

УДК 574.24: 57.026: 57.017.55

**ХЕМОКОММУНИКАЦИЯ У ЛЮДЕЙ И ВОЗМОЖНОСТИ НЕИНВАЗИВНОЙ ОЦЕНКИ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И ПСИХОСОЦИАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ
НА ОСНОВЕ ЛЕТУЧИХ ПРОДУКТОВ МЕТАБОЛИЗМА**

*Н. А. Литвинова, А. В. Бедарева, О. В. Булатова, К. Ю. Зубрикова, А. А. Могиллина,
В. В. Трасковский, Ю. Ю. Разорёнова, А. В. Цепокينا*

**CHEMOCOMMUNICATION AT HUMANS AND THE POSSIBILITY OF NON-INVASIVE ASSESSMENT
OF THEIR FUNCTIONAL AND PSYCHOSOCIAL STATE ON THE BASIS OF VOLATILE METABOLISM
PRODUCTS**

*N. A. Litvinova, A. V. Bedareva, O. V. Bulatova, K. Yu. Zubrikova, A. A. Mogilina, V. V. Traskovsky,
Yu. Yu. Razorenova, A. V. Tsepokina*

Работа выполнена на кафедре физиологии человека и животных и валеологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, г. Кемерово.

У 155 юношей и 128 девушек, которые были донорами и реципиентами запаховых проб, исследована субъективная оценка интенсивности и привлекательности запаха пота, собранного в подмышечной впадине на фильтровальную бумагу. Выявлена роль запаховых сигналов в невербальной коммуникации людей. Исследован вклад в изменчивость субъективных оценок запаховой привлекательности людей различных факторов, связанных с психофизиологическими и иммуно-эндокринными особенностями доноров и реципиентов запаховых сигналов, генетическими особенностями, состоянием здоровья, включая зараженность инфекциями, передающимися половым путем, и психоэмоционального стресса. На основании оценок взаимозависимостей запаховой привлекательности от HLA генотипа доноров и реципиентов запаха проанализировано значение этого генетического фактора в подборе брачных пар в популяции.

Subjective estimation of intensity and attractiveness of the odor of sweat collected in axillary pits on filter paper is investigated at 155 young males and 128 young females who were both donors and recipients of odor samples. The role of odor signals in humans' nonverbal communications is detected. The impact of various factors, bound to psychophysiological and immuno-endocrine characteristics of odor signals donors and recipients, their genetic characteristics, and the state of their health, including sexually-transmitted infections and psychoemotional stress, on the variability of the subjective estimation of people's odors attractiveness is investigated. After studying the relations between odor attractiveness and HLA genotypes of donors and recipients, the impact of that genetical factor on selecting of dating pairs in a population is analyzed.

Ключевые слова: хемокоммуникация людей, HLA, естественные запахи, стресс.

Keywords: chemocommunication, HLA, natural odors, stress.

Современные исследования хемокоммуникации показывают, что наряду со специализированными сигнальными молекулами, которые вызывают однозначные поведенческие и физиологические реакции, в запаховый обмен информацией вовлекаются многие летучие продукты метаболизма. Как показывают результаты газовой хроматографии, в составе мочи, выделениях сальных и потовых желез млекопитающих содержатся десятки низкомолекулярных соединений [17], которые выполняют сигнальные функции. Комбинации летучих соединений определяют запаховую индивидуальность, которая играет важную роль в реализации таких адаптивнозначимых форм поведения, как выбор оптимального брачного партнера. Одновременно с расширением списка сигнально-значимых молекул расширяются и представления о сигнальных эффектах летучих соединений [1].

Одним из наиболее перспективных направлений исследований в области хемокоммуникаций, объединяющих разные области биологии, биомедицины, биоинформатики и химии, является изучение летучих соединений как информационной основы для внутри-

видового распознавания физического состояния (кондиций) и инфекционного статуса особей. У людей, в отличие от многих других млекопитающих, запаху до последнего времени отводилось место минорного компонента внутривидового обмена невербальной информацией [7; 11; 30]. Скептическое отношение к обонятельным способностям людей усугубилось после получения первых результатов геномного проекта, из которых следовало, что многие гены обонятельных рецепторов были замещены в ходе эволюции псевдогенами [10]. Более детальный анализ соотношения несинонимических и синонимических замен в генах обонятельных рецепторов, выполненный на основе уточненных данных секвенирования, позволил заключить, что значительная часть интактных генов сохраняет высокую адаптивную значимость и даже подвержена позитивному отбору, направленному на обеспечение видоспецифических потребностей Homo sapiens [15; 16; 9]. Но если участие обоняния в поиске и оценке качества пищи не вызывает сомнений, то роль обонятельной системы в коммуникации людей, в частности в подборе брачных пар и координации ре-

продуктивного состояния потенциальных партнеров, требует специального изучения.

Для человека, как и многих других видов млекопитающих, хемосигналы играют значительную роль в социальном взаимодействии [7; 21]. Посредством запаха люди способны различать генотип, психологическое и физиологическое состояние доноров запаха [4, с. 79]. Запахи могут рассматриваться как дополнительный сигнальный фактор, формирующий сексуальные мотивации совместно с сигналами иной модальности [11; 27]. Особенно это имеет значение при выборе полового партнера с целью воспроизводства, что наиболее актуально для молодежи.

Так как люди, больные инфекционными заболеваниями, передаваемыми половым путем, не ограничены в своей общественной жизни, то очень важно понять, возможно ли посредством хемокоммуникации распознать человека с таким заболеванием и предупредить нежелательный контакт [14]. Правильный выбор полового партнера для воспроизводства предопределяет репродуктивный и социальный успех молодых людей. В целях наилучшего понимания природы взаимоотношений и механизмов популяционной адаптации людей к прессу паразитических инфекций важно изучать особенности обмена хемосигналами.

Сегодня запахи начинают рассматриваться в качестве дополнительного сигнального фактора, который в интеграции с сигналами иной модальности формирует половые мотивации. Но если запахи вовлекаются в общий комплекс сигналов невербальной коммуникации, в том числе и в регуляцию репродуктивного поведения, то их субъективная оценка должна отвечать определенным требованиям. И прежде всего, она должна меняться в зависимости от репродуктивного здоровья доноров и реципиентов запаха, от их половой мотивации, например, в связи с фазой менструального цикла, от психофизиологического состояния, а также от личного социального и сексуального опыта.

Материалы и методы

Все исследования проводились на базе Кемеровского государственного университета в лаборатории этологии человека и кожно-венерического диспансера. В исследовании участвовали студенты КемГУ в количестве 283 человек, из них 155 юношей и 128 девушек. Исследование проводилось в рамках медицинских и этических норм. Все участники были ознакомлены с условиями эксперимента и дали добровольное согласие на участие в нем. Объектом исследования явились запахи.

Всех участников просили не употреблять острую пищу за 2 дня до исследования и не принимать душ перед забором образцов. Для определения физиологического состояния участниц эксперимента в момент исследования учитывали фазу менструального цикла. Рецептивной фазой считали середину менструального цикла плюс-минус 3 дня [24].

Используемые методы: сбор запахов из подмышечных впадин, ольфакторное тестирование с субъективной оценкой силы запаха (0-5 баллов) и привлекательности (от очень неприятного (-5) до очень приятного (+5)), определение уровня гормонов (тестосте-

рона и кортизола), оценка психофизиологических показателей (уровня функциональной подвижности, уравновешенности и силы нервных процессов) генотипирование участников по HLA-DRB1

Статистическую обработку результатов исследования осуществляли с помощью пакета программ STATISTICA 6.0 for Windows фирмы StatSoft, Inc. (США). Каждую оценку, выставленную участниками ольфакторного тестирования, рассматривали как отдельный случай. Статистическая обработка материала включала методы параметрической и непараметрической статистики. При сравнении средних в 2-х нормально распределенных выборках применяли t-критерий Стьюдента. Для сравнения выборок с распределением признаков отличным от нормального использовали U-критерий Манна-Уитни. При сравнении трех групп использовали дисперсионный анализ с последующим LSD-сравнением. При изучении взаимозависимости показателей рассчитывали коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмана.

Результаты и их обсуждение

Значимый вклад в изменчивость субъективных оценок запаха вносит репродуктивное здоровье девушек. В частности, девушки с нерегулярными менструальными циклами (рис. 1 А) более высоко оценивают привлекательность мужского запаха по сравнению с нормально циклирующими девушками. Возможно, большая привлекательность мужского запаха отражает неосознанное стремление девушек с нарушениями циклов компенсировать характерное для таких лиц снижение способности к зачатию [6]. Молодые люди также дифференцировали запах доноров с регулярными и нерегулярными циклами, определяя запах последних как менее приятный (рис. 1 В). Иными словами, уже на уровне ольфакторной оценки они проявляют стремление избегать контакта с репродуктивно неперспективным партнером.

Из полученных нами результатов следует, что половой опыт также оказывает значимое влияние на восприятие запаха особей противоположного пола (рис. 2). При этом у сексуально наивных девушек преобладают положительные оценки запаха молодых людей, а у наивных юношей, наоборот, отрицательные, но первый половой опыт тех и других радикально меняет отношение к запахам. Причинами столь драматичных и разнонаправленных изменений субъективных оценок привлекательности могут быть ассоциации запаховых образцов с психофизиологическим состоянием, испытываемым до и после первого полового опыта [12]. Причем у девушек первый опыт, не получивший продолжения, часто сопряжен с психологической травмой. У юношей же негативные воспоминания чаще связаны с неудачами при попытке получения этого самого опыта [22; 23; 25; 29].

При регулярной половой жизни юноши вновь отрицательно оценивают запах особей противоположного пола. У девушек, наоборот, переход к регулярной половой жизни приводит к повышению ольфакторной привлекательности мужского запаха. Тем не менее запаховые пробы юношей, классифицированные как образцы мужского запаха, имеют более низкие оценки привлекательности у данной группы де-

вушек по сравнению с сексуально наивными. Устойчивое снижение привлекательности при регулярной половой жизни отчасти объясняется особенностями

восприятия одного из мужских феромонов – 4,16-андростадиен-3-он.

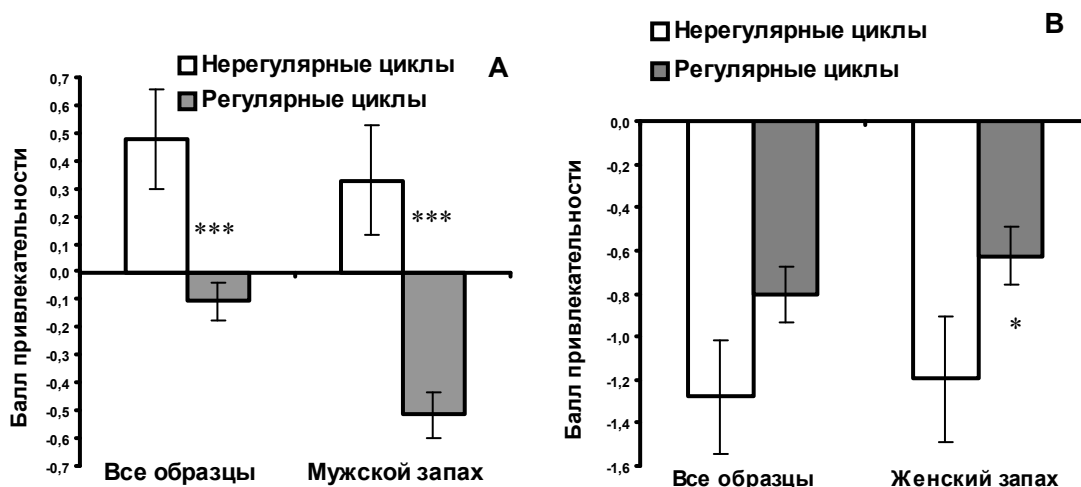


Рис. 1. Влияние регулярности менструальных циклов на оценку привлекательности запаха в тех случаях, когда девушки выступали в роли реципиентов запаха (А), и в тех случаях, когда они были донорами запаховых образцов (В)

Примечание: *** – P<0.001 и * – P< 0.05 (t-тест Стьюдента).

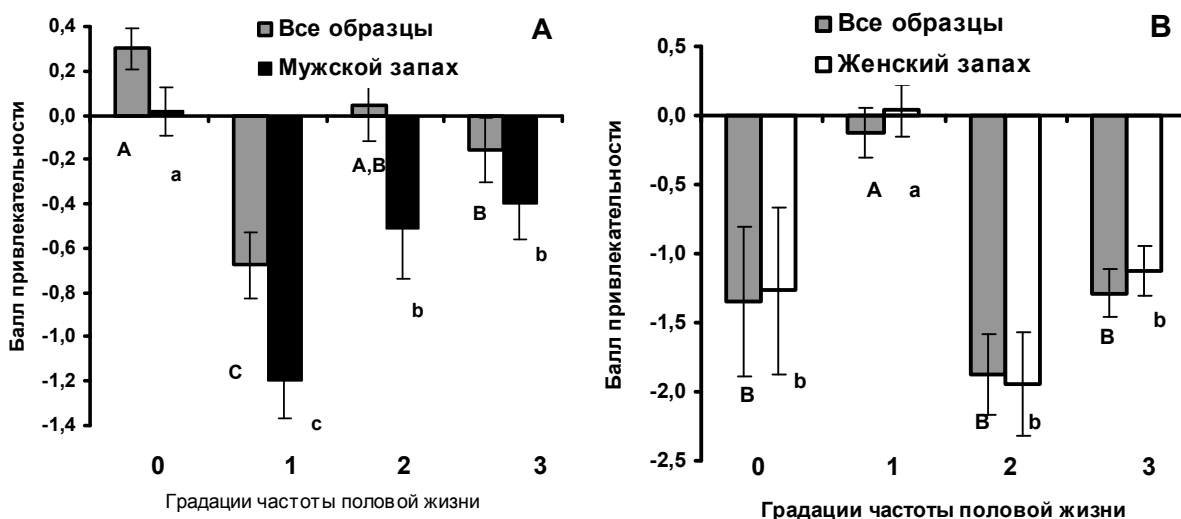


Рис. 2. Оценка привлекательности запаховых проб девушками (А) и юношами (В) с разным половым опытом

Примечание: * – разные буквы у столбиков соответствуют статистически значимо различающимся средним (P < 0.05, LSD-тест). А, В, С – для всех образцов; а, b, c – для образцов отнесенных к мужскому (левая панель) или женскому (правая панель) запахам.

В настоящей работе также было отмечено, что студентки в рецептивной фазе менструального цикла оценивают образцы запаха, собранные до экзаменационной сессии, выше, чем студентки в нерцептивной фазе. Неприятный запах мужского пота в значительной мере обусловлен Δ^{16} -стероидами – андростенолом и андростеноном, запах которых ассоциируется с запахом кабанов, выделяющих точно такие же вещества в качестве половых феромонов [3]. Выработка Δ^{16} -стероидов находится под контролем мужских половых гормонов. Поэтому не удивительно, что образцы пота, взятые от студентов с высоким

уровнем тестостерона в слюне, оценивались девушками в нерцептивной фазе как менее приятные по отношению к запаховым пробам, полученным от юношей с более низким содержанием андрогенов.

Экзаменационный стресс, реальность которого подтверждает повышение концентрации кортизола в слюне, приводил к достоверному снижению запаховой привлекательности студентов, по крайней мере, для девушек в рецептивной фазе менструального цикла.

Индивидуальные изменения привлекательности запаха при сдаче экзамена (балл привлекательности

во время экзамена минус балл привлекательности до экзамена) зависели от экзаменационной оценки ($F_{3,482} = 2,6$; $p = 0,05$), но не от фазы менструального цикла реципиентов запаха ($F_{1,482} = 0,45$; $p = 0,50$). Достоверным снижением балла привлекательности относительно фонового ($p < 0,05$) характеризовались студенты, сдавшие экзамен на 2 ($-0,63 \pm 0,24$; $n = 35$) и на 4 ($-0,41 \pm 0,18$; $n = 120$). Балл привлекательности запаха студентов, получивших на экзамене 3 или 5, практически не изменялся ($0,18 \pm 0,14$; $n = 171$ и $0,06 \pm 0,13$; $n = 165$ соответственно). Различия между студентами, сдавшими экзамен на 2 или 4, и студентами, получившими 3 или 5, были статистически достоверны ($p < 0,05$; LSD-тест).

Вариации гормонального уровня и балла привлекательности, оцененные во время экзамена, коррелировали между собой. Проведенный корреляционный анализ указывает на взаимосвязь между уровнем гормонов, психофизиологическими показателями и привлекательностью запаха во время экзаменационного стресса. Этот эффект обусловлен, скорее всего, фоновым уровнем глюкокортикоидов и изменениями запаха в ответ на экзаменационный стресс, поскольку, судя по высокому коэффициенту ранговой корреляции, распределение студентов по концентрации кортизола до и во время экзамена существенно не изменялось (рис. 3).

У людей, в отличие от животных, не существует целенаправленного исследования влияния паразитов, особенно инфекций, передаваемых половым путем

(ИППП), на привлекательность запаха людей. Внешние проявления ИППП локализованы в урогенитальной области и скрыты от восприятия на расстоянии [5]. Как правило, эти больные не ограничены в своей общественной жизни, так как инфекционный риск незначителен при несексуальных контактах с незараженными людьми. Была выбрана очень распространенная ИППП – гонорея – для изучения способности человека распознавать запах с инфекционным статусом, и то, что возбудитель этой болезни, *Neisseria gonorrhoeae*, никогда не был обнаружен в выделениях подмышечной области, было гарантией безопасности оценщиков, которые нюхали запах образцов. Возможно, изменение запаха таких больных может быть связано с условиями сбора (сбор образцов проводился в условиях больницы), изменением микрофлоры подмышечных впадин юношей, модуляцией иммунитета через образование антител или с помощью стрессового состояния, вызванного болезнью. Было выявлено, что ни условия сбора, ни микрофлора, ни состояние стресса не оказывают влияние на изменение запаха больных гонореей юношей. Однако их запах был гораздо менее приятен для девушек, нежели запах неинфицированных юношей и юношей, прошедших лечение от данного заболевания. Кроме того, для большинства девушек этот запах ассоциировался с гнилостным, в отличие от запахов других юношей. Повидимому, изменение запаха юношей, больных данным инфекционным заболеванием, связано с модуляцией иммунитета через образование антител [13].

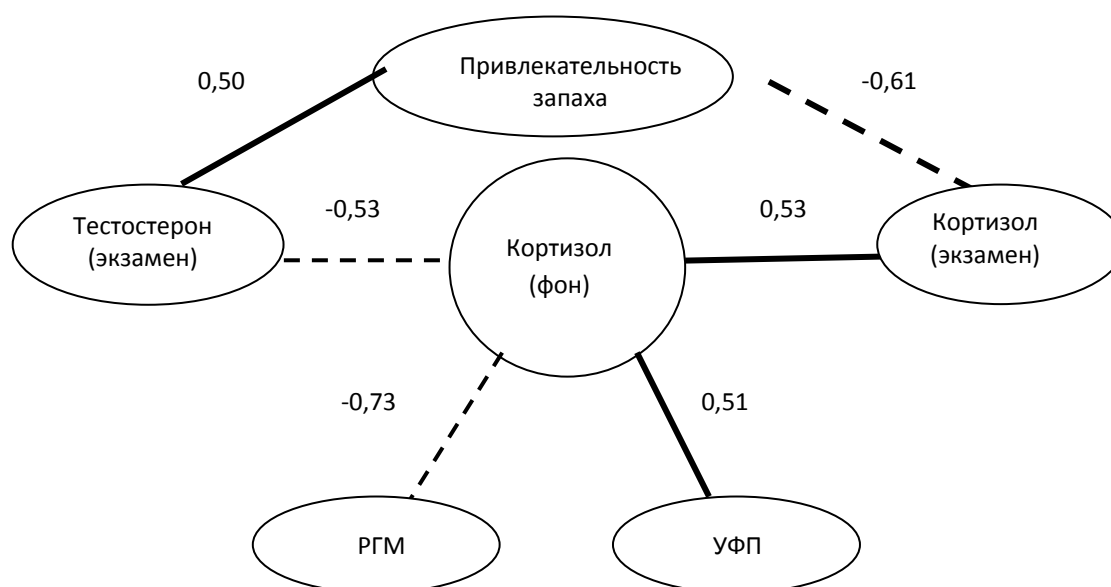


Рис. 3. Схема взаимосвязи эндокринных и психофизиологических показателей студентов. Цифры над линиями – коэффициенты корреляции

По полученным данным можно сделать вывод, что механизмы иммунной защиты, а не паразит как таковой ответственны за изменения запаха, распознаваемого сородичами как сигнал к отторжению.

Таким образом, для человека, как и для многих других видов млекопитающих, хемосигналы играют значительную роль в социальном взаимодействии [6; 7; 19; 21; 26]. Посредством запаха люди способны различать генотип, фазу менструального цикла и пси-

хологическое состояние доноров запаха. Сегодня запахи в конечном итоге могут рассматриваться как дополнительный сигнальный фактор, формирующий сексуальные мотивации совместно с сигналами другой модальности [11; 18; 27].

Выбор партнера, ассоциированный с генами главного комплекса гистосовместимости (HLA у человека), наблюдался у многих генеалогически и экологически отдаленных видов, следовательно, этого можно

ожидать и у человека. Эта идея была впервые экспериментально проверена С. Wedekind и его коллегами (1995). Несмотря на сложности в постановке исследований, прослеживается тенденция к утверждению, что выбор брачного партнера у людей осуществляется по HLA-дисассортативному принципу.

В настоящей работе также было показано, что гетерозиготные девушки и юноши пахнут более приятно для противоположного пола, чем гомозиготные. Направленный отбор можно объяснить преимуществом гетерозиготности. Например, в популяции свободно живущих макак резусов самцы, гетерозиготные по гену MHC-DQB1 класса II, имели значительно более многочисленное потомство, чем гомозиготные [20].

Интересно, что среди гомозиготных юношей те, кто не имел совпадений по HLA-DRB1 аллелям с реципиенткой запаха, пахли более приятно в сравнении с теми же гомозиготными юношами, имевшими общие HLA-DRB1 аллели с девушками-реципиентками.

Исследование влияния отдельных HLA-DRB1 аллелей на субъективный ольфакторный выбор показало, что юноши и девушки положительно оценивали запахи лиц, отличающихся по HLA-DRB1, и отрицательно запаховые образцы, собранные у лиц, имеющих тот же набор HLA-DRB1 аллелей. Преимущества MHC гетерозиготного спаривания показаны в нескольких исследованиях на млекопитающих [19; 20; 27]. J. L. Brown с коллегами (1994) показал, что самки домового мыши предпочитают спариваться с самцами другого H-2 гаплотипа и, следовательно, давать гетерозиготное потомство, обладающее рядом преимуществ перед гомозиготами.

На негативное восприятие также оказывало влияние сочетание женских и мужских HLA-DRB1 аллелей, ассоциированных с развитием иммунопатологических состояний, в том числе и репродуктивными потерями. Отрицательная ассортативность по определенным аллелям может предотвращать увеличение частоты репродуктивных потерь в последующих поколениях, с одной стороны, и иммуногенетически обусловленных иммунопатологических заболеваний, с другой стороны. Таким образом, это исследование показало, что на ольфакторный выбор влияет комплекс HLA, в частности HLA-DR.

В современном мире правильность прочтения невербальной информации искажается огромным количеством парфюмерных средств, в том числе и содержащих феромоны. Было показано, что юноши оценивали запаховые образцы, собранные у девушек в естественных условиях, собранные после нанесения парфюмерной композиции и после нанесения парфюмерной композиции с феромонами, по-разному.

Юноши кардинально меняли свои предпочтения, тестируя женский запах, замаскированный отдушками. Различия в ольфакторной привлекательности гомо- и гетерозиготных по HLA-DRB1 девушек, применявших парфюм, стирались. При применении девушками духов или духов с феромонами количество комбинаций HLA-DEB1, ассоциированных с положительным выбором, увеличивалось. В обоих случаях присутствовали комбинации идентичных аллелей, а так же аллелей, ассоциированных с развитием иммунопатологических состояний. На основании полученных результатов можно заключить, что использование дополнительных одорантов влечет за собой инверсию сигналов противоположного пола.

Литература

1. Мошкин, М. П. Иммунная система и реализация поведенческих стратегий размножения при паразитарных стрессах / М. П. Мошкин, Л. А. Герлинская, В. И. Евсиков // Журн. общ. биологии. – 2003. – Т. 64. – № 1. – С. 23 – 44.
2. Мошкин, М. П. Изменение запаха у студентов мужского пола при сдаче экзамена / М. П. Мошкин, Л. А. Герлинская, И. Е. Колосова [и др.] // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2006. – № 10. – С. 1250 – 1259.
3. Резников, А. Г. Методы определения гормонов / А. Г. Резников. – Киев: Наукова Думка, 1980. – 234 с.
4. Родионова, Е. И. При выборе брачного партнера / Е. И. Родионова, А. В. Минор // Материалы IV Межд. конф. «Химическая коммуникация животных. Фундаментальные проблемы». – М., 2006.
5. Соколовский, Е. В. Современная программа клиничко-лабораторной диагностики и лечения гонококковой инфекции / Е. В. Соколовский, А. М. Савичева, В. И. Кисина [и др.]. – М., 2007. – 82 с.
6. Barron, M. L. Light exposure, melatonin secretion, and menstrual cycle parameters: an integrative review / M. L. Barron // Biol Res Nurs. – 2007. – V. 9. – № 1. – P. 49 – 69.
7. Bhutta, M. F. Sex and the nose: human pheromonal responses / M. F. Bhutta // J. R. Soc. Med. – 2007. – V. 100. – № 6. – P. 268 – 274.
8. Brown, J. L. Kin recognition and the major histocompatibility complex: an integrative review / J. L. Brown, A. Eklund // Am. Nat. – 1994. – Vol. 143. – P. 435 – 461.
9. Gilad, Y. Human specific loss of olfactory receptor genes / Y. Gilad, O. Man, S. Pääbo [et al.] // Proc Natl Acad Sci U S A. – 2003. – Vol. 100. – P. 3324 – 3327.
10. Glusman, G. The complete human olfactory subgenome / G. Glusman, I. Yanai, I. Rubin [et al.] // Genome Res. – 2001. – Vol. 11. – P. 685 – 702.
11. Grammer, K. Human pheromones and sexual attraction / K. Grammer, B. Fink, N. Neave // Eur. J. Obstet. Gynec. Reprod. Biol. – 2005. – V. 118. – № 2. – P. 135 – 142.
12. Koch, P. B. The relationship of first intercourse to later sexual functioning concerns of adolescents / P. B. Koch // J. Adolesc. Res. – 1988. – V. 3 – P. 345 – 362.

13. Litvinova, E. A. High level of circulating testosterone abolishes decline of scent attractiveness in antigen-treated male mice / E. A. Litvinova, O. T. Kudaeva, L. V. Mershieva [et al.] // *Animal Behaviour*. – 2005. – Vol. 69. – P. 511 – 517.
14. Miller, K. E. Diagnosis and Treatment of Neisseria gonorrhoeae Infections / K. E. Miller // *American Family Physician Volume*. – 2006. – Vol. 73. – P. 1779 – 1783.
15. Nei, M. The evolution of animal chemosensory receptor gene repertoires: roles of chance and necessity / M. Nei, Y. Niimura, M. Nozawa // *Nat. Rev. Genet.* – 2008. – Vol. 9. – № 12. – P. 951 – 963.
16. Niimura, Y. Evolutionary dynamics of olfactory and other chemosensory receptor genes in vertebrates / Y. Niimura and M. Nei // *J. Hum. Genet.* – 2006. – V. 51. – № 6. – P. 505 – 517.
17. Penn, D. J. Chemical communication: five major challenges in the post-genomics age / D. J. Penn // *Chemical ecology: from gene to ecosystem*. – Dordrecht, The Netherlands: Springer. – 2006. – V. 16. – P. 9 – 18.
18. Rikowski, A. Human body odor, symmetry and attractiveness / A. Rikowski, K. Grammer // *Proc. Roy. Soc. Lond. B*. – 1999. – V. 266. – P. 866 – 874.
19. Roberts, C. S. Good genes complementary genes human mate preferences / C. S. Roberts, A. C. Little // *Genetica*. – 2008. – Vol. 134. – P. 31 – 43.
20. Sauermaun, U. Increased reproductive success of MHC class II heterozygous males among free-ranging rhesus macaques / U. Sauermaun, P. Nurnberg, F. B. Bercovitch [et al.] // *Hum. Genet.* – 2001. – Vol. 108. – № 3. – P. 249 – 254.
21. Savic, I. Brain response to putative pheromones in homosexual men / I. Savic, H. Berglund, P. Lindstrom // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. – 2005. – V. 102. – № 20.
22. Schofield, M. The sexual behavior of young people / M. Schofield. – Boston, MA: Little Brown & Co., 1965.
23. Schwartz, I. M. Affective reactions of American and Swedish women to their first premarital coitus: A cross-cultural comparison / I. M. Schwartz // *J. Sex. Res.* – 1993. – V. 30. – P. 18 – 26.
24. Sheldon, M. S. Fertility cycle patterns in motives for sexual behavior / M. S. Sheldon, M. L. Cooper, D. C. Geary [et al.] // *Pers. Soc. Psychol. Bull.* – 2006. – V. 32. – P. 1659 – 1673.
25. Simon, W. Youth cultures and aspects of the socialization process: College study marginal book / W. Simon, J. Gagnon. – Bloomington, IN: Institute for Sex Research, 1968.
26. Singh, D. Female body odour is a potential cue to ovulation / D. Singh, P. M. Bronstad // *Proc Biol Sci.* – 2001. – Vol. 268. – № 1469. – P. 797 – 801.
27. Thornhill, R. Major histocompatibility genes, symmetry and body sent attractiveness in men and women / R. Thornhill, S. W. Gangestad, R. Miller [et al.] // *Behavioral Ecology*. – 2003. – Vol. 14. – P. 668 – 678.
28. Wedekind, C. MHC-dependent male preference in humans / C. Wedekind, T. Seebeck, F. Betlens [et al.] // *Proc. R. Soc. Lond. B*. – 1995. – V. 260. – P. 245 – 249.
29. Weis, D. L. Affective reactions of women to their initial experience of coitus / D. L. Weis // *J. Sex. Res.* – 1983. – Vol. 19. – P. 209 – 237.
30. Wysocki, C. J. Facts, fallacies, fears, and frustrations with human pheromones / C. J. Wysocki, G. Preti // *Anat. Rec. A. Discov. Mol. Cell. Evol. Biol.* – 2004. – V. 281. – № 1. – P. 1201 – 1211.

Информация об авторах:

Литвинова Надежда Алексеевна – доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии человека и животных и валеологии КемГУ, 8(3842) 58-35-15, litvinca@kemsu.ru.

Nadezhda A. Litvinova – Doctor of Biology, Professor at the Department of Human and Animal Physiology and Valeology, Kemerovo State University.

Бедарева Алена Владимировна – кандидат биологических наук, ассистент кафедры физиологии человека и животных и валеологии КемГУ.

Alena V. Bedareva – Candidate of Biology, Assistant Lecturer at the Department of Human and Animal Physiology and Valeology, Kemerovo State University.

Булатова Ольга Владимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и валеологии КемГУ, 8(3842)58-35-15, litvinca@kemsu.ru.

Olga V. Bulatova – Candidate of Biology, Assistant Professor at the Department of Human and Animal Physiology and Valeology, Kemerovo State University.

Зубрикова Ксения Юрьевна – магистрант 2-го года обучения кафедры физиологии человека и животных и валеологии КемГУ, 8(3842)58-35-15, litvinca@kemsu.ru.

Ksenia Yu. Zubrikova – Master's Degree student at the Department of Human and Animal Physiology and Valeology, Kemerovo State University.

Могилкина Анна Александровна – старший лаборант лаборатории «Этология человека» биологического факультета КемГУ, 8(3842)58-35-15, litvinca@kemsu.ru.

Анна А. Могиліна – senior laboratory technician at the Human Ethology Laboratory, Faculty of Biology, Kemerovo State University.

Трасковскій Вячеслав Владимирович – аспирант кафедры физиологии человека и животных и валеологии КемГУ, litvinca@kemsu.ru.

Vyacheslav V. Traskovsky – post-graduate student at the Department of Human and Animal Physiology and Valeology, Kemerovo State University.

Разоренова Юлия Юрьевна – аспирант кафедры физиологии человека и животных и валеологии КемГУ, litvinca@kemsu.ru.

Yulia Yu. Razorenova – post-graduate student at the Department of Human and Animal Physiology and Valeology, Kemerovo State University.

Цепокіна Анна Александровна – студентка 5 курса биологического факультета КемГУ, litvinca@kemsu.ru.

Анна А. Тсерокіна – 5th year student at the Faculty of Biology, Kemerovo State University.