the degree of peripheral blood neutrophil dysfunction in patients with obstructive jaundice. *Moscow Surgical Journal*, 2026, № 1, pp. 24–31. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2026-1-24-31>

Contribution of the authors: Petrushko S.I., Markelova N.M., Kochetova L.V., Nazaryants Yu.A. – collection and processing of material, writing the text. Pakhomova R.A., Volkov Yu.M. – editing, approval of the final version of the article.

Введение

Механическая желтуха (МЖ) – наиболее тяжелое осложнение патологии гепато-панкреато-дуоденальной зоны. Несмотря на улучшение результатов вследствие использования малоинвазивной хирургии, уровень летальности остается высоким (от 4,7 до 24,5 %) [1, 2].

Повышение давления в холедохе до 300 мм вод. ст. вызывает развитие системной интоксикации, которая нарушает функционирование иммунной системы [3, 4].

К тому же операция, наркоз и применение ряда медикаментов снижают фагоцитарную активности клеток и вызывают вторичный иммунодефицит [2, 4]. Это проявляется в угнетении активности лейкоцитов и подавлении секреторной функции [3, 5, 6, 7]. Уменьшение фагоцитарной активности не только сохраняется в после проведенной декомпрессии, но и усиливается.

Противоречивость научных данных, недостаточное количество исследований гомеостаза при механической желтухе предрасполагает дальнейшее изучение данной патологии.

Цель. Изучить состояние нейтрофильных гранулоцитов методом атомно-силовой микроскопии у пациентов с механической желтухой доброкачественного генеза разной степени тяжести.

Материал и методы

В полицентровое исследование были включены 84 пациента в возрасте от 41 до 64 лет, проходивших лечение в стационарах г. Красноярск с диагнозом механической желтухи доброкачественного генеза. В протокол диагностического обследования в обязательном порядке входили лабораторные исследования, УЗИ органов брюшной полости, рентгеноконтрастные исследования желчных путей и желчного пузыря, эндоскопических методов.

Все пациенты дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

При проведении исследования соблюдались рекомендации, этические нормы и принципы, установленные в Декларации (Хельсинки, 1964 г.), регламентирующей научные исследования на человеке.

Степень тяжести МЖ определяли по классификации Э.И. Гальперина (2012 г.). В 1 группу включен 31 пациент с тяжестью МЖ класса А, средний возраст которых составил $61,2 \pm 8,1$ года ($M \pm \sigma$), во 2 группу – 26 пациента с тяжестью МЖ класса В, средний возраст которых был $60,9 \pm 7,4$ года ($M \pm \sigma$), в 3 группу – 27 пациентов со средним возрастом $62,3 \pm 7,6$ года ($M \pm \sigma$) и степенью тяжести МЖ класса С. Группы сопоставимы по половой принадлежности пациентов. Контрольную группу составили 60 здоровых доноров, сопоставимых по полу и возрасту с основной группой.

Кроме клинического анализа крови для оценки степени интоксикации и состояния резистентности определяли люминол-зависимую хемилюми-несценцию (ХЛ) нейтрофилов периферической крови по методу De Sole al. [8]. При исследовании спонтанной и индуцированной ХЛ анализировали максимальное значение интенсивности ХЛ (I max), время выхода на максимум интенсивности (T max) и площадь кривой ХЛ (S).

На атомно-силовом микроскопе Integra Aura (NT-MDT, Россия) (АСМ) изучены структурно-функциональные свойства нейтрофильных гранулоцитов. Сканирование поверхности образцов проводили в полуконтактном, а при измерении сил адгезии – в контактном режиме на воздухе.

Для анализа сканов использовали метод мазка крови, на котором выбирались отдельные нейтрофилы. Каждая исследуемая клетка была просканирована дважды: первый раз клетка целиком, второй раз – мембрана клетки для анализа ее состояния.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета прикладных программ Statistica 7.0 (StatSoft, USA). Характер распределения изучаемых признаков определялся при помощи критерия Шапиро-Уилка. Описательная статистика представлена средними арифметическими, стандартными отклонениями (при нормальном распределении) и медианой, и квартилями (при распределениях, отличающихся

от нормального). Статистическую значимость различий между показателями нормально распределенных независимых выборок при условии множественных сравнений оценивали при помощи дисперсионного анализа с последующими парными сравнениями групп по критерию Шеффе, в случаях отсутствия нормального распределения использовали критерий Краскела-Уоллиса и парные сравнения по критерию Манна-Уитни. В результате статистически значимым уровнем различий при сравнении 3 групп считали $p < 0,017$, при сравнении 4 групп – $p < 0,008$.

Результаты

По данным клинического анализа крови (табл. 1) показали, что у пациентов 2 группы количество нейтрофилов было больше, а лимфоцитов и моноцитов меньше по сравнению с пациентами 1 группы ($p < 0,05$). У пациентов группы 3 количество нейтрофилов было меньше, а лимфоцитов больше, чем у больных групп 1 и 2. Различия в количестве эозинофилов и базофилов у пациентов групп 1 и 2 статистически незначимы, а у пациентов 3 группы количество эозинофилов статистически значимо больше, количество базофилов по сравнению с контрольной группой и пациентами 1 группы оставалось на прежнем уровне на фоне статистически значимо меньшего количества нейтрофилов по сравнению с первой и второй группами.

Таблица 1

Состояние клеточного звена иммунитета у больных механической желтухой по группам

Table 1

The state of cellular immunity in patients with obstructive jaundice by groups

Показатели/ Indicators	Контроль/ Control		Группа 1/ Group 1		Группа 2/Group 2		Группа 3 /Group 3	
	Me	$C_{25}-C_{75}$	Me	$C_{25}-C_{75}$	Me	$C_{25}-C_{75}$	Me	$C_{25}-C_{75}$
Лейкоциты, ($10^9/л$)/ White blood cells ($10^9/l$)	5,7	4,82–7,47	6,8	6,05–7	9,95	8,32–10,95	14,5	12,88–17,33
							$P_{4-1} < 0,05$	
Лимфоциты, (%) / Lymphocytes, (%)	38,2	32,2–4,9	12,3	11,65 – 13,7	26,3	22,93-32,6	18,05	13,05-20,85
			$P_{2-1} < 0,05$		$P_{3-2} < 0,05$			
Лимфоциты, ($10^9/л$)/ Lymphocytes ($10^9/l$)	2,05	1,52–3,44	0,748	0,7–0,92	2,5	2,07–3,59	2,46	2,07–3,26
			$P_{2-1} < 0,05$					
CD3 ⁺ , (%)	66	60,0 – 72,0	34,06	34,03 – 35,03	20	10–41,02	18	12–27
					$P_{3-1} < 0,05$		$P_{4-1} < 0,05$	
CD3 ⁺ , ($10^9/л$)	1,19	0,94–2,46	0,27	0,25-0,32	0,74	0,21-1,43	0,39	0,25-0,7
			$P_{2-1} < 0,05$		$P_{3-2} < 0,05$		$P_{4-1} < 0,05$	
CD4 ⁺ , (%)	45,0	34,0 – 48,75	40	34,65–44	16	11,77–29,74	12	6–28
					$P_{3-1} < 0,05$		$P_{4-1} < 0,05$	
					$P_{3-2} < 0,05$		$P_{4-2} < 0,05$	

Окончание Таблицы 1 / End of Table 1

Показатели/ Indicators	Контроль/ Control		Группа 1/ Group 1		Группа 2/Group 2		Группа 3 /Group 3	
	Me	C ₂₅ -C ₇₅	Me	C ₂₅ -C ₇₅	Me	C ₂₅ -C ₇₅	Me	C ₂₅ -C ₇₅
CD4 ⁺ , (10 ⁹ /л)	0,70	0,50 – 1,76	0,3	0,25–0,41	0,67	0,31–1,09	0,31	0,16–0,64
			P ₂₋₁ <0,05		P ₃₋₁ <0,05		P ₄₋₁ <0,05 P ₄₋₃ <0,05	
CD8 ⁺ , (%)	27,0	20,0 – 33,75	27,41	22,7–29,93	16	10–25,46	13	6–26,75
							P ₄₋₁ <0,05 P ₄₋₂ <0,05	
CD8 ⁺ , (10 ⁹ /л)	0,50	0,30 – 1,11	0,21	0,17–0,25	0,53	0,31–0,82	0,27	0,15–0,55
			P ₂₋₁ <0,05		P ₃₋₂ <0,05			
CD16 ⁺ , (%)	20,0	17,0 – 23,0	36	28,87–35,57	10	6–22	13	6–23,96
					P ₃₋₂ <0,05		P ₄₋₂ <0,05	
CD16 ⁺ , (10 ⁹ /л)	0,38	0,26 – 0,85	0,27	0,25–0,45	0,24	0,13–0,44	0,32	0,13–0,54
CD19 ⁺ , (%)	13,5	9,0 – 15,75	30	28,87–35,57	14,07	6–30	14	5,5–29,08
			P ₂₋₁ <0,05					
CD19 ⁺ , (10 ⁹ /л)	0,25	0,15–0,57	0,22	0,2–0,34	0,35	0,14–0,61	0,31	0,19–0,77
CD25 ⁺ , (%)	22	14–32,03	31	30,5–40,86	6	2–16	8	6–19
					P ₃₋₁ <0,05 P ₃₋₂ <0,05		P ₄₋₁ <0,05 P ₄₋₂ <0,05	
CD25 ⁺ , (10 ⁹ /л)	0,45	0,21–1,10	0,22	0,21–0,39	0,19	0,07–0,4	0,23	0,13–0,41
CD72 ⁺ , (%)	27	15,6–34,2	52	37,14–54,8	16	2–20	8	2,25–15
					P ₃₋₂ <0,05		P ₄₋₁ <0,05 P ₄₋₂ <0,05	
CD72 ⁺ , (10 ⁹ /л)	0,55	0,24–1,17	0,39	0,27–0,51	0,33	0,08–0,38	0,19	0,07–0,33
							P ₄₋₁ <0,05 P ₄₋₂ <0,05	
CD95 ⁺ , (%)	8,01	6,3–10,1	10,63	7,31–14,31	10	4–20	8	4–10
CD95 ⁺ , (10 ⁹ /л)	0,16	0,096–0,34	0,07	0,06–0,1	0,2	0,03–0,34	0,2	0,07–0,28
HLA-DR ⁺ , (%)	15,00	12,00 – 20,00	4	4–7,5	2	2–10	4	2–7,05
			P ₂₋₁ <0,05		P ₃₋₁ <0,05		P ₄₋₁ <0,05	
HLA-DR ⁺ , (10 ⁹ /л)	0,26	0,17–0,68	0,04	0,036–0,057	0,08	0,05–0,2	0,09	0,04–0,18
			P ₂₋₁ <0,05		P ₃₋₁ <0,05		P ₄₋₁ <0,05	

Показатели хемилюминесцентной активности нейтрофильных гранулоцитов представлены в таблице 2.

При исследовании хемилюминесцентной активности нейтрофильных гранулоцитов крови у пациентов 1 и 2 группы, по сравнению с контрольной обнаружено стати-

стически значимое повышение максимума интенсивности (p≤0,001) и площади спонтанной ХЛ (p≤0,001). Кроме того, у пациентов этой группы имелась тенденция к замедлению времени выхода на максимум (p≤0,001) спонтанной хемилюминесценции.

Таблица 2

Хемилюминесцентная активность нейтрофилов в норме у больных 1–3 групп

Table 2

Chemiluminescent activity of neutrophils is normal in patients of groups 1–3

Показатели/ indicators	Контроль/ Control		1 группа/ group 1		2 группа/ group 2		3 группа/group 3	
	Me	C ₂₅ -C ₇₅	Me	C ₂₅ -C ₇₅	Me	C ₂₅ -C ₇₅	Me	C ₂₅ -C ₇₅
Tmax спонтанная/ spontaneous, (с)	975	211–1510	1583	1476–1933	1569	1096–2448	1694	1062–2273
Imax спонтанная/ spontaneous	7720	3000–19000	46029	26884–65174	13922	6118–19925	15302	7711–29712
			P ₂₋₁ <0,05				P ₄₋₂ <0,05	
Squr спонтанная / spontaneous (*10 ⁶)	0,22	0,15–0,54	1,54	0,77–9,77	2,16	1,14–3,79	2,81	1,67–5,59
			P ₂₋₁ <0,05		P ₃₋₁ <0,05		P ₄₋₁ <0,05	
Tmax индуцированная/ induced, (с)	1102,5	872–1800	2312	1918–3761	1448	1123–1949	1684	1032–2579
			P ₂₋₁ <0,05					
Imax индуцированная/ induced	17270	8000–42840	11038	8698–46947	22257	6703–31124	30090	21449–47302
Squr индуцированная/ induced, (*10 ⁶)	0,4	0,15–0,95	2,26	1,78–12,98	4,5	1,36–7,55	5,33	4,04–8,43
			P ₂₋₁ <0,05		P ₃₋₁ <0,05		P ₄₋₁ <0,05 P ₄₋₂ <0,05	
Индекс активации/ Activation index	1,3	0,9–2,0	1,39	1,35–1,43	1,88	1,41–2,27	1,48	1,25–2,99

При оценке показателей спонтанной ХЛ нейтрофильных гранулоцитов крови у пациентов 3 группы регистрировалось статистически значимое увеличение площади под кривой ХЛ (p≤0,001) по сравнению с величинами нормы. Кроме того, обнаружено снижение максимума интенсивности от-носительно показателей, зарегистрированных у пациентов 1 группы (p≤0,001).

Для исследования цитоархитектоники нейтрофилов использовали метод атомно-силовой микроскопии.

При сканировании на АСМ получены изображения отдельно лежащих нейтрофилов. Было проведено определение площади и объема нейтрофила. Величина площади

не зависит от степени тяжести МЖ (табл. 3), однако объем статистически значимо уменьшается у пациентов 2 группы и увеличивается у больных 3 группы. Для исследования функциональных особенностей нейтрофилов были изучены их адгезионные свойства. У каждого пациента из пробы было выделено по 10 нейтрофилов, на каждом нейтрофиле было проведено 15 измерений сил адгезии: по пять измерений на трех различных линиях. Величина силы адгезии у пациентов с МЖ 1 группы была меньше на 25 % по сравнению с контрольной группой и продолжала уменьшаться по мере нарастания уровня билирубина (табл. 3).

Таблица 3

Хемилюминесцентная активность нейтрофилов в норме у больных 1–3 групп

Table 3

Chemiluminescent activity of neutrophils is normal in patients of groups 1–3

	S, мкм ² (M±σ)	V, мкм ³ (M±σ)	F, нН (M±σ)
Норма/Standard	129,21±9,23	51,00±5,00	1,04±0,03
Группа 1/ Group 1	126,51±4,15	50,38±2,90	0,81±0,01
Группа 2/ Group 2	118,88±7,42	45,32±3,28	0,77±0,01
Группа 3/ Group 3	127,18±4,72	62,20±5,94	0,76±0,01

Примечание: S – площадь, V – объем, F – сила адгезии

Вышеизложенное может говорить о том, что концентрация содержания билирубина в крови снижает силы адгезии зондов к поверхностям нейтрофилов и, как следствие, влияет на адгезионные свойства нейтрофилов в целом, причем это влияние наиболее выражено на ранних стадиях повышения содержания билирубина в крови.

В контрольной группе нейтрофилы были округлой формой и четко сегментированным ядром. В зависимости от тяжести МЖ нейтрофил приобретает выпуклую форму, количество сегментов ядра уменьшается, они становятся размытыми, мембрана клетки – неровной. На мембране появляется большое количество пор со средними ориентированными значениями диаметров и глубин, равными 500 и 300 нм (рис. 1).

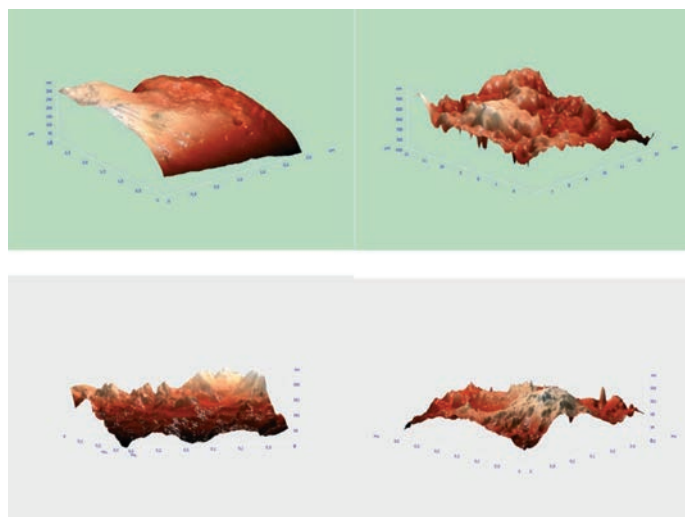


Рис. 1. Мембрана нейтрофила в норме и при механической желтухе (1-3 группы)

Fig. 1. Neutrophil membrane in normal and obstructive jaundice (groups 1-3)

Обсуждение

Количество пациентов с механической желтухой доброкачественного генеза неуклонно возрастает. Одной из причин смерти является печеночная недостаточность, возникающая как следствие эндогенной интоксикации и вторичной иммунной недостаточности. В связи с этим необходимо оценить патогенез иммунной дисфункции при холестазах. Ключевым звеном в формировании иммунных реакций является нейтрофильный лейкоцит [9, 10]. Следовательно изучение изменений функционально-метаболической активности нейтрофилов и строения их цитоскелета имеет важное научно-практическое значение.

Нейтрофильные гранулоциты принимают активное участие в формировании воспалительного ответа [4–9]. Данные, полученные в представленном исследовании, свидетельствуют о выраженных изменениях кинетики ХЛ-ответа

нейтрофилов периферической крови. При сравнительном анализе, проведенном в работе выявлена корреляция интенсивности ХЛ-ответа нейтрофильных гранулоцитов с тяжестью течения МЖ.

На основании анализа хемилюминесцентной активности нейтрофильных гранулоцитов крови можно заключить, что функциональные возможности клеток у больных МЖ истощаются параллельно нарастанию степени тяжести МЖ.

Это сопровождается изменениями самого нейтрофила. При атомно-силовой микроскопии отмечено изменением формы и объема лейкоцита, истончение мембраны, увеличение количества пор.

По данным исследования выявлено снижение значений сил адгезии по мере увеличения степени тяжести заболевания. Снижение силы адгезии зонда к поверхности нейтрофилов отражает снижение способности нейтрофилов вступать в межклеточные контакты, что приводит к нарушению хемотаксиса и фагоцитоза.

Заключение

По мере утяжеления степени механической желтухи доброкачественного генеза в периферической крови происходит уменьшение количества нейтрофильных лейкоцитов и увеличение количества лимфоцитов. Интенсивность спонтанной хемилюминесценции также зависит от степени тяжести МЖ, и соответственно, уменьшается по мере утяжеления степени желтухи, что приводит к истощению функциональных возможностей нейтрофилов. Этот процесс усугубляется изменениями формы нейтрофила и его мембраны. В совокупности это вызывает снижение иммунного ответа организма и утяжеляет течение заболевания.

Список литературы:

1. Семенцов К.В., Бояринов Д.Ю., Мяззелин М.Н., Кошелев Т.Е. Современные подходы к оценке влияния механической желтухи на функциональное состояние печени. *Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова*, 2024. № 19(1). С. 110–114. https://doi.org/10.2588/1/20728255_2023_19_1_110
2. Welniak L.A., Sun R., Murphy W.J. The role of growth hormone in T-cell development and reconstitution. *J Leukoc Biol.*, 2002, Mar; № 71(3), pp. 381–87.
3. Даценко Б.М., Борисенко В.Б. Механическая желтуха, острый холангит, билиарный сепсис: их патогенетическая взаимосвязь и принципы дифференциальной диагностики. *Новости Хирургии*, 2013. № 21(5). С. 31–39.
4. Магомедов М.М., Хамидов М.А., Магомедов Х.М. Диагностика и лечение синдрома механической желтухи. *Международный научно-исследовательский журнал*, 2021. № 4 (106). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.055>
5. Смирнова О.В., Титова Н.М., Манчук В.Т., Елманова Н.Г., Кочетова Л.В., Пахомова Р.А. Особенности клеточного звена иммунитета у больных механической желтухой доброкачественного генеза в зависимости от уровня билирубина. *Фундам. исследования*, 2015. № 2–10. С. 2174–2179.

6. Liu G., Yang H., Chen X., Wang X., Chu Y. Modulation of neutrophil development and homeostasis. *Curr Mol Med.*, 2013, Sep; № 13(8), pp. 1270–1283.

7. Strydom N., Rankin S.M. Regulation of circulating neutrophil numbers under homeostasis and in disease. *J Innate Immun.*, 2013, № 5(4), pp. 304–314. <https://doi.org/10.1159/000350282>

8. Ступин В.А., Лаптев В.В., Цкаев А.Ю., Гивировская Н.Е. Показатели иммунной системы при механической желтухе доброкачественного генеза. *Анналы хирург. гепатологии*, 2008. № 13(2). С. 69–75.

9. Куртасова Л.М., Семенов Э.В., Зуков Р.А., Шкапова Е.А. Изменение параметров люминол- и люцигенин зависимой хемилюминесценции нейтрофилов крови у больных раком мочевого пузыря в динамике заболевания. *Мед Иммунология*, 2015. № 17(2). С. 173–178.

10. Кухаренко Л.В., Гольцев М.В., Белая О.Н. Исследование взаимодействия форменных элементов крови с помощью атомно-силовой микроскопии. Минск, 2022. С. 251–253. URL: <https://libeloc.bsuir.by/handle/123456789/49645>.

References:

1. Sementsov K.V., Boyarinov D.Yu., Myanzelin M.N., Koshelev T.E. Modern approaches to assessing the effect of obstructive jaundice on the functional state of the liver. *Bulletin of the N.I. Pirogov NMCC*, 2024, № 19(1), pp.110–114. (In Russ.) https://doi.org/10.25881/20728255_2023_19_1_110

2. Welniak L.A., Sun R., Murphy W.J. The role of growth hormone in T-cell development and reconstitution. *J Leukoc Biol.*, 2002, Mar; № 71(3), pp. 381–87.

3. Datsenko V.M., Borisenko V.B. Mechanical jaundice, acute cholangitis, and biliary sepsis: their pathogenetic relationship and principles of differential diagnosis. *Surgery News*, 2013, № 21(5), pp.31–39. (In Russ.)

4. Magomedov M.M., Khamidov M.A., Magomedov H.M. Diagnosis and treatment of obstructive jaundice syndrome. *International Scientific Research Journal*, 2021. № 4 (106). (In Russ.) <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.055>

5. Smirnova O.V., Titova N.M., Manchuk V.T., Elmanova N.G., Kochetova L.V., Pakhomova R.A. Features of cellular immunity in patients with obstructive jaundice of benign genesis depending on the level of bilirubin. *The research foundation*, 2015, № 2–10, pp. 2174–2179. (In Russ.)

6. Liu G., Yang H., Chen X., Wang X., Chu Y. Modulation of neutrophil development and homeostasis. *Curr Mol Med.*, 2013, Sep; № 13(8), pp. 1270–1283.

7. Strydom N., Rankin S.M. Regulation of circulating neutrophil numbers under homeostasis and in disease. *J Innate Immun.*, 2013, № 5(4), pp. 304–314. <https://doi.org/10.1159/000350282>

8. Stupin V.A., Laptev V.V., Tskaev A.Yu., Givirovskaya N.E. Indicators of the immune system in patients with mechanical jaundice of benign origin. *Annals of Surgery. hepatology*, 2008, № 13(2), pp. 69–75. (In Russ.)

9. Kurtasova L.M., Semenov E.V., Zukov R.A., Shkapova E.A. Changes in the parameters of luminol- and lucigenin-dependent blood neutrophil chemiluminescence in patients with bladder cancer in the dynamics of the disease. *Medical Immunology*, 2015, № 17(2), pp. 173–178. (In Russ.)

10. Kukharensko L.V., Goltsev M.V., Belaya O.N. *Investigation of the interaction of shaped blood elements using atomic force microscopy*. Minsk, 2022, pp. 251–253. URL: <https://libeloc.bsuir.by/handle/123456789/49645>. (In Russ.)

Сведения об авторах:

Пахомова Регина Александровна – профессор, д.м.н., заведующая кафедрой пластической хирургии «Росбиотех». 125080, Россия, г. Москва, Волоколамское ш., д. 11., e-mail: PRA5555@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3681-4685>

Петрушко Станислав Иванович – заведующий кафедрой общей хирургии имени профессора М.И. Гульмана, ФГБОУ ВО Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России, 660022, Россия, Красноярск, ул. Партизана Железняка д. 1, <https://orcid.org/0000-0001-9990-7574>

Волков Юрий Михайлович – д. м. н., профессор кафедры общей хирургии им. проф. М.И. Гульмана, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого», 660022, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1, e-mail: volkov_ym@mail.ru

Маркелова Надежда Михайловна – профессор кафедры общей хирургии М.И. Гульмана ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого», 660022, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1, e-mail: markelova_nadya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3773-8741>

Кочетова Людмила Викторовна – к.м.н., доцент; профессор кафедры общей хирургии имени профессора М.И. Гульмана; ФГБОУ ВО Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России, 660022, Россия, Красноярск, ул. Партизана Железняка д. 1, e-mail: DissovetKrasGMU@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5784-7067>

Назарьянц Юлия Андреевна – доцент кафедры общей хирургии имени профессора М.И. Гульмана, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого», 660022, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1, e-mail: yuliya-nazaryanc@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2246-2153>

Information about the authors:

Pakhomova Regina Alexandrovna – Professor, MD, Head of the Department of Plastic Surgery at Rosbiotech. 11, Volokolamsk Highway, Moscow, 125080, Russia, e-mail: PRA5555@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3681-4685>

Petrushko Stanislav Ivanovich – Head of the Department of General Surgery named after Professor M.I. Gulman, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky, Ministry of Health of the Russian Federation, Partizan Zheleznyak str., 1, Krasnoyarsk, 660022, Russia <https://orcid.org/0000-0001-9990-7574>

Volkov Yuri Mikhailovich – MD, Professor of the Department of General Surgery named after Prof. M.I. Gulman, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky, Partizan Zheleznyak str., 1, Krasnoyarsk, 660022, Russia, e-mail: volkov_ym@mail.ru

Markelova Nadezhda Mikhailovna – Professor of the M.I. Gulman Department of General Surgery, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky, Partizan Zheleznyak str., 1, Krasnoyarsk, 660022, Russia, e-mail: markelova_nadya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3773-8741>

Kochetova Lyudmila Victorovna – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor; Professor of the Department of General Surgery named after Professor M.I. Gulman; Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky, Ministry of Health

of the Russian Federation, Partizan Zheleznyak str., 1, Krasnoyarsk, 660022, Russia, e-mail: DissovetKrasGMU@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5784-7067>

Nazariants Yulia Andreevna – Associate Professor of the Department of General Surgery named after Professor M.I. Gulman, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky, Partizan Zheleznyak str., 1, Krasnoyarsk, 660022, Russia, e-mail: yuliya-nazaryanc@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2246-2153>