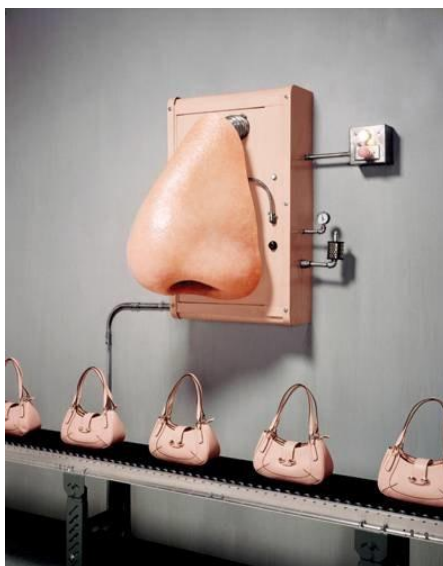


Древнейшее из чувств: Запахи.

Евгения Рябцева

21 апреля 2009 01:38

Обоняние дает нам возможность получать удовольствие от приятных запахов, а иногда способно спасти нам жизнь — не дать выпить уксус вместо водки, подсказать, что не стоит есть пирожок с тухлятиной, или напомнить, что при запахе газа нельзя щелкать выключателем. Однако окружающие нас запахи обладают свойствами, о которых многие, возможно, даже и не подозревают.



Пол и обоняние. В целом женщины обладают более острым обонянием, сохраняющимся до более преклонного возраста. Однако, как это ни парадоксально, профессии, связанные с различением запахов, исключительно мужские. Дело в том, что изменения гормонального фона в течение месячных циклов женского организма влияют на работу различных органов и систем, в том числе и системы обоняния. В результате в начале цикла у женщин часто развивается временная гипосмия - снижение чувствительности к запахам. Этого не наблюдается при приеме гормональных противозачаточных средств, поддерживающих постоянный гормональный фон в организме, однако очевидно, что прием пилюль не может быть обязательным условием приема на работу.

Что-то вроде человеческого обоняния существует даже у микроорганизмов: хемотаксис — способность перемещаться к источникам пищи и подальше от опасных веществ — проявляют все подвижные одноклеточные. Но давайте пропустим примерно 3,5 млрд лет эволюции обоняния и перейдем сразу к млекопитающим и человеку.

Для многих животных обоняние является как минимум не менее важным источником информации, чем зрение и слух: любой собачник знает, что собаки теряются при встрече с выпившим хозяином: выглядит и говорит он так же, а пахнет совсем по-другому! И не от «выхлопа» (запахи краски, селедки и т. д. такого действия не оказывают), а оттого, что вместе с

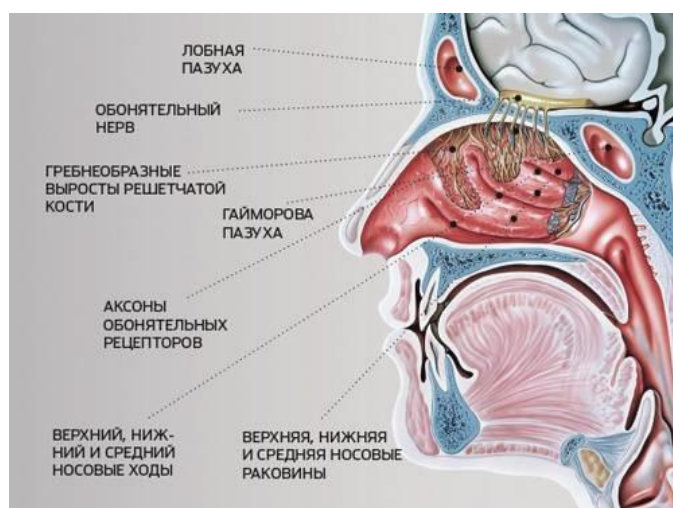
остальной биохимией алкоголь меняет состав пота и, соответственно, неощутимые для человеческого носа оттенки индивидуального запаха.

Для нас с вами способность чувствовать и различать запахи на первый взгляд не так уж и важна. Иногда она даже мешает: каждый может припомнить ситуации, когда он был готов отдать полцарства за то, чтобы не ощущать запаха вошедшего в троллейбус бомжа или наевшегося чеснока коллеги. И хотя без удовольствия от запаха цветов, духов, пищи и множества других ароматов мир потерял бы многое, для человека обоняние стоит на четвертом месте в ряду пяти чувств. За счет зрения мы получаем не менее 90% информации об окружающем мире, а без него человек использует для ориентации в пространстве и распознавания живых и неживых объектов тактильные ощущения и слух.

Основные механизмы работы обоняния ученые расшифровали совсем недавно. Это отставание обусловлено не только недооценкой важности его роли в жизни человека, но и чрезвычайной сложностью устройства обонятельных рецепторов.

Чем мы нюхаем?

Гордон Шеферд, профессор неврологии Йельского университета, автор выдержавшего несколько переизданий трехтомника «Нейробиология» и несравненный знаток механизмов передачи импульсов синапсами дендритных шипиков обонятельной луковицы (вот такая у него узкая специализация), начал ответ на этот вопрос так: «Нам кажется, что мы нюхаем с помощью носа, но это все равно что сказать, что мы слышим мочками ушей». Сам по себе нос необходим для того, чтобы направить содержащий ароматические молекулы воздух на обонятельный эпителий — симметричные участки слизистой оболочки, находящиеся глубоко в полости носа, немного ниже уровня глаз.



За счет складок, по форме напоминающих гребни, общая площадь обонятельного эпителия у человека составляет 5–10 см². На этом втором рубеже обонятельной системы расположено, по данным разных источников, от 10 до 50 млн клеток, осуществляющих регистрацию запахов. У животных их количество, как правило, значительно больше. Например, обонятельный эпителий у овчарок содержит до 220 млн рецепторных клеток.

Обонятельный рецептор представляет собой сенсорную (чувствительную) нервную клетку, от которой отходят два отростка. К полости носа — короткий дендрит (чувствительный отросток нейрона), имеющий не менее 10 ресничек, кончики которых находятся на самой поверхности обонятельного эпителия и выступают в покрывающую его слизь. К мозгу — более длинный двигательный (передающий) отросток, аксон, сплетающийся с аксонами других обонятельных нейронов в нити обонятельного нерва, проходящие через отверстия решетчатой кости черепа в обонятельную луковицу — структуру мозга, осуществляющую первичную обработку информации о запахах. Обонятельная луковица тем крупнее, чем острее обоняние животного, поэтому у собак-ищеек она значительно больше, чем в куда большем по размеру мозге человека.



Из обонятельной луковицы нервные импульсы поступают в первичные, а затем в высшие обонятельные участки коры головного мозга, формирующие осознанное ощущение характера и интенсивности запаха. Конечным пунктом обработки данных о запахах является лимбическая система, регулирующая эмоциональные и поведенческие реакции организма.

Как это работает?

Молекулы ароматических веществ, попадающие с током воздуха в носовую полость, растворяются в слизи, покрывающей обонятельный эпителий, и взаимодействуют с рецепторными белками, содержащимися в мембране ресничек обонятельных нейронов. Это взаимодействие изменяет ионную проницаемость мембраны клеток и формирует электрический импульс, передающийся по аксону клетки в обонятельный нерв и далее, вплоть до двигательных нейронов спинного мозга, дающих мышцам команды зажать нос пальцами и отойти подальше — или наоборот.

С центральными механизмами системы обоняния специалисты, занимавшиеся ее изучением, разобрались довольно давно, но белковые рецепторы, несомненно присутствующие на мембранах дендритов нейронов обонятельного эпителия, много лет оставались неуловимыми. Решить эту загадку удалось только в 1991 году ученым Колумбийского

университета Линде Бак и Ричарду Экселу. В 2004 году открытие принесло им Нобелевскую премию по физиологии и медицине.

Традиционный подход к изучению механизмов работы рецепторов обоняния заключался в измерении активности тех или иных нейронов в ответ на различные раздражители. Для этого к обонятельным нервам животных подсоединяли электроды и давали им вдыхать различные вещества. В результате удалось выяснить только то, что один и тот же нейрон может реагировать на различные вещества, однако механизмы, лежащие в основе этого процесса, долгое время оставались непонятными.

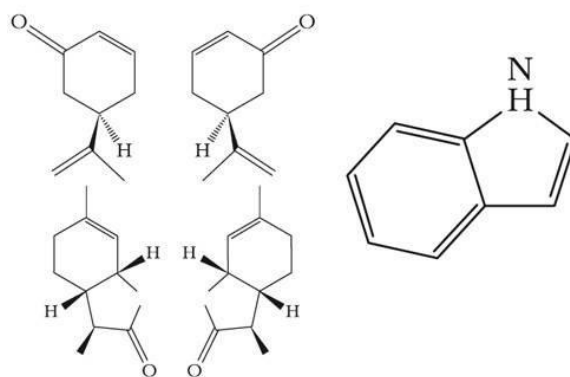
Бак и Эксел избрали принципиально новый подход — они обратились к стремительно развивающейся генетике и начали поиск генов, активность которых регистрируется исключительно в обонятельном эпителии. Вначале их эксперименты также были безуспешны, что позже Эксел объяснил существованием огромного количества белков-рецепторов, реакция каждого из которых на конкретный запах слишком слаба, чтобы ее можно было обнаружить существующими методами.

Справиться с этой проблемой ученым помогла придуманная Бак схема, с помощью трех допущений значительно сократившая область поиска. Согласно первому допущению, основанному на имевшихся на тот момент разрозненных научных фактах, искать следовало только гены белков, обладающих определенным сходством с родопсином — рецепторным белком, за счет которого происходит формирование электрического импульса в палочках сетчатки глаза, клетках, не различающих цвета, а реагирующих на изменение освещенности и обеспечивающих сумеречное зрение. Кроме того, искомые белки должны были относиться к одному семейству, а кодирующие их гены — проявлять активность исключительно в клетках обонятельного эпителия.

У крыс генов, отвечающих всем трем критериям, нашлось около тысячи — примерно 1% от всего генома. Каждый сотый крысиный ген задействован в распознавании запахов, что указывает на чрезвычайную важность системы обоняния для грызунов — близких родственников приматов: наши ветви на древе эволюции разошлись около 25 млн лет назад. Поиск в ДНК-библиотеках позволил найти в геномах других видов (мыши, саламандры, зубатки, собаки, человека и других животных) гены-аналоги, связанные с первичным восприятием запахов. Правда, в отличие от большинства животных, у которых большая часть этих генов исправно синтезирует соответствующие белки, у разных видов человекообразных обезьян неактивно 28–36% генов белков обонятельных рецепторов, а у человека — почти 60%. Судя по всему, мутации, блокирующие активность генов обонятельных рецепторов, стали накапливаться с того времени, когда острое обоняние утратило свою важность для выживания обезьяноподобных предков человека.

Дальнейшее изучение системы органов обоняния показало, что каждый отдельный рецепторный нейрон может распознавать множество пахучих молекул, каждая из которых активирует различные белковые рецепторы на поверхности его мембраны. Такая комбинаторная система кодирования сигналов позволяет распознавать практически неограниченное количество ароматов.

Даже незначительно отличающиеся по химической структуре молекулы активируют различные комбинации рецепторных белков, находящихся на мембранах разных нейронов, поэтому запах октанового спирта напоминает запах цитрусовых, а отличающейся от него только одним дополнительным атомом кислорода октановой кислоты — запах пота. К тому же эффекту может привести изменение пространственного строения молекул. Например, запахи тимина и кудрявой мяты (от более известной перечной она отличается отсутствием охлаждающего ощущения и менее резким запахом) обеспечивают d-карвон и l-карвон — хиральные (от древнегреческого χερ - «рука») изомеры, молекулы с одинаковым химическим составом, отличающиеся друг от друга, как предмет от его зеркального изображения. Кроме того, большее количество молекул активирует более широкий спектр рецепторов, из-за чего одно и то же вещество может пахнуть по-разному в зависимости от концентрации. Наиболее удивительный пример — скатол, гетероциклическое соединение, образующееся при разложении белковых соединений и придающее специфический запах испражнениям. В то же время в малых концентрациях скатол обладает приятным запахом и входит в состав парфюмерных продуктов и пищевых эссенций.



Наиболее многогранными в этом отношении являются альдегиды. Так, кокосовый альдегид в небольшой концентрации пахнет вовсе не кокосом, а абрикосом или персиком, а запах анисового альдегида при разбавлении ощущается как аромат свежего сена, шиповника и цветов боярышника.

Обоняние в нашей жизни.

Наиболее важно обоняние в первые минуты жизни человека, так как только благодаря ему младенец узнает свою маму и находит пахнущую молоком грудь. В следующие пару месяцев, пока зрение ребенка не приобретет достаточную остроту, окружающий мир он воспринимает главным образом посредством запахов. По мере взросления и формирования других органов чувств обоняние утрачивает свою значимость. Одновременно с этим происходит атрофия (отмирание) волокон обонятельного нерва. В течение первого года жизни острота обоняния человека снижается на 40–50%, а дальнейшая скорость и степень ухудшения способности распознавать запахи зависит от индивидуальных особенностей организма, пола, образа жизни и воздействия различных факторов окружающей среды. Например, у начинающих курильщиков способность различать запахи снижается на 50–60%, после чего

восстанавливается на 20–30%. При отказе от курения развивается гиперосмия — острота обоняния повышается примерно на 20% по сравнению с исходной.

Считается, что человек более чувствителен к неприятным (часто — потенциально опасным) запахам. Однако вещества, которые мы можем почувствовать в наименьших концентрациях, пахнут приятно. Рекордсменом долгое время считался ванилин: его можно унюхать при концентрации 2×10^{-11} г в литре воздуха. Но совсем недавно выяснилось, что один из хиральных изомеров вещества под названием винный лактон (он придает винам сладковато-кокосовый аромат) ощущается при меньшей в две тысячи раз концентрации: одна стотриллионная (10⁻¹⁴) грамма в 1 л воздуха. А запах его зеркального изомера можно почувствовать только при концентрации на 11 порядков большей — 1 мг/л.

Без обоняния наша пища стала бы практически безвкусной. Вкусовые рецепторы человека различают только четыре ощущения: сладкий, соленый, кислый и горький, — а остальное разнообразие вкусов различных блюд и напитков обеспечивают комбинации ароматических веществ. При сильном насморке, когда верхние носовые раковины «забиты» и содержащий ароматы воздух до них просто не доходит, все кажется безвкусным и неаппетитным. Эксперименты показали, что если человеку с зажатым носом еще и завязать глаза, чтобы лишить его зрительных ассоциаций с употребляемыми продуктами, то он вряд ли сможет отличить яблоко от картошки или красное вино от кофе.

Запахи способны изменять работу различных систем организма. Самый очевидный пример — усиление выработки слюны и пищеварительных соков от запахов пищи. Резкие и неприятные запахи (например, аммиака) повышают давление крови и ускоряют сердцебиение, а приятные — наоборот, снижают давление, замедляют пульс и вызывают повышение температуры кожи, что расслабляет и успокаивает человека.

Насколько обоснованны утверждения ароматерапевтов — например, такое: «ароматы лаванды, ромашки, лимона и сандала ослабляют активность головного мозга быстрее, чем любой депрессант, а жасмин, роза, мята и гвоздика возбуждают клетки серого вещества мощнее, чем крепкий кофе»? Судя по тому, что в статьях разных авторов нередко можно найти прямо противоположные утверждения о действии запахов на психофизиологическое состояние человека, это действие объясняется не характером самого запаха, а психологической установкой на ожидаемый эффект.

Еще один, пожалуй, самый загадочный вопрос в науке о запахах — их роль в половом поведении *Homo sapiens*. Но об этом мы поговорим в следующей статье.

Автор статьи — сотрудник портала «Вечная молодость» www.vechnayamolodost.ru

Статья опубликована в журнале «Популярная механика» (№5, Май 2009).