

МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ И ПАТОФИЗИОЛОГИЯ MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY AND PATHOPHYSIOLOGY

DOI: 10.29413/ABS.2019-4.1.8

Влияние женского феромона на функциональное состояние молодых мужчин

Литвинова Н.А., Бедарева А.В., Зубрикова К.Ю.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» (650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6, Россия)

Автор, ответственный за переписку: Литвинова Надежда Алексеевна, e-mail: nadyakemsu@mail.ru

Резюме

Проблема и цель. В современных исследованиях показано, что предъявление запаха самок перед заражением самцов вирусом гриппа активирует неспецифическую иммунную реакцию, тем самым защищая самцов мышей от заражения верхних дыхательных путей и снижая их смертность. Однако существует ли подобный адаптивный эффект воздействия женского полового феромона на мужчин, изучено не было. В связи с этим целью данной работы явилось изучение влияния запаха синтетического аналога натурального женского феромона – осмоферина – на функциональное состояние молодых мужчин, часто болеющих острыми респираторными (ОРЗ) и аллергическими заболеваниями.

Методология. Было проведено исследование воздействия осмоферина в течение четырёх недель на психоэмоциональное состояние, концентрацию гормонов (тестостерона, кортизола) и иммуноглобулинов (sIgA, общий IgG), процентное соотношение лейкоцитов в крови и индивидуальный запах юношей, более 4 раз в год болеющих ОРЗ или имеющих аллергическое заболевание. В исследовании приняли участие 117 юношей в возрасте 19–23 лет. Ольфакторное тестирование индивидуальных запаховых образцов юношей проводилось девушками (n = 32) в возрасте 18–22 лет.

Результаты. Было установлено, что женский феромон оказывает положительное влияние на функциональное состояние мужчин с различным состоянием иммунитета. Однако действие его обусловлено патогенезом заболевания. Применение осмоферина у мужчин со сниженным иммунитетом приводит к повышению активности, улучшению настроения, снижению тревожности, стабилизации уровня тестостерона. У мужчин с аллергическими заболеваниями такого эффекта не обнаружено. Но выявлено статистически значимое снижение содержания эозинофилов в 2 раза, что косвенно указывает на снижение активности отсроченной фазы аллергических реакций немедленного типа.

Заключение. Иммунная система функционирует по своим внутренним закономерностям и программам. Однако её деятельность в интересах целого организма интегрируется и регулируется нервной и эндокринной системами. Следовательно, модулирующее влияние на функцию иммунной системы можно оказывать опосредованно через предъявление феромонов.

Ключевые слова: острые респираторные заболевания, аллергические заболевания, осмоферин, гормоны, иммуноглобулины, лейкоцитарная формула

Для цитирования: Литвинова Н.А., Бедарева А.В., Зубрикова К.Ю. Влияние женского феромона на функциональное состояние молодых мужчин. *Acta biomedica scientifica*. 2019; 4(1): 50-58. doi: 10.29413/ABS.2019-4.1.8.

The Effect of Female Pheromone on the Functional State of Young Men

Litvinova N.A., Bedareva A.V., Zubrikova K.Yu.

Kemerovo State University (ul. Krasnaya 6, Kemerovo 650000, Russian Federation)

Corresponding author: Nadezhda A. Litvinova, e-mail: nadyakemsu@mail.ru

Abstract

Introduction. Modern studies show that the presentation of smell of female mice before male mice infection with the influenza virus activates non-specific immune response which protects male mice from infection of the upper respiratory tract and reducing their mortality. However the researches have not studied the adaptive effect of female sexual pheromone on men. The aim of this work was to study the effect of odor of synthetic analogue of natural female pheromone (Osmopherine) on the functional state of young men often suffering from acute respiratory infections (ARI) and allergic diseases.

Materials and methods. We studied four-week effect of Osmopherine on the psycho-emotional state, the concentration of hormones (testosterone, cortisol) and immunoglobulins (sIgA, total IgG), the percentage of leukocytes in the blood and the individual smell of young men, who have ARI more than 4 times a year or an allergic disease. The study involved 117 boys aged 19–23 years. Olfactory testing of individual odor samples of young men was carried out by young women (n = 32) aged 18–22 years.

Results. It was found that female pheromone has a positive effect on the functional state of men with different immune systems. However its effect is caused by the pathogenesis of the disease. Application of Osmopherine in men

with reduced immunity causes an increased activity, improved mood, reduced anxiety and stabilized testosterone level. Men with allergic diseases did not have the same effect. A significant 2 times decrease in the content of eosinophils was found, which indirectly indicates the decrease in the activity of the delayed phase of allergic reactions of immediate type.

Conclusion. *The immune system functions according to its internal laws and programs. However its activity for the benefit of the whole body is integrated and regulated by the nervous and endocrine systems. Therefore modulating effect on the functioning of the immune system can be mediated through the presentation of pheromones.*

Key words: *acute respiratory diseases, allergic diseases, osmopherine, hormones, immunoglobulins, leukocyte formula*

For citation: Litvinova N.A., Bedareva A.V., Zubrikova K.Yu. The effect of female pheromone on the functional state of young men. *Acta biomedica scientifica*. 2019; 4(1): 50-58. doi: 10.29413/ABS.2019-4.1.8.

Существует много факторов эндогенного и экзогенного характера, приводящих к снижению защитных сил организма и возникновению заболеваний. Известно, что характер и сила иммунного ответа зависит от пола индивидуума. По сравнению с женщинами, мужчины чаще болеют и тяжело переносят бактериальные, вирусные, грибковые и паразитарные инфекции. Это проявляется в менее устойчивом иммунном ответе на наличие инфекций и вакцинацию [1]. Объясняется подобное явление иммунодепрессивным влиянием андрогенов [2, 3]. В условиях плохой экологической обстановки, смены сезонов года и постоянных стрессов повышается значимость эмоционального состояния и уровня иммунной защиты организма человека.

В начале XXI века появилось большое количество работ, в которых показано влияние запаха половых феромонов на изменение свойств иммунной системы мышей [4]. У самцов мышей, которым предъявляли запах самок, усиливался спонтанный синтез иммуноглобулинов, а также уменьшалась смертность от ранений в результате столкновений с соседями по клетке. Оказалось, что запах самок усиливает в крови самцов синтез тромбоцитов, тем самым активируя процесс свёртываемости крови. В исследованиях Е.А. Литвиновой показано, что предъявление запаха самок перед заражением самцов вирусом гриппа активирует неспецифическую иммунную реакцию, тем самым защищая самцов мышей от заражения верхних дыхательных путей и снижая их смертность [5].

Влияние половых феромонов на организм человека до конца не изучено. Однако существуют исследования, которые доказывают, что женские феромоны могут оказывать значительные воздействия на эмоциональное и физическое состояние пожилых мужчин, снижая концентрацию кортизола и повышая уровень тестостерона [6].

Обучение студентов естественно-научного профиля связано не только с аудиторными занятиями, но и с полевой практикой. Одной из наиболее распространённых причин снижения посещаемости аудиторных занятий студентами является болезнь. В зимний период обучающиеся чаще всего болеют острыми респираторными заболеваниями. Одной из наиболее распространённых причин отсутствия студентов данного профиля на летней практике являются аллергические заболевания. Для устранения подобных проблем в процессе обучения мы исследовали воздействие женских феромонов на физиологическое состояние юношей-студентов естественно-научного профиля.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния запаха феромона Osmopherine – синтетического аналога натурального женского феромона

– на функциональное состояние молодых мужчин, часто болеющих ОРЗ, и мужчин с аллергическими заболеваниями. Работа поддержана грантами: грантом Российского фонда фундаментальных исследований № 16-34-00691 мол_а и научным внутривузовским грантом КемГУ-2017.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследования 117 юношей-добровольцев из числа студентов университета естественно-научного профиля (19–23 лет) проводились на базе лаборатории «Этология человека» Кемеровского государственного университета. Всем юношам было предложено заполнить анкету, разработанную в нашей лаборатории, которая содержала вопросы, связанные с образом жизни, половым опытом и наличием постоянных сексуальных отношений у участников исследования, влияющих на восприятие запахов [7, 8]. По результатам проведённого анкетирования все юноши были разделены на группы: по половому опыту – лица, имеющие постоянного полового партнёра, и лица, не имеющие постоянного партнёра; по состоянию здоровья – часто (более 4 раз в год) болеющие острыми респираторными заболеваниями (ОРЗ), страдающие аллергией и не имеющие хронических и острых заболеваний в течение года. Аллергические заболевания в основном были представлены ринитом, поллинозом и крапивницей, которые характеризуются протеканием воспалительных процессов реактивного типа [9]. Для изучения воздействия половых феромонов юношам с аллергическими реакциями и часто болеющим ОРЗ, в течение месяца предъявляли запах осмоферина. Осмоферин является коммерциализированным синтетическим аналогом женского феромона копулина, изготовленного Европейской лабораторией и распространяемого на территории России фирмой Parfume-Prestige M (ООО «АртБьюти»). В соответствии с информацией, предоставляемой компаниями, данное вещество состоит преимущественно из производных изовалериановой и масляной кислоты [10].

Перед началом проведения исследований у всех испытуемых был определён порог чувствительности к запахам по методике T. Hummel (2007) «Sniffin' Sticks» и оценена их индивидуальная чувствительность к запаху осмоферина [11].

Самая низкая концентрация осмоферина, которую распознавали юноши, составила 0,008%-й раствор. Пороговую концентрацию осмоферина добавили в крем на основе силиконового масла в соотношении 1:9 в соответствии с методикой, предложенной японскими учёными [6]. В дальнейшем юноши, часто болеющие ОРЗ и имеющие аллергические заболевания, в течение 4 недель ежедневно наносили на поверхность кожи перед

верхней губой либо крем с феромоном, либо только крем, т. е. «плацебо».

Обследование юношей, более 4 раз в год болеющих ОРЗ, проводилось зимой; обследование юношей, имеющих аллергические заболевания, – весной. У всех испытуемых перед началом и после второй, третьей и четвертой недели исследования оценивали психоэмоциональное состояние с использованием тестов САН и Спилберга – Ханина, методом иммуноферментного анализа определяли концентрацию гормонов (тестостерона, кортизола) и иммуноглобулинов (sIgA, общий IgG), проводили оценку процентного соотношения лейкоцитов в крови, а также сбор индивидуальных запаховых проб.

В конце исследования проводилось ольфакторное тестирование индивидуальных запаховых образцов юношей реципиентами. В качестве реципиентов выступали девушки ($n = 32$) в возрасте 18–22 лет.

Перед проведением ольфакторного тестирования запаховые образцы хранились при температуре -20°C , так как известно, что замораживание и размораживание не оказывает влияния на восприятие качества запахов [12]. За 2 часа до начала исследования образцы пота доставали из морозильной камеры, затем снова туда помещали [13]. Чтобы снизить влияние посторонних запахов на образцы, всех доноров и реципиентов просили перед исследованием не курить, не пить алкоголь, не есть острую и сильно пахнущую пищу, так как эти вещества могут изменить индивидуальный запах [14], а также не использовать ароматизированные гели для душа, дезодоранты и парфюмерию.

На каждом этапе исследования была собрана слюна для определения гормонов и иммуноглобулинов. Образцы слюны были центрифугированы на скорости 3000 об./мин в течение 15 мин. По 1 мл каждого образца помещались в пробирки фирмы Eppendorf и хранились при температуре -20°C . В образцах иммуноферментным методом с помощью коммерческого набора (Стероид ИФА-кортизол и Стероид ИФА-тестостерон; «Хема-Медика», Москва, Россия), обладающего достаточной чувствительностью, определяли содержание тестостерона и кортизола.

Оценка силы, привлекательности и ассоциации запахов проводилась по методике, предложенной нами в предыдущих работах [15].

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием пакета программ Statistica for Windows 6.0. В работе использовали двухфакторный дисперсионный анализ, t-критерий Стьюдента (для данных, имеющих нормальное распределение) и U-критерий Манна – Уитни (для данных, имеющих асимметричное распределение), чтобы сравнить между собой группы, в которых использовались осмоферин и плацебо.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам проведённых исследований было установлено, что юноши, имеющие постоянные отношения с девушкой, реже болеют острыми респираторными и аллергическими заболеваниями ($F_{1,112} = 22,2; p < 0,0001$ и $F_{1,112} = 60,9; p < 0,0001$ соответственно) и имеют более приятный индивидуальный запах (рис. 1).

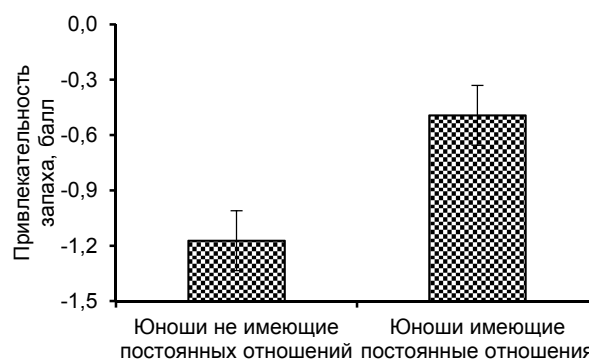


Рис. 1. Привлекательность запаха юношей, имеющих постоянные отношения с одной девушкой и не имеющих постоянных отношений ($p < 0,001$; t-критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони).

Fig. 1. The attractiveness of the odor of young men having permanent relationship with one girl, and of young men not having a permanent relationship ($p < 0.001$; Student t-test with Bonferroni correction).

Как следует из представленных данных (рис. 2), девушки на интуитивном уровне выбирают запахи здоровых молодых мужчин, предпочитая их больным ($F_{3,2140} = 28,9; p < 0,0001$).

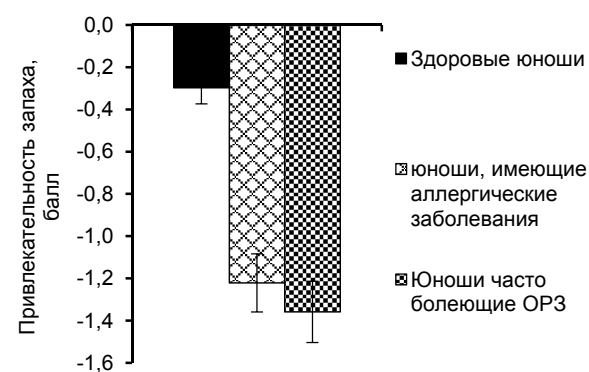


Рис. 2. Привлекательность индивидуального запаха здоровых юношей и юношей, имеющих заболевания: *** – $p < 0,0001$ (LSD-тест).

Fig. 2. The attractiveness of individual odor of healthy young men and of young men having diseases: *** – $p < 0.0001$ (LSD-test).

Влияние осмоферина на мужчин, часто болеющих острыми респираторными заболеваниями

В исследовании, опубликованном нами ранее, были проанализированы индивидуальные особенности юношей, болеющих острыми респираторными заболеваниями [16]. Одной группе юношей было предложено в течение четырёх недель ежедневно наносить на верхнюю губу крем, содержащий вазелин и осмоферин, второй группе – крем без осмоферина.

Анализ средних значений балла привлекательности запаха показал, что ольфакторная привлекательность молодых мужчин в результате использования женского феромона статистически значимо повысилась (рис. 3).

Установлено, что на балл привлекательности индивидуального запаха юношей до начала исследования влияло наличие у них хронических заболеваний ($Z = -3,39; p = 0,0006$). Причём после окончания исследования у юношей, использующих крем с осмоферином (вторая группа), хронические заболевания перестали влиять на оценки привлекательности их запаха для девушек ($Z = -0,64; p = 0,52$), в отличие от юношей, использовавших крем без

феромонов ($Z = -4,72; p < 0,0001$). Возможно, это связано с улучшением физиологического состояния юношей второй группы и отсутствием у них в период обследования ОРЗ.

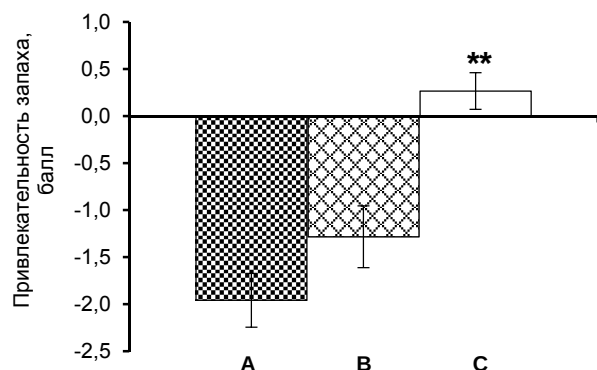


Рис. 3. Средняя оценка привлекательности образцов запаха юношей до применения осмоферина (А), первой (В) и второй (С) групп юношей после применения осмоферина: ** – $p < 0,001$ (LSD-тест), по сравнению другими запахами.

Fig. 3. Average assessment of the attractiveness of young men odor samples before the application of Osmopherine (A), and of young men of first (B) and second (C) groups after application of Osmopherine: ** – $p < 0,001$ (LSD test) compared to other odors.

До проведения исследования молодые мужчины характеризовались средним уровнем самочувствия и настроения, низким уровнем активности, средней интенсивностью и устойчивостью концентрации внимания. У них преобладали процессы возбуждения, и 50 % юношей имели хронические заболевания верхних дыхательных путей, кроме острых форм.

Было установлено, что юноши, использующие в течение месяца крем с женским феромоном, не болели в этот период ОРЗ, по сравнению с противоположной группой. У

всех мужчин снизился уровень ситуативной тревожности, произошло улучшение настроения и повышение активности в полтора раза, в отличие от группы юношей, не использовавших феромон (табл. 1). Полученные данные согласуются с работой А. Тамагавы (2008), в которой показано улучшение физиологического состояния и повышение активности у пожилых мужчин после применения в течение 5 недель осмоферина [6].

Статистически значимого изменения концентрации тестостерона и секреторного иммуноглобулина (sIgA) у молодых мужчин в ответ на использование крема с феромонами не наблюдалось. Средние значения данных показателей были в пределах общепринятой нормы (табл. 2).

Однако при детальном индивидуальном анализе установлено, что у мужчин после применения осмоферина происходит стабилизация уровня тестостерона: снижение очень высоких концентраций и повышение очень низких (рис. 4). У юношей первой группы такого эффекта не наблюдалось, уровень тестостерона ни у одного участника не изменился.

Вероятно, через стабилизацию уровня андрогена идёт опосредованное влияние на иммунитет организма. Например, в исследовании D. Furman (2014) показано, что у мужчин с высоким уровнем тестостерона наблюдается низкий иммунный ответ на антигены сезонной вакцины против гриппа [17]. Такая стабилизация уровня андрогенов и её косвенное влияние на иммунный ответ проявляются на качественных характеристиках запаха подмышечного пота мужчин.

Влияние осмоферина на функциональное состояние мужчин, имеющих аллергические заболевания

Аллергические заболевания – это широко распространённые патологии многофакторной природы.

Таблица 1
Концентрация тестостерона и секреторного иммуноглобулина в слюне у мужчин до и после применения осмоферина
Table 1
Concentration of testosterone and secretory immunoglobulin in men's saliva before and after application of osmopherine

Гормоны	До применения осмоферина (n = 20)	Через 2 недели (n = 10)	Через 4 недели (n = 10)
Тестостерон, нмоль/л	1,06 ± 0,16	0,95 ± 0,17	0,86 ± 0,07
Секреторный IgA, мкг/мл	170 ± 35	200 ± 46	154 ± 36

Примечание. Нормальные значения тестостерона – 0,2–1,16 нмоль/л, секреторного иммуноглобулина – 57–260 мкг/мл в слюне.

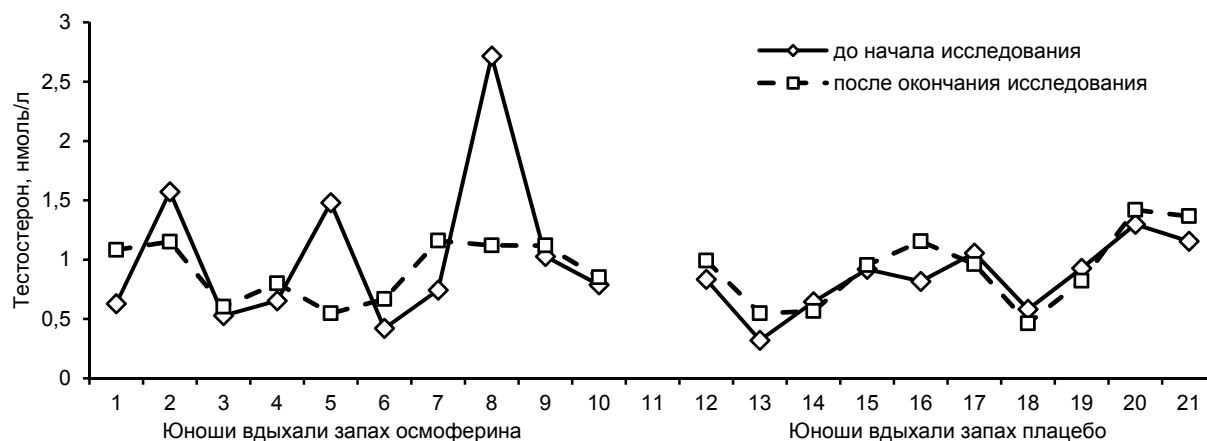


Рис. 4. Индивидуальное изменение уровня тестостерона у юношей, вдыхавших запах осмоферина и плацебо до и после исследования.
Fig. 4. Individual change in testosterone levels in young men of the first and second groups before and after the application of osmopherine.

Основой патогенеза является воспаление, связанное с взаимодействием лимфоцитов, дендритных клеток, эозинофилов и базофилов [18]. Клинические различия аллергических болезней связаны с анатомическими и гистологическими участками развития воспаления. Однако для всех аллергических заболеваний характерна общность механизмов аллергического воспаления.

В исследовании принимали участие 17 молодых мужчин, имеющих аллергические заболевания в возрасте от 18 до 24 лет. В основном у этих мужчин аллергические заболевания представлены аллергическим ринитом, поллинозом и крапивницей. Группа этих заболеваний характеризуется протеканием аллергических процессов реактивного типа [9]. Юноши не имели других хронических заболеваний. Данные молодые мужчины характеризовались высоким уровнем самочувствия и настроения, средним уровнем активности, умеренной личностной и ситуативной тревожностью. Для них была характерна уравновешенность процессов возбуждения и торможения. Эти юноши относились к экстравертированному типу людей с высоким уровнем нейротизма.

После проведения исследования не обнаружено статистически значимых отличий в изменении уровня самочувствия активности и настроения, уровня личностной и ситуативной тревожности.

Анализ средних значений балла привлекательности запаха показал, что ольфакторная привлекательность молодых мужчин первой и второй групп в результате использования женского феромона не изменилась. Статистически значимых отличий по баллу привлекательности между этими группами также не обнаружено (табл. 2).

До проведения исследования все мужчины, имеющие аллергические заболевания, характеризовались низким уровнем тестостерона, кортизола и общего иммуноглобулина (IgG) в слюне относительно нормальных значений. Уровень секреторного иммуноглобулина (sIgA) соответствовал норме, но имел большой разброс относительно индивидуумов в выборке (табл. 3).

Пониженный уровень кортизола (ниже нормы) может быть последствием течения самого аллергического заболевания. Известно, что у многих аллергических больных проявляются признаки патологии вегетативной нервной системы. Многими учёными были выдвинуты предположения о том, что парасимпатикотония способствует, а симпатикотония тормозит развитие аллергических реакций [19, 20, 21]. Однако анализ клинической картины аллергических заболеваний указывает на роль локальной дистонии обоих отделов вегетативной нервной системы. Влияние нервной системы в развитии аллергических реакций проявляется через активацию желез внутренней секреции, центры которых расположены в гипоталамусе. Аллергические реакции вызывают активацию гипоталамо-надпочечниковой системы. Эта реакция неспецифична, является реакцией на повреждение [9]. Повторное обострение аллергических процессов приводит к истощению этой системы. Поэтому у больных с длительно протекающими аллергическими заболеваниями всегда выявляется определённая степень недостаточности коры надпочечников [9].

Низкий уровень тестостерона обоснован процессом течения самой аллергической реакции. Роль половых гормонов в развитии и течении аллергических процессов подтверждена экспериментальными исследованиями на мышах. Например, показано, что удаление половых желез у самцов и самок мышей стимулирует развитие аллергических реакций замедленного типа. Клинические наблюдения у людей указывают на то, что при длительно протекающих аллергических заболеваниях у мужчин часто выявляется импотенция, а у женщин развиваются различные варианты нарушения функций яичников [9].

Класс иммуноглобулинов G самый обширный и считается основной группой антител, обеспечивающих организму вторичный иммунитет. Пониженный уровень этих антител указывает на ослабление иммунной защиты в результате истощения ресурсов организма при длительно протекающих аллергических процессах и на предрасположенность к инфекционным заболеваниям.

Таблица 2
Ольфакторная привлекательность мужчин первой и второй групп в зависимости от этапа применения осмоферина
Table 2
Olfactory attractiveness of men of the first and second groups depending on the stage of application of Osmopherine

Этап исследования	Первая группа (n = 8)	Вторая группа (n = 9)	t-критерий Стьюдента
До применения осмоферина	-0,72 ± 0,31	-0,32 ± 0,29	T = 0,94; p = 0,35
После применения осмоферина в течение месяца	-1,17 ± 0,39	-0,44 ± 0,31	T = 1,47; P = 0,14
t-критерий Стьюдента	T = 0,9; p = 0,37	T = 0,28; p = 0,78	

Таблица 3
Концентрация гормонов и иммуноглобулинов в слюне у мужчин с аллергическими заболеваниями до и после применения осмоферина
Table 3
Concentration of hormones and immunoglobulins in saliva of men with allergic diseases before and after application of Osmopherine

Показатели	До применения осмоферина (n = 17)	Через 4 недели		Норма
		первая группа (n = 8)	вторая группа (n = 9)	
Кортизол, нг/мл	0,76 ± 0,17	0,59 ± 0,11	0,97 ± 0,18	2,8–7,7
Тестостерон, нмоль/л	0,2 ± 0,07	0,06 ± 0,02	0,12 ± 0,03	0,2–1,16
Секреторный иммуноглобулин (sIgA), мкг/мл	123,14 ± 31,21	92,74 ± 70,5	100,8 ± 49,5	57–260
Общий иммуноглобулин (IgG),	6,05 ± 0,95	3,37 ± 0,8	6,97 ± 2,7	9,1–20,1

Примечание. Статистически значимых отличий не выявлено.

Лейкоцитарная формула мужчин с аллергическими заболеваниями до и после применения осмоферина

Таблица 4

Table 4

Leukocyte formula of men with allergic diseases before and after the application of Osmopherine

Показатели	До применения осмоферина (n = 17)	Через 4 недели		Норма
		первая группа (n = 8)	вторая группа (n = 9)	
Сегментоядерные нейтрофилы, %	55,94 ± 1,69	61,17 ± 2,52	57,38 ± 2,88	47–67
Палочкоядерные нейтрофилы, %	2,5 ± 0,41	1,6 ± 0,24	2,5 ± 0,63	2–4
Лимфоциты, %	33,69 ± 1,85	28,6 ± 1,6	32,25 ± 2,63	25–35
Моноциты, %	4,13 ± 0,44	4,6 ± 0,51	4,9 ± 0,52	2–6
Базофилы, %	0,25 ± 0,14	0,2 ± 0,02	0,13 ± 0,01	0–1
Эозинофилы, %	3,8 ± 0,47	1,6 ± 0,24	2,75 ± 0,41	0,5–5

Примечание. Статистически значимых отличий не выявлено.

Статистически значимых отличий средних значений показателей эндокринного и иммунного статуса после применения осмоферина на протяжении 4 недель не выявлено (табл. 3).

Лейкоцитарная формула мужчин, имеющих аллергические заболевания, до и после применения осмоферина соответствует норме (табл. 4). Эозинофилия – типичное состояние для аллергического воспаления.

Анализ процентного соотношения лейкоцитов в крови мужчин до и после применения осмоферина не выявил статистически значимых отличий, кроме количества эозинофилов (рис. 5). На 3-м и 4-м этапах (неделях) применения осмоферина наблюдается статистически значимое снижение эозинофилов в крови практически в 2 раза. Изменение количества эозинофилов указывает на снижение активности отсроченной фазы аллергических реакций немедленного типа в результате уменьшения количества вторичных медиаторов [9].

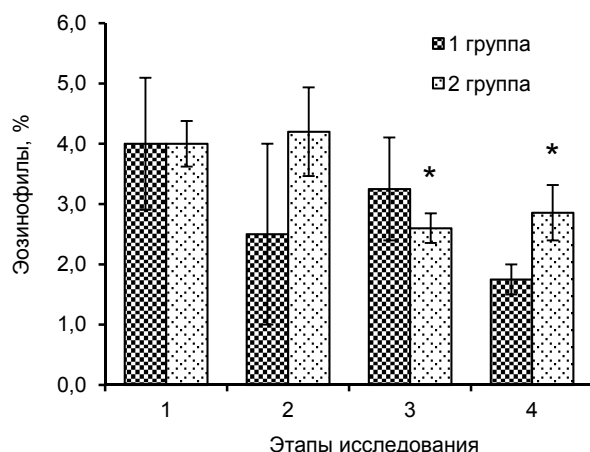


Рис. 5. Количество эозинофилов в крови у мужчин с аллергическими заболеваниями на разных этапах исследования: * – статистически значимые отличия от 2-го этапа исследования при $p < 0,05$ (LSD-тест).

Fig. 5. Number of eosinophils in the blood of men with allergic diseases at different stages of the study: * – statistically significant differences from the second stage of the study ($p < 0.05$; LSD test).

Таким образом, женский феромон оказывает положительное влияние на функциональное состояние мужчин с различным состоянием иммунитета. Однако действие его обусловлено патогенезом заболевания. Например, применение осмоферина у мужчин со сниженным имму-

нитетом (часто болеющих ОРЗ) приводит к повышению активности, улучшению настроения, снижению тревожности, стабилизации уровня тестостерона. У мужчин с аллергическими заболеваниями такого эффекта не обнаружено, но выявлено статистически значимое снижение содержания эозинофилов в 2 раза, что косвенно указывает на снижение активности отсроченной фазы аллергических реакций немедленного типа.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Существенный вклад в поведенческую защиту от инфекционных заболеваний у животных вносит их способность распознавать запах заражённых конспецификов [22]. Причём данное поведение животных связано с изменением запаха тела в результате активации неспецифической иммунной системы [18]. Для человека, как и для многих других видов млекопитающих, хемосигналы играют значительную роль в социальном взаимодействии [15, 23, 24, 25]. В настоящее время запахи рассматривают как дополнительный сигнальный фактор, формирующий сексуальные мотивации [26, 27, 28]. Способность человека распознавать наличие инфекционного заболевания посредством хемосигналов практически не изучена, однако современные исследования указывают на то, что люди могут диссоциировать запахи больных и здоровых людей [29]. В большинстве случаев запах больного человека характеризуется как нездоровый и неприятный, вызывающий отвращение. Изменение запаха тела заключается в том, что формируется «сигнал болезни», отражающий врождённую иммунную реакцию и активацию гипоталамо-гипофизарно-адреналовой системы [30, 31]. Привлекательность запаха может сигнализировать об иммунной устойчивости организма [32]. Избегание инфекции является важнейшей движущей силой полового отбора [2, 3, 33]. В настоящем исследовании выявлено, что инфекционный статус мужчин-доноров запаховых образцов вносит определённый вклад в формирование их индивидуального запаха ($F_{2,62} = 4,13$; $p = 0,02$). Когда же речь идёт о распознавании больных индивидуумов, запахи прочитываются как комплексный сигнал. Известно, что аксиальные запахи не являются простыми побочными продуктами метаболизма. Они формируются сложным взаимодействием между специфическими железами, секретлируемыми аминокислотными конъюгатами высокоспецифических одорантов и селективными ферментами, присутствующими в микроорганизмах, колонизирующих нашу кожу [34]. Предположительно наличие заболевания приводит к продукции большими особями

летучих компонентов с аттрактивными и репеллентными свойствами, оказывая иммуносупрессивное воздействие на интактных особей [35].

Действительно, в нашем случае было обнаружено репеллентное влияние запаха мужчин, часто болеющих остро респираторными заболеваниями, что объясняется формированием «сигнала болезни», отражающего активацию системы врождённого иммунитета [29].

В настоящем исследовании установлено, что применение женского феромона – осмоферина – в течение месяца молодыми людьми со сниженным иммунитетом (часто болеющими ОРЗ) привело к увеличению их ольфакторной привлекательности, по сравнению с контрольной группой и состоянием до применения феромона. У этих мужчин статистически значимо снизился уровень ситуативной тревожности, произошло улучшение настроения и повышение активности в полтора раза, в отличие от контрольной группы. Полученные данные согласуются с работой А. Тамагавы (2008), в которой показано улучшение физиологического состояния и повышение активности у пожилых мужчин после применения осмоферина в течение 5 недель [6]. У исследуемых мужчин при применении осмоферина происходит стабилизация уровня тестостерона в слюне: снижение очень высоких концентраций и повышение очень низких. Во многих работах показано увеличение тестостерона и снижение кортизола в слюне у мужчин в результате воздействия женских феромонов – копулинов [6]. Известно, что существует взаимосвязь привлекательности запаха подмышечного пота с концентрацией тестостерона в слюне. Запах мужчин с низким и высоким уровнем тестостерона оценивается как непривлекательный. Высокие оценки субъективной привлекательности девушки выставляют запаховым образцам мужчин с уровнем тестостерона, соответствующим нормальным значениям. В нашем случае группа исследуемых мужчин в среднем характеризовалась концентрацией тестостерона, соответствующей норме, и повышение уровня андрогенов привело бы к уменьшению ольфакторной привлекательности, что биологически нецелесообразно.

Кроме того, стабилизация уровня тестостерона, является косвенным показателем улучшения иммунного ответа. Известно, что андрогены обладают иммунодепрессивным влиянием [2, 3]. Например, в исследовании D. Furman (2014) показано, что у мужчин с высоким уровнем тестостерона наблюдается низкий иммунный ответ на антитела сезонной вакцины против гриппа.

У молодых мужчин с аллергическими заболеваниями применение осмоферона не привело к изменению уровня самочувствия активности и настроения, уровня личностной и ситуативной тревожности. Анализ средних значений балла привлекательности запаха показал, что ольфакторная привлекательность молодых мужчин в результате использования женского феромона не изменилась.

Однако после воздействия феромона снизился уровень эозинофилов. Данное изменение указывает на снижение активности отсроченной фазы аллергических реакций немедленного типа в результате уменьшения количества вторичных медиаторов [9].

Отсутствие изменений ольфакторной привлекательности у молодых мужчин с аллергическими заболеваниями связано с этиологией самой аллергии. Аллергические заболевания – это широко распространённые патологии многофакторной природы. Для всех аллергических за-

болеваний характерна общность механизмов – аллергического, связанного с взаимодействием лимфоцитов, дендритных клеток, эозинофилов и базофилов [18]. Аллергические заболевания имеют наследственную основу. Чаще всего они проявляются в виде атопии – врождённой индивидуальной или семейной тенденции к продукции повышенного уровня IgE в ответ на малые дозы аллергенов – и развития типичных симптомов заболеваний [37]. Современные исследования указывают на наличие генов аллергического воспаления [38]. В настоящее время установлены синтропные гены бронхиальной астмы, атопического дерматита, аллергического ринита, поллиноза, пищевой и лекарственной аллергии, крапивницы и уровня IgE: TNF, IL13, IL4, IL4R, TGFB1, MS4A2, HLA-DRB1, HLA-DQB1, HLA-DQA1, CD14 и другие [39].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, женский феромон оказывает воздействие на психоэмоциональное состояние молодых мужчин, активирует гипоталамо-гипофизарно-гонадную систему через нормализацию уровня андрогенов. Степень и характер воздействия феромона связаны с изначальным состоянием иммунной системы. Иммунная система функционирует по своим внутренним закономерностям и программам. Однако её деятельность в интересах целого организма интегрируется и регулируется нервной и эндокринной системами. Следовательно, модулирующее влияние на функцию иммунной системы можно оказывать опосредованно через них, что можно осуществить, через предьявление феромонов (улучшение психоэмоционального состояния юношей, стабилизация уровня тестостерона и снижение уровня эозинофилов).

Работа поддержана внутривузовским научным грантом программы развития КемГУ и грантом РФФИ № 16-34-00691 мол_а

ЛИТЕРАТУРА

1. Klein SL, Poland GA. Personalized vaccinology: One size and dose might not fit both sexes. *Vaccine*. 2013; 31(23): 2599-2600. doi: 10.1016/j.vaccine.2013.02.070.
2. Pennell LM, Galligan CL, Fish EN. Sex affects immunity. *J Autoimmun*. 2012; 38(2-3): 282-291. doi: 10.1016/j.jaut.2011.11.013.
3. Sakiani S, Olsen NJ, Kovacs WJ. Gonadal steroids and humoral immunity. *Nat Rev Endocrinol*. 2013; 9: 56-62. doi: 10.1038/nrendo.2012.206.
4. Мошкин М.П., Герлинская Л.А., Евсиков В.И. Иммунная система и реализация поведенческих стратегий размножения при паразитарных стрессах. *Журнал общей биологии*. 2003; 64(1): 23-44.
5. Litvinova EA, Goncharova EP, Zaydman AM, Zenkova MA, Moshkin MP. Female scent signals enhance the resistance of male mice to influenza. *PLoS One*. 2010; 5(3): e9473. doi: 10.1371/journal.pone.0009473.
6. Tamagawa A, Gerlinskaya LA, Nagatomi R, Moshkin MP. Female pheromone and physical exercise improve endocrine status in elderly Japanese men. *Anti-Aging Medicine*. 2008; 5(6): 57-62. doi: https://doi.org/10.3793/jaam.5.57.
7. Бедарева А.В., Иванов В.И., Литвинова Н.А., Могилина А.А., Зубрикова К.Ю. Особенности юношей с низкой и высокой чувствительностью к запахам противоположного пола. *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2011; 2(14): 65-72.
8. Litvinova NA, Bulatova OV, Traskovsky VV, Zubrikova KY. Differences in brain activity during olfactory testing of female body odors between young men with and without sexual experience. *Hum Physiol*. 2017; 43(3): 345-352. doi: 10.1134/S0362119717020116.

9. Пыцкий В.И., Адрианова Н.В., Артомасова А.В. *Аллергические заболевания*. М.: Медицина; 1991.
10. Kirk-Smith M, Booth D, Canol D, Davies P. Human sexual attitudes affected by androstenol. *Res Comm Psychol Psychiatr Behav*. 1978; 3(4): 379-384.
11. Hummel T, Kobal G, Gudziol H, Mackay-Sim A. Normative data for the 'Sniffin' sticks' including tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds: an upgrade based on a group of more than 3,000 subjects. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2007; 264(3): 237-243. doi: 10.1007/s00405-006-0173-0.
12. Lenochova P, Roberts SC, Havlicek J. Methods of human BO sampling: the effect of freezing. *Chem Senses*. 2008. 34(2): 127-138. doi: <https://doi.org/10.1093/chemse/bjn067>.
13. Allen C, Havlicek J, Roberts SC. Effect of fragrance use on discrimination of individual body odor. *Front Psychol*. 2015; 6: 1115. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01115.
14. Fialová J, Roberts SC, Havlicek J. Consumption of garlic positively affects hedonic perception of axillary body odour. *Appetite*. 2016; 97(1): 8-15. doi: 10.1016/j.appet.2015.11.001.
15. Мошкин М.П., Литвинова Н.А., Бедарева А.В., Бедарев М.С., Литвинова Е.А., Герлинская Л.А. Запах как элемент субъективной оценки привлекательности юношей и девушек. *Журнал эволюционной биохимии и физиологии*. 2011; 47(1): 62-72.
16. Литвинова Н.А., Бедарева А.В., Зубрикова К.Ю., Разоренова Ю.Ю., Кучко Т.И. Влияние женского феромона на уровень здоровья и функциональное состояние юношей. *Вестник Кемеровского государственного университета*. 2014; 3(3): 16-20. doi: 10.21603/2078-8975-2014-3-16-20.
17. Furman RR, Sharman JP, Coutre SE, Cheson BD, Pagel JM, Hillmen P, et al. Idelalisib and rituximab in relapsed chronic lymphocytic leukemia. *N Engl J Med*. 2014; 370(11): 997-1007. doi: 10.1056/NEJMoa1315226.
18. Barnes PJ. Pathophysiology of allergic inflammation. *Immunol Rev*. 2011; 242(1): 31-50. doi: 10.1111/j.1600-065X.2011.01020.x.
19. Корнева Е.К., Клименко В.М., Шхимек В.К. *Нейрогуморальное обеспечение иммунного гомеостаза*. Л.: Наука; 1978.
20. Lissoni P, Rovelli F, Vigore L, Messina G, Lissoni A, Porro G, et al. How to monitor the neuroimmune biological response in patients affected by immune alteration-related systemic diseases. *Psychoneuroimmunology. Methods in Molecular Biology*. NY: Humana Press; 2018; 1781: 171-191. doi: 10.1007/978-1-4939-7828-1_10.
21. Song J, Tanida M, Shibamoto T, Zhang T, Wang M, Kuda Y, et al. The role of lumbar sympathetic nerves in regulation of blood flow to skeletal muscle during anaphylactic hypotension in anesthetized rats. *PLoS One*. 2016; 11(3): e0150882. doi: 10.1371/journal.pone.0150882 2016.
22. Kavaliers M, Choleris E, Agmo A, Braun WJ, Colwell DD, Muglia LJ, et al. Inadvertent social information and the avoidance of parasitized male mice: A role for oxytocin. *Proceeding of the National Academy of Sciences of USA*. 2006; 10: 4293-4298. doi: 10.1073/pnas.0600410103.
23. Bhutta MF. Sex and the nose: human pheromonal responses. *J RSoc Med*. 2007; 100(6): 268-274. doi: 10.1177/014107680710000612.
24. Gaby JM, Zayas V. Smelling is telling: human olfactory cues influence social judgments in semi-realistic interactions. *Chem Sens*. 2017; 42: 405-418. doi: 10.1093/chemse/bjx012.
25. Oren C, Shamay-Tsoory SG. Preliminary evidence of olfactory signals of women's fertility increasing social avoidance behavior towards women in pair-bonded men. *Sci Rep*. 2017; 7(1): 11056. doi: 10.1038/s41598-017-11356-0.
26. Grammer K, Fink B, Neave N. Human pheromones and sexual attraction. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2005; 118(2): 135-142. doi: 10.1016/j.ejogrb.2004.08.010.
27. Hanser HI, Faure P, Robert-Hazotte A, Artur Y, Duchamp-Viret P, Coureaud G, et al. Odorant-odorant metabolic interaction, a novel actor in olfactory perception and behavioral responsiveness. *Sci Rep*. 2017; 7(1): 10219. doi: 10.1038/s41598-017-10080-z.
28. White TL, Cunningham C. Sexual preference and the self-reported role of olfaction in mate selection. *Chem Percept*. 2017; 10(1-2): 31-41. doi: 10.1007/s12078-017-9223-9.
29. Olsson MJ, Lundström JN, Kimball BA, Gordon AR, Karshikoff B, Hosseini N, et al. The scent of disease: human body odor contains an early chemosensory cue of sickness. *Psychol Sci*. 2014; 25(3): 817-823. doi: 10.1177/0956797613515681.
30. Grigoleit JS, Kullmann JS, Wolf OT, Hammes F, Wegner A, Jablonowski S, et al. Dose-dependent effects of endotoxin on neurobehavioral functions in humans. *PLoS One*. 2011; 6(12): e28330. doi: 10.1371/journal.pone.0028330.
31. Neto MF, Nguyen QH, Marsili J, McFall SM, Voisine C. The nematode *Caenorhabditis elegans* displays a chemotaxis behavior to tuberculosis-specific odorants. *J Clin Tubercul Other Mycobacterial Dis*. 2016; 4: 44-49. doi: 10.1016/j.jctube.2016.06.001.
32. Oberzaucher E, Grammer K. Immune reactivity and attractiveness. *Gerontology*. 2010; 56(6): 521-524. doi: 10.1159/000265559.
33. Heil M. Host manipulation by parasites: cases, patterns, and remaining doubts. *Front Ecol Evol*. 2016; 4: 80. doi: 10.3389/fevo.2016.00080.
34. Vyas A. Parasite-augmented mate choice and reduction in innate fear in rats infected by *Toxoplasma gondii*. *J Exp Biol*. 2013; 216(1): 120-126. doi: 10.1242/jeb.072983.
35. Milinski M, Croy I, Hummel T, Boehm T. Reply to a human chemosensory modality to detect peptides in the nose? *Proc R Soc B*. 2014; 281: 20132816. doi: 10.1098/rspb.2013.2816.
36. Суринов Б.П., Исаева В.Г., Карпова Н.А. Иммуноstimулирующая хемосигнализация у животных при вторичных иммунодефицитных состояниях. *Доклады Академии наук*. 2008; 418(2): 282-285.
37. Johansson SG, Bieber T, Dahl R, Friedmann PS, Lanier BQ, Lockey RF, et al. Revised nomenclature for allergy for global use: Report of the Nomenclature Review Committee of the World Allergy organization. *J Allergy Clin Immunol*. 2004; 113(5): 832-836. doi: 10.1016/j.jaci.2003.12.591.
38. Zhang AH, Wang SX. Saliva metabolomics opens door to biomarker discovery, disease diagnosis, and treatment. *Appl Biochem Biotechnol*. 2012; 168: 1718-1727. doi: 10.1007/s12010-012-9891-5.
39. Смольникова М.В., Фрейдин М.Б., Смирнова С.В. Гены цитокинов как генетические маркеры атопической бронхиальной астмы с контролируемым и неконтролируемым течением. *Медицинская иммунология*. 2017; 19(5): 605-614. doi: 10.15789/1563-0625-2017-5-605-614.

REFERENCES

1. Klein SL, Poland GA. Personalized vaccinology: One size and dose might not fit both sexes. *Vaccine*. 2013; 31(23): 2599-2600. doi: 10.1016/j.vaccine.2013.02.070.
2. Pennell LM, Galligan CL, Fish EN. Sex affects immunity. *J Autoimmun*. 2012; 38(2-3): 282-291. doi: 10.1016/j.jaut.2011.11.013.
3. Sakiani S, Olsen NJ, Kovacs WJ. Gonadal steroids and humoral immunity. *Nat Rev Endocrinol*. 2013; 9: 56-62. doi: 10.1038/nrendo.2012.206.
4. Moshkin MP, Gerlinskaya LA, Evisikov VI. Immune system and behavioral reproduction strategies at parasitogenic stress. *Zhurnal obshchey biologii*. 2003; 64(1): 23-44. (In Russ.)
5. Litvinova EA, Goncharova EP, Zaydovsky AM, Zenkova MA, Moshkin MP. Female scent signals enhance the resistance of male mice to influenza. *PLoS One*. 2010; 5(3): e9473. doi: 10.1371/journal.pone.0009473.
6. Tamagawa A, Gerlinskaya LA, Nagatomi R, Moshkin MP. Female pheromone and physical exercise improve endocrine status in elderly Japanese men. *Anti-Aging Medicine*. 2008; 5(6): 57-62. doi: <https://doi.org/10.3793/jaam.5.57>.
7. Bedareva AV, Ivanov VI, Litvinova NA, Mogilina AA, Zubrikova KY. Peculiarities of young males with low and high sensitivity to female body odors. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*. 2011; 2(14): 65-72. (In Russ.)
8. Litvinova NA, Bulatova OV, Traskovskiy VV, Zubrikova KY. Differences in brain activity during olfactory testing of female body odors between young men with and without sexual experience. *Hum Physiol*. 2017; 43(3): 345-352. doi: 10.1134/S0362119717020116.

9. Pytskiy VI, Adrianova NV, Artomasova AV. *Allergic diseases*. M.: Meditsina; 1991. (In Russ.)
10. Kirk-Smith M, Booth D, Canol D, Davies P. Human sexual attitudes affected by androstenol. *Res Comm Psychol Psychiatr Behav*. 1978; 3(4): 379-384.
11. Hummel T, Kobal G, Gudziol H, Mackay-Sim A. Normative data for the 'Sniffin' sticks' including tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds: an upgrade based on a group of more than 3,000 subjects. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2007; 264(3): 237-243. doi: 10.1007/s00405-006-0173-0.
12. Lenochova P, Roberts SC, Havlicek J. Methods of human BO sampling: the effect of freezing. *Chem Senses*. 2008. 34(2): 127-138. doi: <https://doi.org/10.1093/chemse/bjn067>.
13. Allen C, Havlicek J, Roberts SC. Effect of fragrance use on discrimination of individual body odor. *Front Psychol*. 2015; 6: 1115. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01115.
14. Fialová J, Roberts SC, Havlicek J. Consumption of garlic positively affects hedonic perception of axillary body odour. *Appetite*. 2016; 97(1): 8-15. doi: 10.1016/j.appet.2015.11.001.
15. Moshkin MP, Litvinova NA, Bedareva AV, Bedarev MS, Litvinova EA, Gerlinskaya LA. Odor as an element of subjective assessment of an attractiveness of young females and males. *Zhurnal evolyutsionnoy biokhimii i fiziologii*. 2011; 47(1): 62-72. (In Russ.)
16. Litvinova NA, Bedareva AV, Zubrikova KYu, Razorenova YuYu, Kuchko TI. Effect of female pheromone on the health and functional state of young males. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2014; 3(3): 16-20. doi: 10.21603/2078-8975-2014-3-16-20. (In Russ.)
17. Furman RR, Sharman JP, Coutre SE, Cheson BD, Pagel JM, Hillmen P, et al. Idelalisib and rituximab in relapsed chronic lymphocytic leukemia. *N Engl J Med*. 2014; 370(11): 997-1007. doi: 10.1056/NEJMoa1315226.
18. Barnes PJ. Pathophysiology of allergic inflammation. *Immunol Rev*. 2011; 242(1): 31-50. doi: 10.1111/j.1600-065X.2011.01020.x.
19. Korneva EK, Klimenko VM, Shkhimek VK. *Neurohumoral support of immune homeostasis*. L.: Nauka; 1978. (In Russ.)
20. Lissoni P, Rovelli F, Vigore L, Messina G, Lissoni A, Porro G, et al. How to monitor the neuroimmune biological response in patients affected by immune alteration-related systemic diseases. *Psychoneuroimmunology. Methods in Molecular Biology*. NY: Humana Press; 2018; 1781: 171-191. doi: 10.1007/978-1-4939-7828-1_10.
21. Song J, Tanida M, Shibamoto T, Zhang T, Wang M, Kuda Y, et al. The role of lumbar sympathetic nerves in regulation of blood flow to skeletal muscle during anaphylactic hypotension in anesthetized rats. *PLoS One*. 2016; 11(3): e0150882. doi: 10.1371/journal.pone.0150882 2016.
22. Kavaliers M, Choleris E, Agmo A, Braun WJ, Colwell DD, Muglia LJ, et al. Inadvertent social information and the avoidance of parasitized male mice: A role for oxytocin. *Proceeding of the National Academy of Sciences of USA*. 2006; 10: 4293-4298. doi: 10.1073/pnas.0600410103.
23. Bhutta MF. Sex and the nose: human pheromonal responses *J R Soc Med*. 2007; 100(6): 268-274. doi: 10.1177/014107680710000612.
24. Gaby JM, Zayas V. Smelling is telling: human olfactory cues influence social judgments in semi-realistic interactions. *Chem Sens*. 2017; 42: 405-418. doi: 10.1093/chemse/bjx012.
25. Oren C, Shamay-Tsoory SG. Preliminary evidence of olfactory signals of women's fertility increasing social avoidance behavior towards women in pair-bonded men. *Sci Rep*. 2017; 7(1): 11056. doi: 10.1038/s41598-017-11356-0.
26. Grammer K, Fink B, Neave N. Human pheromones and sexual attraction. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2005; 118(2): 135-142. doi: 10.1016/j.ejogrb.2004.08.010.
27. Hanser HI, Faure P, Robert-Hazotte A, Artur Y, Duchamp-Viret P, Coureaud G, et al. Odorant-odorant metabolic interaction, a novel actor in olfactory perception and behavioral responsiveness. *Sci Rep*. 2017; 7(1): 10219. doi: 10.1038/s41598-017-10080-z.
28. White TL, Cunningham C. Sexual preference and the self-reported role of olfaction in mate selection. *Chem Percept*. 2017; 10(1-2): 31-41. doi: 10.1007/s12078-017-9223-9.
29. Olsson MJ, Lundström JN, Kimball BA, Gordon AR, Karshikoff B, Hosseini N, et al. The scent of disease: human body odor contains an early chemosensory cue of sickness. *Psychol Sci*. 2014; 25(3): 817-823. doi: 10.1177/0956797613515681.
30. Grigoleit JS, Kullmann JS, Wolf OT, Hammes F, Wegner A, Jablonowski S, et al. Dose-dependent effects of endotoxin on neurobehavioral functions in humans. *PLoS One*. 2011; 6(12): e28330. doi: 10.1371/journal.pone.0028330.
31. Neto MF, Nguyen QH, Marsili J, McFall SM, Voisine C. The nematode *Caenorhabditis elegans* displays a chemotaxis behavior to tuberculosis-specific odorants. *J Clin Tubercul Other Mycobacteriol Dis*. 2016; 4: 44-49. doi: 10.1016/j.jctube.2016.06.001.
32. Oberzaucher E, Grammer K. Immune reactivity and attractiveness. *Gerontology*. 2010; 56(6): 521-524. doi: 10.1159/000265559.
33. Heil M. Host manipulation by parasites: cases, patterns, and remaining doubts. *Front Ecol Evol*. 2016; 4: 80. doi: 10.3389/fevo.2016.00080.
34. Vyas A. Parasite-augmented mate choice and reduction in innate fear in rats infected by *Toxoplasma gondii*. *J Exp Biol*. 2013; 216(1): 120-126. doi: 10.1242/jeb.072983.
35. Milinski M, Croy I, Hummel T, Boehm T. Reply to a human chemosensory modality to detect peptides in the nose? *Proc R Soc B*. 2014; 281: 20132816. doi: 10.1098/rspb.2013.2816.
36. Surinov BP, Isaeva VG, Karpova NA. Immune stimulating chemosignalling system in animals with secondary immune deficiency. *Doklady Akademii nauk*. 2008; 418(2): 282-285. (In Russ.)
37. Johansson SG, Bieber T, Dahl R, Friedmann PS, Lanier BQ, Lockett RF, et al. Revised nomenclature for allergy for global use: Report of the Nomenclature Review Committee of the World Allergy organization. *J Allergy Clin Immunol*. 2004; 113(5): 832-836. doi: 10.1016/j.jaci.2003.12.591.
38. Zhang AH, Wang SX. Saliva metabolomics opens door to biomarker discovery, disease diagnosis, and treatment. *Appl Biochem Biotechnol*. 2012; 168: 1718-1727. doi: 10.1007/s12010-012-9891-5.
39. Smolnikova MV, Freidin MB, Smirnova SV. Cytokines genes as genetic markers for atopic bronchial asthma with controlled and uncontrolled course. *Meditsinskaya immunologiya*. 2017; 19(5): 605-614. doi: 10.15789/1563-0625-2017-5-605-614. (In Russ.)

Сведения об авторах

Литвинова Надежда Алексеевна – доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», e-mail: nadyakemsu@mail.ru <http://orcid.org/0000-0003-2719-344X>

Бедарева Алена Владимировна – кандидат биологических наук, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», e-mail: leona511@mail.ru <http://orcid.org/0000-0002-6068-5473>

Зубрикова Ксения Юрьевна – ассистент, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», e-mail: ksenka2010zubr@mail.ru <http://orcid.org/0000-0003-1091-8491>

Information about the authors

Nadezhda A. Litvinova – Dr. Sc. (Biol.), Professor, Kemerovo State University, e-mail: nadyakemsu@mail.ru <http://orcid.org/0000-0003-2719-344X>

Alena V. Bedareva – Cand. Sc. (Biol.), Senior Lecturer, Kemerovo State University, e-mail: leona511@mail.ru <http://orcid.org/0000-0002-6068-5473>

Ksenia Yu. Zubrikova – Teaching Assistant, Kemerovo State University, e-mail: ksenka2010zubr@mail.ru <http://orcid.org/0000-0003-1091-8491>