

УДК 616.381-002

## ФАГОЦИТАРНАЯ АКТИВНОСТЬ КЛАССИЧЕСКИХ И НЕКЛАССИЧЕСКИХ МОНОЦИТОВ ПРИ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОМ ПОРАЖЕНИИ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ

*А.Е. Веселов, Е.О. Шаврина*

*Основной причиной возникновения ишемической болезни сердца является атеросклероз, который представляет собой многофакторное дегенеративное заболевание коронарных артерий большого и среднего размера, в число которого входит нарушение метаболизма липидов, аномальная функция тромбоцитов и усиленная фагоцитирующая активность нейтрофильных гранулоцитов и моноцитов. Исследован фенотипический состав моноцитов у пациентов с атеросклеротическим поражением коронарных артерий. Показано превалирование популяции классических моноцитов в периферической крови на фоне выраженного снижения переходных и провоспалительных моноцитов. Исследована функциональная активность разных фенотипов моноцитов у пациентов с атеросклеротическим поражением коронарных артерий. Показано повышение количества классических и провоспалительных моноцитов активно вовлекающихся в процесс фагоцитоза.*

**Ключевые слова:** ишемическая болезнь сердца; проточная цитометрия; моноциты; фагоцитарная активность

## PHAGOCYtic ACTIVITY OF CLASSICAL AND NON-CLASSICAL MONOCYTES IN ATHEROSCLEROTIC LESION OF THE CORONARY ARTERIES

*A.E. Veselov, E.O. Shavrina*

*The main cause of coronary artery disease is atherosclerosis, which is a multifactorial degenerative disease of the coronary arteries of large and*

*medium size, which includes impaired lipid metabolism, abnormal platelet function and increased phagocytic activity of neutrophilic granulocytes and monocytes. The phenotypic composition of monocytes in patients with atherosclerotic lesions of the coronary arteries was studied. The prevalence of the population of classical monocytes in the peripheral blood was shown against the background of a pronounced decrease in transient and pro-inflammatory monocytes. The functional activity of different phenotypes of monocytes in patients with atherosclerotic lesions of the coronary arteries was studied. An increase in the number of classical and pro-inflammatory monocytes actively involved in the process of phagocytosis was shown.*

**Keywords:** *ischemic heart disease; flow cytometry; monocytes; phagocytic activity*

Основной причиной возникновения ишемической болезни сердца (ИБС) является атеросклероз, который представляет собой многофакторное дегенеративное заболевание коронарных артерий (КА) большого и среднего размера, в число которого входит нарушение метаболизма липидов, аномальная функция тромбоцитов и усиленная фагоцитирующая активность (ФА) нейтрофильных гранулоцитов и моноцитов [1]. Макрофаги являются неотъемлемыми клетками врожденной иммунной системы, способные к активному захвату и перевариванию бактерий, остатков погибших клеток и других, чужеродных или токсичных для организма частиц [2]. В процессе образования атеросклероза возникает провоспалительный ответ, в результате которого макрофаги секретируют провоспалительные цитокины и хемокины, которые рекрутируют циркулирующие моноциты крови в субэндотелиальное пространство, где они поглощают липопротеиновый холестерин, превращаясь в пенистые клетки [3]. В стенках эндотелия сосуда происходит скопление пенистых клеток и, таким образом в результате деятельности фагоцитирующих клеток на стенке эндотелия КА образуются атеросклеротические бляшки. Поэтому, мы можем утверждать, что клетки иммунной системы не только выполняют защитные функции для организма, но и являются причиной для развития заболевания, имеющее изначально невоспалительный характер [4]. Вследствие чего целью нашей работы является оценить

фагоцитирующую активность нейтрофильных гранулоцитов и моноцитов периферической крови больных с ишемической болезнью сердца в зависимости от степени поражения коронарных артерий.

### Материалы и методы исследования

Объектом данного исследования стали нейтрофильные гранулоциты и моноциты периферической крови больных ИБС (36 человек) и группы относительно здоровых людей. Забор крови для исследования ФА методом проточной цитометрии производили перед операцией. Для оценки ФА использовали метод многоцветной проточной цитометрии с применением готовых моноклональных антител. Больные были поделены на три группы, в зависимости от степени поражения КА: 1 группа – пациенты с неизмененный КА; 2 группа – пациенты с гемодинамически незначимыми поражениями КА и 3 группа – гемодинамически значимыми поражениями КА соответственно.

### Результаты исследования

У пациентов с ИБС, независимо от степени поражения КА, отмечается достоверное повышение количества классических и снижение числа неклассических моноцитов в периферической крови (Рис. 1). При этом количество переходных моноцитов достоверно снижается только в группах с гемодинамически незначимыми и гемодинамически значимыми поражениями КА.

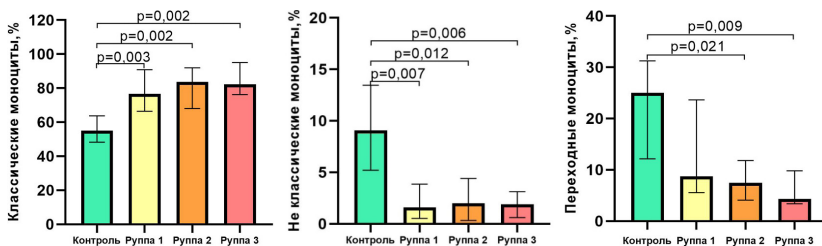


Рис. 1. Фенотип моноцитов больных с ИБС

У пациентов с ИБС, независимо от степени поражения КА, отмечается повышение фагоцитарного индекса (ФИ) классическими клетками относительно контрольной группы (Рис. 2). При этом

фагоцитарное число (ФЧ) классических моноцитов осталось на уровне контрольных значений.

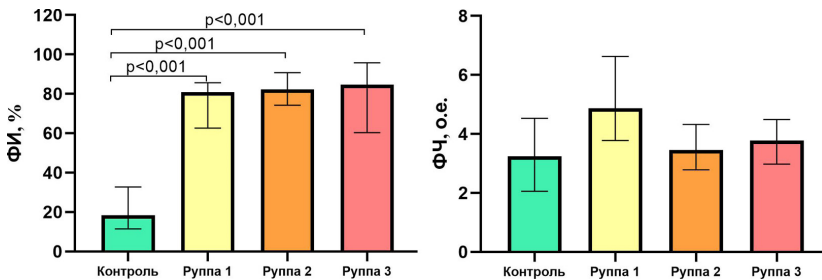


Рис. 2. Фагоцитарный индекс и фагоцитарное число классических моноцитов

У пациентов с ИБС, независимо от степени поражения КА, отмечается повышение ФИ не классических клетками относительно контрольной группы (Рис. 3). При этом у пациентов гемодинамически значимыми поражениями КА значение ФИ достоверно выше аналогичного параметра пациентов с неизмененный КА. ФЧ не классических моноцитов осталось на уровне контрольных значений.

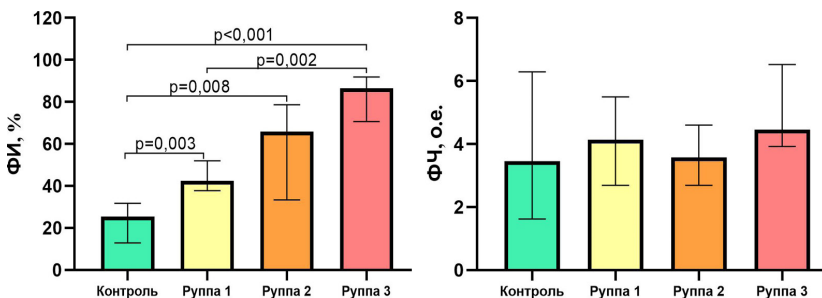


Рис. 3. Фагоцитарный индекс и фагоцитарное число не классических моноцитов

ФИ и ФЧ переходных моноцитов не зависимо от степени или наличия поражения КА осталось на уровне контрольных значений.

### Обсуждение

У пациентов с ИБС независимо от поражения КА повышается число циркулирующих классические моноцитов при выраженном

снижении прочих популяций моноцитов, а также возрастает ФИ классических и неклассические моноцитов, при этом поглотительная способность, выражаемая ФЧ, у исследуемых клеток остается на уровне контрольной группы. Все это указывает на наличие вялотекущего воспалительного процесса, предположительно опосредованно повреждением сосудистого русла в местах формирования бляшек. При этом отмечалась зависимость между поражением КА и уровнем фагоцитарного ответа моноцитов, что дополнительно указывает на наличие связи между формированием повреждения эндотелия сосудов и повышением фагоцитарной активности клеток.

### **Заключение**

Исследован фенотипический состав моноцитов у пациентов с атеросклеротическим поражением коронарных артерий. Показано превалирование популяции классических моноцитов в периферической крови на фоне выраженного снижения переходных и провоспалительных моноцитов. Исследована функциональная активность разных фенотипов моноцитов у пациентов с атеросклеротическим поражением коронарных артерий. Показано повышение количества классических и провоспалительных моноцитов активно вовлекающихся в процесс фагоцитоза. Выявлен вклад классических моноцитов в развитие поражения ключевых артерий, представленных КА, на фоне общего повышения функциональной активности моноцитов.

### ***Список литературы***

1. Краснова Л.В. Исследование хемилюминесцентной активности нейтрофильных гранулоцитов в динамике лечения постинфарктного кардиосклероза / Л.В. Краснова, В.Д. Беленюк, И.И. Гвоздев, А.А. Савченко // Российский иммунологический журнал. 2015. Т. 9. № 2-1(18). С. 67-69.
2. Савченко А.А. Изменение субпопуляционного состава и фагоцитарной активности моноцитов у больных раком почки при воздействии метаболитов *in vitro* / А.А. Савченко, А.Г. Борисов, В.Д. Беленюк, А.В. Мошев // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2021. Т. 171. № 3. С. 344-348.

3. Борисов А.Г. Изменение фенотипа клеток врожденного иммунитета у больных с политравмой в динамике использования вакцины для профилактики синегнойной палочки / А.Г. Борисов, А.А. Савченко, И.В. Кудрявцев и др. // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2016. Т. 21. № 3. С. 124-129.
4. Savchenko A.A. TREC/KREC Levels and T and B Lymphocyte Subpopulations in COVID-19 Patients at Different Stages of the Disease / A.A. Savchenko, V. Beleniuk, A. Borisov et al. // Viruses. 2022. Vol. 14. No 3. P. 646.

### *References*

1. Krasnova L.V., Beleniuk V.D., Gvozdev I.I., Savchenko A.A. [Issledovanie khemilyuminescentnoy aktivnosti neytrofil'nykh granulotsitov v dinamike lecheniya postinfarktogo kardioskleroza]. Study of the chemiluminescent activity of neutrophilic granulocytes in the dynamics of the treatment of postinfarction cardiosclerosis. Rossiyskiy immunologicheskiy zhurnal [Russian Journal of Immunology]. 2015. V. 9. No. 2-1(18). pp. 67-69.
2. Savchenko A.A., Borisov A.G., Beleniuk V.D., Moshev A.V. Izmenenie subpopulyatsionnoy sostava i fagotsitarnoy aktivnosti monotsitov u bol'nykh rakom pochki pri vozdeystvii metabolitov in vitro [Changes in the subpopulation composition and phagocytic activity of monocytes in patients with kidney cancer under the influence of metabolites in vitro]. Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny [Bulletin of experimental biology and medicine]. 2021. V. 171. No. 3. S. 344-348.
3. Borisov A.G., Savchenko A.A., Kudryavtsev I.V. et al. Izmenenie fenotipa kletok vrozhdennogo immuniteta u bol'nykh s politravmoy v dinamike ispol'zovaniya vaksiny dlya profilaktiki sinegnoynoy palochki [Changes in the phenotype of innate immunity cells in patients with polytrauma in the dynamics of the use of a vaccine for the prevention of Pseudomonas aeruginosa]. Epidemiologiya i infektsionnye bolezni [Epidemiology and infectious diseases]. 2016. V. 21. No. 3. S. 124-129.
4. Savchenko A.A. TREC/KREC Levels and T and B Lymphocyte Subpopulations in COVID-19 Patients at Different Stages of the Disease / A.A. Savchenko, V. Beleniuk, A. Borisov et al. // Viruses. 2022. Vol. 14. No 3. P. 646.

### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Веселов Андрей Евгеньевич**, аспирант

*Научно-исследовательский институт медицинских проблем  
Севера  
ул. Партизана Железняка, 3Г, г. Красноярск, 660022, Россий-  
ская Федерация  
veselov.a93@mail.ru*

**Шаврина Екатерина Олеговна**, лаборант

*Научно-исследовательский институт медицинских проблем  
Севера  
ул. Партизана Железняка, 3Г, г. Красноярск, 660022, Россий-  
ская Федерация  
katerina.shavrin.96@mail.ru*

### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Andrey E. Veselov**, post-graduate student

*Research Institute of Medical Problems of the North  
3G, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian  
Federation  
veselov.a93@mail.ru*

**Ekaterina O. Shavrina**, laboratory assistant

*Research Institute of Medical Problems of the North  
3G, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian  
Federation  
katerina.shavrin.96@mail.ru*