

ОСОБЕННОСТИ ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ НЕЙТРОФИЛОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ У ОНКОУРОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ В ДИНАМИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Куртасова Л.М., Зуков Р.А., Семенов Э.В.

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, Россия

Резюме. Цель исследования – изучение показателей люминол- и люцигенин-зависимой хемилюминесценции нейтрофилов периферической крови у больных почечно-клеточным раком и раком мочевого пузыря в период до хирургического лечения и через 10 суток после оперативного вмешательства.

Проведены наблюдения за больными почечно-клеточным раком и раком мочевого пузыря в период до (n = 60) и через 10 суток после операции (n = 46) в возрасте 45-55 лет. Контрольную группу составили 56 здоровых доноров крови. Люминол- и люцигенин-зависимую хемилюминесценцию нейтрофилов крови оценивали методом De Sole et al. (1983).

У больных почечно-клеточным раком и раком мочевого пузыря в нейтрофилах крови выявили изменение системы продукции активных форм кислорода в динамике заболевания. Обнаруженные изменения зависят от локализации опухолевого процесса. У больных почечно-клеточным раком изменения преимущественно затрагивают продукцию первичных активных форм кислорода, у больных раком мочевого пузыря – начальные стадии окислительного метаболизма и вторичные активные формы кислорода. Восстановление компенсаторных метаболических возможностей нейтрофилов крови в послеоперационном периоде быстрее происходит у больных раком мочевого пузыря.

Полученные данные уточняют особенности хемилюминесцентного ответа нейтрофилов периферической крови у онкоурологических больных, которые необходимо, вероятно, использовать при разработке иммунореабилитационных программ у данной категории больных в послеоперационном периоде.

Ключевые слова: хемилюминесценция, нейтрофилы, активные формы кислорода, рак почки, рак мочевого пузыря, онкоурология

FEATURES NEUTROPHIL CHEMILUMINESCENCE OF PERIPHERAL BLOOD IN ONCOUROLOGICAL PATIENTS IN THE DISEASE DYNAMICS

Kurtasova L.M., Zukov R.A., Semenov E.V.

Krasnoyarsk State V.F. Voino-Yasenetsky Medical University, Krasnoyarsk, Russian Federation

Abstract. Study Objectives – the study of indicators and luminol- lucigenin-dependent chemiluminescence of peripheral blood neutrophils in patients with renal cell carcinoma and bladder cancer prior to the surgery and 10 days after surgery.

Адрес для переписки:

Куртасова Людмила Михайловна
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого»
Министерства здравоохранения РФ
660022, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1.
Тел.: 8 (391) 220-06-28.
Факс: 8 (391) 221-16-38.
E-mail: sibmed-obozenie@yandex.ru

Address for correspondence:

Kurtasova Lyudmila M.
Krasnoyarsk State V.F. Voino-Yasenetsky Medical University
660022, Russian Federation, Krasnoyarsk, Partizan
Zheleznyak str., 1.
Phone: 7 (391) 220-06-28.
Fax: 7 (391) 221-16-38.
E-mail: sibmed-obozenie@yandex.ru

Образец цитирования:

Л.М. Куртасова, Р.А. Зуков, Э.В. Семенов «Особенности хемилюминесценции нейтрофилов периферической крови у онкоурологических больных в динамике заболевания» // *Медицинская иммунология*, 2016. Т. 18, № 6. С. 589-594.
doi: 10.15789/1563-0625-2016-6-589-594

© Куртасова Л.М. и соавт., 2016

For citation:

L.M. Kurtasova, R.A. Zukov, E.V. Semenov "Features neutrophil chemiluminescence of peripheral blood in oncurological patients in the disease dynamics", *Medical Immunology (Russia)/Meditsinskaya Immunologiya*, 2016, Vol. 18, no. 6, pp. 589-594.
doi: 10.15789/1563-0625-2016-6-589-594

DOI: <http://dx.doi.org/10.15789/1563-0625-2016-6-589-594>

Held for observation of renal cell carcinoma and bladder cancer patients prior to the (n = 60) and 10 days after surgery (n = 46), aged 45-55 years. The control group consisted of 56 healthy blood donors. Luminol- and lucigenin-dependent chemiluminescence of blood neutrophils estimated De Sole et al. (1983).

In patients with renal cell carcinoma and bladder cancer in blood neutrophils showed a change of the system of production of reactive oxygen species in the course of the disease. The observed changes depend on the localization of the tumor process. In patients with renal cell carcinoma changes mainly affect the primary production of reactive oxygen species in patients with bladder cancer early stages of oxidative metabolism and secondary reactive oxygen species. Restoring compensatory metabolic capacity of blood neutrophils in the postoperative period will occur in patients with bladder cancer.

The findings clarify the features of the chemiluminescence response of peripheral blood neutrophils from oncological patients that should probably be used in the development of immune rehabilitation programs in this category of patients in the postoperative period.

Keywords: chemiluminescence, neutrophils, reactive oxygen species, kidney cancer, bladder cancer, oncology

Введение

Онкоурологические заболевания составляют 23,6% всех злокачественных новообразований у мужчин в Российской Федерации. К наиболее агрессивным опухолям с непредсказуемым клиническим течением относят почечно-клеточный рак (ПКР), входящий в тройку лидеров в структуре онкологической заболеваемости у мужчин в возрасте 30–59 лет. Рак мочевого пузыря (РМП) характеризуется высокой частотой рецидивов и значительно влияет на качество жизни. Кроме того, при инвазивном характере роста и метастатическом поражении лимфатических узлов показатели 5-летней выживаемости даже при выполнении радикального хирургического лечения не превышают 13,9–15,1% [1, 2, 3].

В настоящее время к эффекторным клеткам системы естественной противоопухолевой резистентности наряду с макрофагами и естественными киллерами относят нейтрофильные гранулоциты, способные оказывать выраженное цитотоксическое действие на опухолевые клетки [4, 8].

«Респираторный взрыв» относится к серии метаболических процессов, результатом которых является продукция активных форм кислорода (АФК), обладающих бактерицидным действием и обеспечивающих цитотоксический эффект в отношении опухолевых клеток. Первичным метаболитом активированного кислорода является супероксидный анион-радикал (O_2^-), с которого берет начало весь каскад (АФК). Как первичные, так и вторичные оксиданты обладают мощным энергетическим потенциалом, а их взаимопревращения создают динамический спектр молекул, которые обеспечивают антитело-зависимую цитотоксичность нейтрофильных гранулоцитов [3, 6, 9, 10, 11]. При этом нейтрофилы обладают наибольшей из всех клеток организма способностью генерировать АФК [4].

В связи с вышеизложенным целью исследования явилось изучение показателей люминол- и люцигенин-зависимой хемилюминесценции

(ХЛ) нейтрофилов периферической крови у пациентов ПКР и РМП в период до хирургического лечения и через 10 суток после оперативного вмешательства.

Материалы и методы

Проведено открытое клиническое проспективное исследование. Критерии включения в исследование: возраст пациентов 45–55 лет; гистологически верифицированный почечно-клеточный рак либо рак мочевого пузыря; III стадия заболевания (T3N0M0); хирургическое лечение в объеме радикальной нефрэктомии или радикальной цистэктомии; информированное согласие на участие в исследовании. Критерии исключения: наличие злокачественной опухоли другой локализации; предшествующая химио- или лучевая терапия; тяжелая сопутствующая патология, отказ пациента от участия в исследовании.

Исследование проведено на базе урологического отделения Красноярского краевого клинического онкологического диспансера в динамике до оперативного вмешательства (n = 60) и через 10 суток после хирургического лечения (n = 46). Контрольную группу составили 56 здоровых доноров крови. Исследование одобрено Локальным этическим комитетом КрасГМУ (протокол № 60/2015).

Люминол- и люцигенин-зависимую ХЛ нейтрофилов периферической крови оценивали методом De Sole et al. [7] на биохемилюминесцентном анализаторе CL 3606M (Россия). Определяли следующие параметры: время выхода на максимум (T_{max}), максимальное значение свечения (I_{max}) и площадь под ХЛ кривой (S). В качестве индуктора «дыхательного взрыва» использовали опсонизированный зимозан в концентрации 2 мг/мл («Sigma» США). Усиление ХЛ индуцированной зимозаном относительно спонтанной ХЛ оценивали при помощи соотношения $S_{зимозан}/S_{спонтанная}$ и определяли как индекс активации.

Статистический анализ полученных данных выполнен с использованием пакета прикладных

программ STATISTICA v. 8.0 (StatSoft, Inc., США). Оценку статистической значимости межгрупповых различий устанавливали с использованием U-критерия критерия Манна–Уитни. Результаты исследования количественных параметров в группах сравнения представлены в виде медианы (Me) и интерквартильным размахом [$Q_{0,25}$ - $Q_{0,75}$]. За критический уровень значимости при проверке статистических гипотез при исследовании принят $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Изучение показателей люминол-зависимой ХЛ нейтрофилов периферической крови у больных ПКР в период до хирургического лечения установило статистически значимое увеличение времени выхода на максимум свечения и тенденцию к увеличению площади спонтанной ХЛ-кривой по сравнению с показателями контрольной группы. При индукции ХЛ-реакции опсонизированным зимозаном увеличивается время реагирования на стимул, отмечается выраженная тенденция к повышению максимального уровня «дыхательной вспышки» и к увеличению площади под ХЛ-кривой относительно параметров группы контроля (табл. 1).

В период через 10 суток после хирургического лечения у больных ПКР сохраняется увеличение времени выхода на максимум спонтанной и индуцированной зимозаном люминол-зависимой ХЛ, а также наблюдается статистически значимое увеличение площади индуцированной ХЛ-кривой по сравнению с контрольными величинами. Кроме того, повышается величина индекса активации по сравнению с контролем и средних значений, зарегистрированных у больных ПКР в период до оперативного вмешательства (табл. 1).

Оценка параметров люцигенин-зависимой ХЛ нейтрофилов периферической крови у больных ПКР в период до хирургического лечения обнаружила увеличение площади под спонтанной ХЛ-кривой относительно контрольных параметров. Индукция ХЛ-ответа нейтрофилов крови опсонизированным зимозаном сокращала время реагирования на стимул, увеличивала интенсивность «дыхательной вспышки» и площадь ХЛ-кривой по сравнению с показателями группы сравнения. Необходимо отметить, что в данный период наблюдения у больных ПКР отмечается выраженная тенденция к понижению индекса активации относительно контроля (табл. 1). В период через 10 суток после оперативного вмешательства отмечается тенденция к ускорению времени выхода на пик спонтанной ХЛ-кривой по сравнению с контрольными параметрами, а также увеличение площади спонтанной

ХЛ-кривой относительно показателей группы контроля и уменьшение по сравнению со значениями, зарегистрированными в период до хирургического лечения. После индукции опсонизированным зимозаном была отмечена тенденция к увеличению времени реагирования на стимул по сравнению с показателями, зарегистрированными в дооперационный период. В то же время наблюдали статистически значимое повышение максимального уровня «дыхательной вспышки», выраженную тенденцию к увеличению площади индуцированной ХЛ-кривой и сохранению тенденции к понижению индекса активации относительно контрольных величин (табл. 1).

Исследование параметров люминол-зависимой ХЛ нейтрофилов у больных РМП в период до оперативного вмешательства выявило увеличение времени выхода на максимум свечения спонтанной и индуцированной опсонизированным зимозаном ХЛ, повышение интенсивности свечения и увеличение площади индуцированной ХЛ-кривой по сравнению с показателями контрольной группы. Кроме того, установлено статистически значимое увеличение величины индекса активации по сравнению с соответствующими показателями контрольной группы (табл. 2). В период через 10 суток после хирургического лечения отмечалось сохранение замедленного выхода на максимум интенсивности свечения спонтанной ХЛ-кривой, повышение максимума «дыхательной вспышки» и увеличение площади спонтанной и индуцированной ХЛ относительно соответствующих параметров контроля (табл. 2).

Анализ данных люцигенин-зависимого ХЛ-ответа нейтрофилов крови у больных РМП в период до хирургического лечения установил увеличение величины максимума «дыхательной вспышки» и площади спонтанной хемилюминесценции относительно аналогичных показателей группы контроля. После стимуляции нейтрофилов крови опсонизированным зимозаном обнаружено статистически значимое повышение интенсивности свечения и увеличения площади под индуцированной ХЛ-кривой по сравнению с контрольными показателями (табл. 2).

В период через 10 суток после хирургического лечения сохраняется увеличение интенсивности и площади как спонтанной, так и стимулированной зимозаном хемилюминесценции нейтрофилов крови у больных РМП относительно соответствующих показателей группы контроля (табл. 2).

Таким образом, анализ полученных данных показал изменение кинетики и интенсивности ХЛ-ответа, а также компенсаторных метаболических возможностей нейтрофилов периферической крови у больных ПКР и РМП в динамике за-

ТАБЛИЦА 1. ПОКАЗАТЕЛИ ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ НЕЙТРОФИЛОВ КРОВИ У БОЛЬНЫХ ПОЧЕЧНО-КЛЕТОЧНЫМ РАКОМ, Ме [$Q_{0,25}$ - $Q_{0,75}$]

Показатель	Контрольная группа (n = 56)		Больные до операции (n = 60)		Больные после операции (n = 46)	
	Люминол-зависимая ХЛ	Люцигенин-зависимая ХЛ	Люминол-зависимая ХЛ	Люцигенин-зависимая ХЛ	Люминол-зависимая ХЛ	Люцигенин-зависимая ХЛ
Спонтанная хемилюминесценция						
Tmax, сек.	505,50 [208,50-1502,50]	1989,00 [1624,00-2440,00]	1517,00 [634,00-2172,00] $p_1 < 0,01$	2033,00 [1334,00-2362,00]	1642,00 [1109,00-2240,00] $p_1 < 0,01$	1442,00 [1033,00-2177,00] $0,1 > p_2 > 0,05$
Imax, о.е. * 10 ³	6,67 [3,04-18,70]	1,22 [0,79-8,99]	8,62 [3,07-20,43]	7,51 [4,08-23,72]	8,05 [5,46-17,25]	5,43 [1,38-17,41]
S ₁ , о.е. * 10 ⁵	2,06 [1,23-4,60]	0,57 [0,36-1,93]	2,81 [0,99-9,54] $0,1 > p_2 > 0,05$	2,88 [0,70-8,33] $p_2 < 0,001$	2,61 [1,22-9,31]	1,56 [0,31-3,21] $p_2 < 0,01$ $p_4 < 0,05$
Индукцированная хемилюминесценция						
Tmax, сек.	1270,00 [862,00-1779,00]	1799,00 [719,00-2525,00]	1624,00 [1177,00-2121,00] $p_1 < 0,01$	941,00 [215,00-1693,00] $p_2 < 0,05$	1845,00 [1570,00-2258,00] $p_1 < 0,01$	1445,00 [531,00-1913,00] $0,1 > p_4 > 0,05$
Imax, о.е.* 10 ³	10,54 [4,98-41,70]	1,94 [1,10-6,53]	17,55 [5,84-48,63] $0,1 > p_1 > 0,05$	7,11 [4,30-21,89] $p_2 < 0,05$	13,16 [6,18-32,11]	6,94 [1,87-37,52] $p_2 < 0,01$
S ₂ , о.е. * 10 ⁵	3,78 [1,53-9,40]	0,78 [0,53-3,21]	4,48 [1,92-20,20] $0,1 > p_1 > 0,05$	3,30 [1,12-11,9] $p_2 < 0,01$	5,01 [1,95-17,80] $p_1 < 0,01$	1,87 [0,34-11,40] $0,1 > p_2 > 0,05$
S ₂ /S ₁	1,87 [1,52-3,00]	1,65 [1,05-1,75]	1,83 [0,98-2,9]	1,25 [0,96-1,53] $0,1 > p_2 > 0,05$	2,6 [1,59-2,64] $p_1 < 0,05$ $p_3 < 0,05$	1,35 [1,21-1,76] $0,1 > p_2 > 0,05$

Примечание. p – статистически значимые различия; ХЛ – хемилюминесценция.

болевания. Безусловно, выявленные изменения кислородозависимого метаболизма в нейтрофилах крови могут способствовать нарушению реализации цитопатического эффекта клетки.

При этом первичная локализация опухолевого процесса сопровождается различным уровнем изменений в системе продукции АФК нейтрофилами крови у наблюдаемых нами пациентов. Так, нейтрофилы крови у больных ПКР характеризуются высоким базовым уровнем продукции первичных АФК без адекватного повышения способности нейтрофилов к усилению выработки первичных АФК в ответ на стимуляцию *in vitro*, о чем свидетельствует выраженная тенденция к уменьшению величины индекса активации клеток в ХЛ-тесте с люцигенином. В это же время у больных РМП до оперативного вмешательства наряду с повышением интенсивности про-

дукции супероксидных радикалов в нейтрофилах крови отмечается активация биохимических процессов, ответственных за продукцию вторичных АФК.

После хирургического лечения у больных ПКР наблюдается тенденция к нормализации уровня спонтанной продукции первичных АФК. Однако полного восстановления компенсаторных метаболических возможностей ферментных систем, ответственных за продукцию первичных АФК не происходит, поскольку сохраняется выраженная тенденция к снижению величины индекса активации нейтрофилов при люцигенин-зависимой ХЛ. Нейтрофилы крови у больных РМП в этот период наблюдения сохраняют высокую метаболическую активность АФК продуцирующих систем клетки как в начале цепи преобразования АФК, так и на этапе суммарного эффекта.

ТАБЛИЦА 2. ПОКАЗАТЕЛИ ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ НЕЙТРОФИЛОВ КРОВИ У БОЛЬНЫХ РАКОМ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ, Me [Q_{0,25} - Q_{0,75}]

Показатель	Контрольная группа (n = 56)		Больные до операции (n = 60)		Больные после операции (n = 46)	
	Люминол-зависимая ХЛ	Люцигенин-зависимая ХЛ	Люминол-зависимая ХЛ	Люцигенин-зависимая ХЛ	Люминол-зависимая ХЛ	Люцигенин-зависимая ХЛ
Спонтанная хемилюминесценция						
Tmax, сек.	505,50 [208,50-1502,50]	1989,00 [1624,00-2440,00]	1692,00 [1117,00-2110,00]	2171,00 [1872,00-2472,00]	1439,00 [673,50-2027,00] p ₁ < 0,05	2142,00 [1318,00-2206,00]
Imax, о.е. * 10 ³	6,67 [3,04-18,70]	1,22 [0,79-8,99]	7,08 [2,99-17,13]	9,12 [2,36-14,56] p ₂ < 0,01	14,92 [8,30-31,04] p ₁ < 0,05	14,50 [4,37-33,37] p ₂ < 0,01
S ₁ , о.е. * 10 ⁵	2,06 [1,23-4,60]	0,57 [0,36-1,93]	2,18 [0,85-12,45]	2,51 [0,51-6,31] p ₂ < 0,05	5,03 [1,58-11,89] p ₁ < 0,05	4,18 [0,66-9,93] p ₂ < 0,01
Индукцированная хемилюминесценция						
Tmax, сек.	1270,00 [862,00-1779,00]	1799,00 [719,00-2525,00]	1925,00 [11431,00-2079,00]	1540,00 [824,00-2138,00]	1663,50 [1284,50-1793,50]	1871,50 [1378,00-2111,00]
Imax, о.е. * 10 ³	10,54 [4,98-41,70]	1,94 [1,10-6,53]	24,15 [17,11-42,77] p ₁ < 0,05	10,76 [5,50-22,81] p ₂ < 0,01	23,76 [10,45-61,06] p ₁ < 0,05	23,48 [5,34-30,86] p ₂ < 0,05
S ₂ , о.е. * 10 ⁵	3,78 [1,53-9,40]	0,78 [0,53-3,21]	8,25 [3,31-18,80] p ₁ < 0,05	3,30 [1,40-7,00] p ₂ < 0,05	5,22 [1,75-49,88] p ₁ < 0,05	4,27 [1,27-19,70] p ₂ < 0,05
S ₂ /S ₁	1,87 [1,52-3,00]	1,65 [1,05-1,75]	3,14 [2,24-4,59] p ₁ < 0,05	1,98 [1,37-2,23]	1,92 [1,22-3,03]	1,72 [0,97-1,92]

Примечание. p – статистически значимые различия; ХЛ – хемилюминесценция.

При этом высокая продукция вторичных АФК может привести к перекисному окислению липидов клеточных мембран и отрицательно отразиться на функциональном состоянии клетки.

Заключение

Результаты проведенного исследования выявили изменения показателей ХЛ нейтрофилов периферической крови у больных ПКР и РМП в динамике заболевания. Особенности ХЛ-ответа нейтрофилов крови зависели от локализации опухолевого процесса. Изменения кислородно-

го метаболизма нейтрофилов крови у больных ПКР преимущественно затрагивают продукцию супероксидных радикалов, у больных РМП наблюдаются изменения не только на начальном этапе окислительных реакций, но и на уровне продукции вторичных АФК. В то же время компенсаторные метаболические возможности нейтрофилов крови в послеоперационном периоде быстрее восстанавливаются в группе больных РМП. Полученные нами данные, вероятно, необходимо учитывать при разработке реабилитационных программ в послеоперационном периоде у онкоурологических пациентов.

Список литературы / References

1. Комяков Б.К., Гулиев Б.Г., Сергеев А.В., Фадеев В.А., Ульянов А.Ю., Савашинский Я.С., Касьяненко С.С. Выживаемость больных раком мочевого пузыря после радикальной цистэктомии // Онкоурология, 2016. № 1. С. 29-36. [Komyakov B.K., Guliev B.G., Sergeev A.V., Fadeev V.A., Ulyanov A.Yu., Savashinskiy Ya.S., Kasyanenko S.S. The survival rate of patients with bladder cancer after radical cystectomy. *Onkourologiya = Oncourology*, 2016, Vol. 12, no. 1, pp. 29-36. (In Russ.)]
2. Злокачественные новообразования в России в 2015 году (заболеваемость и смертность) / Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2017. 250 с. [Malignancies in Russia in 2015 (morbidity and mortality) / Eds. Caprin A.D.,

Starinskiy V.V., Petrova G.V.]. Moscow: MNIOI n.a. P.A. Herzen – branch «NMIRTS» Russian Ministry of Health, 2017. 250 p.

3. Зуков Р.А., Дыхно Ю.А., Модестов А.А., Шкапова Е.А. Почечно-клеточный рак. Новосибирск: Наука, 2015. 244 с. [Zukov R.A., Dukhno Yu.A., Modestov A.A., Shkapova E.A. Renal cell carcinoma]. Novosibirsk: Science, 2015. 244 p.

4. Нестерова И.В., Колесникова Н.В., Чудилова Г. А., Ломтатидзе Л.В., Ковалева С.В., Евглевский А.А. Нейтрофильные гранулоциты: новый взгляд на «старых игроков» // Иммунология, 2015. № 4. С. 257-265. [Nesterova I.V., Kolesnikova N.V., Chudilova G.A., Lomtaticze L.V., Kovaleva S.V., Evglevskiy A.A. Neutrophil granulocytes: a new look at the «old players». *Immunologiya = Immunology*, 2015, no. 4, pp. 257-265. (In Russ.)]

5. Шкапова Е.А., Куртасова Л.М., Савченко А.А. Показатели люцигенин- и люминолзависимой хемилюминесценции нейтрофилов крови у больных раком почки // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 2010. Т. 149, № 2. С. 201-203. [Shkapova E.A., Kurtasova L.M., Savchenko A.A. Indicators lyutsigenin- and luminol chemiluminescence of blood neutrophils in patients with kidney cancer. *Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny = Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 2010, Vol. 149, no. 2, pp. 201-203. (In Russ.)]

6. Benbarek H., Ayad A., Deby-Dupont G., Boukraa L., Serateyn D. Modulatory effects of non-steroidal anti-inflammatory drugs on the luminol and lucigenin amplified chemiluminescence of equine neutrophils. *Vet. Res. Commun.*, 2012, Vol. 36, no. 1, pp. 29-33.

7. de Sole P., Lippa S., Lixxarru G. Whole blood chemiluminescence: a new technical approach to access oxygen-dependent microbial activity of granulocytes. *J. Clin. Lab. Autom.*, 1983, Vol. 3, pp. 391-400.

8. Di Carbo E., Forni G., Musiani P. Neutrophils in the antitumoral immune response. *Chem. Immunol. Allergy*, 2003, Vol. 83, pp. 182-286.

9. Kubota K., Saiwai H., Kumamaru H., Maeda T., Ohkawa Y., Aratani Y., Nagano T., Iwamoto Y., Okada S. Myeloperoxidase exacerbates secondary injury by generating highly reactive oxygen species and mediating neutrophil recruitment in experimental spinal cord injury. *Spine*, 2012, Vol. 37, no. 16, pp. 1363-1369.

10. Marcoux J., Man P., Petit-Haertlein I., Vives C., Forest E., Fieschi F. P47phox molecular activation for assembly of the neutrophil NADPH oxidase complex. *J. Biol. Chem.*, 2010, Vol. 285, no. 37, pp. 28980-28990.

11. Prokopowicz Z., Marcinkiewicz J., Katz D.R., Chain B.M. Neutrophil myeloperoxidase: soldier and statesman. *Arch. Immunol. Ther. Exp. (Warsz)*, 2010, Vol. 60, no. 2, pp. 43-54.

Авторы:

Куртасова Л.М. — д.м.н., профессор, кафедра клинической иммунологии ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, Россия

Зуков Р.А. — д.м.н., доцент, заведующий кафедрой онкологии и лучевой терапии с курсом ПО ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, Россия

Семенов Э.В. — аспирант кафедры онкологии и лучевой терапии с курсом ПО ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, Россия

Authors:

Kurtasova L.M., PhD, MD (Medicine), Professor, Department of Clinical Immunology, Krasnoyarsk State V.F. Voino-Yasenetsky Medical University, Krasnoyarsk, Russian Federation

Zukov R.A., PhD, MD (Medicine), Associate Professor, Head, Department of Oncology and Radiotherapy with the Course of Postgraduate Education, Krasnoyarsk State V.F. Voino-Yasenetsky Medical University, Krasnoyarsk, Russian Federation

Semenov E.V., Postgraduate Research Fellow, Department of Oncology and Radiotherapy with the Course of Postgraduate Education, Krasnoyarsk State V.F. Voino-Yasenetsky Medical University, Krasnoyarsk, Russian Federation

Поступила 08.10.2016
Принята к печати 12.10.2016

Received 08.10.2016
Accepted 12.10.2016