

Лучи жизни и голос звезд

А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

Тело человека излучает. Причем в нескольких диапазонах. Тепло инфракрасных или видимых лучей нетрудно заметить без приборов. Меньшие или большие частоты регистрировать сложнее, однако это не означает их отсутствие. А может ли живой организм излучать в СВЧ-диапазоне? Вопрос не праздный: ведь если частоты этих волн попадут в диапазон прозрачности — в ту область, где молекулы основного вещества человеческого тела — воды — не поглощают излучение, они смогут выносить вовне (а также вносить внутрь) некую информацию. Примерно этим диапазоном пользуются создатели терагерцевой томографии (см. «Химию и жизнь», 2002, № 11), которые разглядывают объекты, скрытые от глаз. Ответ на поставленный вопрос предлагает автор этой статьи.

Все живые клетки окружены чрезвычайно тонкой оболочкой — мембраной. Вот как писал о ней наш виднейший биофизик М.В.Волькенштейн: «Мембрана существенно отличается от окружающего ее водного раствора, в частности, ее внутренние гидрофобные слои характеризуются малым значением диэлектрической проницаемости. На пути молекул и ионов, поступающих в мембрану из водной среды, находится сложный энергетический профиль, движение ионов в мембране требует преодоления высоких активационных барьеров, ибо эти ионы не растворяются в липидной фазе. Так как коэффициенты распределения катионов и анионов различны, на границе мембраны и раствора электролита возникает электрический двойной слой. Например, внутри клетки концентрация ионов калия может быть в двадцать—тридцать раз выше, чем во внешней среде. С наличием градиента концентрации ионов связана наблюдаемая на опыте разность потенциалов между цитоплазмой и окружающей средой порядка 50—70 мВ».

Ионы проникают сквозь мембрану через специальные белковые структуры — каналы. Главные из них — каналы для ионов калия, натрия, кальция и магния. Эти-то ионы как раз и могут стать источником СВЧ-излучения живых организмов. Ведь двигаясь через канал, они есть не что иное, как электрический ток. А он, проходя с ускорением через электрическое поле, неизбежно порождает излучение

Разность потенциалов на оболочке клетки, как видно, крохотна. Сила электричес-

кого тока от прохождения единичного иона через канал тоже мала — миллиардные доли ампер. Однако если учесть микрокопическую толщину мембраны — порядка 10 нм, то напряженность поля в ней огромна — десятки тысяч вольт на сантиметр. Значит, интенсивность излучения может быть отнюдь не пренебрежимо малой. Таким образом, тело человека (и любого другого живого существа вплоть до амебы и бактерии) становится генератором-излучателем радиоволн миллиметровой длины. Это воистину голос всего живого.

Очевидно, способность к излучению появилась еще у самых первых одноклеточных миллиард лет назад и вполне может служить признаком отличия живого от неживого. Более того, она могла оказаться и одной из первых систем обмена информацией, а потом, уже у высших организмов, превратиться в рудимент. Может быть, феномен кожного зрения и чувство удара у мастеров восточных единоборств связаны с изменением потенциалов на коже в результате воздействия внешнего или отраженного СВЧ-излучения. Известно, что человеческое тело прекрасно улавливает радиоволны: попробуйте подойти к плохо принимающему сигнал телевизору на даче и взяться рукой за антенну. Если слабый наведенный электрический ток в человеческом теле способен вызывать кванты коротковолнового радиодиапазона, то тем более это должны делать более энергичные кванты СВЧ-излучения. Из всего спектра радиоволн именно сверхвысокочастотные могут нести максимальный объем информации в единицу времени.

Все слышали о взглядах, которые чувствуешь спиной, многие сами испытывали это неприятное ощущение. А ведь глаза вполне могут служить антеннами-излучателями нашего мозга. Во-первых, именно в нейронах сильнее всего идут электрические процессы, связанные с перемещением ионов. Во-вторых, задняя поверхность глаза чуть ли не напрямую соприкасается с мозгом. В-третьих, передняя поверхность глаза представлена вполне прозрачным для электромагнитного излучения стекловидным телом. Таким образом, через глаз мозг практически напрямую связан с окружающим пространством: во всех остальных направлениях он окружен толстым защитным слоем из кости и кожи. Интересно, а если посмотреть собеседнику в глаза, как изменится разность потенциалов на сетчатке этих глаз и какие

электроимпульсы побегут в его мозг? СВЧ-радиоволны, попадая на клетки наших глазных нервов, должны вызывать в них слабый наведенный электрический ток. Эти биотоки затем поступают в мозг. Но вот есть ли в нем центр, наподобие зрительного, способный эту информацию расшифровать и воспринять? Современные томографы позволяют это выяснить. И если такой центр дальновидения и телепатии удалось бы обнаружить, то вопрос о существовании телепатии перешел бы в поиск методов того, как заставить этот центр работать, пробудить от спячки. На Востоке это называлось — раскрыть третий глаз Будды.

По законам квантовой механики спектр СВЧ-радиоизлучения клеток живого организма должен быть сплошным и широкополосным. Делать узкополосным и сложномодулированным это излучение может только мозг. Не случайно между насекомыми, обладающими только нервными центрами, и животными существует огромный эволюционный разрыв. Экстрасенс отличается тем, что у него импульс излучения и соответственно мощность СВЧ-излучения в единицу времени значительно больше, чем у среднего человека. Но при этом экстрасенс может увеличивать и уменьшать мощность этих сложноструктурных электромагнитных радиоизлучений. Вероятно, способности экстрасенсов в основном определяются особенностями биохимии их организма. Поэтому этому искусству вряд ли можно научиться, не имея природного дара.

С.А.Цимбалюк,
nootelep@yandex.ru

Канал для иона

История поиска ионных каналов в мембранах клеток связана с целой серией Нобелевских премий. Ее начал Вильгельм Оствальд (премия 1909 года), который в 1890 году пришел к выводу о том, что электрические токи в живых организмах могут быть связаны с движениями ионов через мембраны клеток.

Следующая премия (1964 год) досталась А.Ходжкину и А.Хаксли. В начале 1950-х годов они внимательно изучили ионный транспорт через гигантский аксон кальмара и высказали основную идею: в мембране для каждого иона, прежде всего натрия и калия, имеется свой канал. Никакой другой ион через этот канал пройти не может. Сам же канал пребывает либо в открытом, либо в закрытом состоянии в зависимости от электрического потенциала на мембране. Благодаря такому устройству удается обеспечить быстрые потоки ионов через мембра-

Электровидение мормирусов



ФОТОФАКТ

В Африке, в мутных озерах и реках, живут удивительные рыбки — мормирусы, они же клюворылы. Их главная особенность — наличие электрического органа у хвоста. С его помощью мормирус формирует импульсный сигнал, а группы нервных клеток, разбросанные по всей поверхности тела другой рыбки, принимают этот сигнал. Те же клетки, впрочем, реагируют и на другие изменения окружающих электрических полей; считается, что рыбки таким образом приспособились ориентироваться в мутной воде, где ничего не видно.

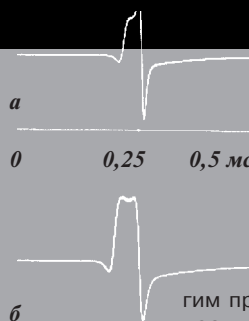
В частности, обмениваясь электрическими сигналами, мормирусы находят себе пару для последующего продолжения рода, и тут (как сообщает «Journal of Experimental Biology», июнь, 2006) начинается самое интересное. «С середины 70-х в нашей лаборатории изучают электрические сигналы мормирусов Хопкинса из габонской реки Ивиндо, — рассказывает аспирант Мэтью Арнегард, который работает под руководством профессора Карла Хопкинса из Корнеллского университета (США). — И похоже, нам удалось заметить образование двух видов, причем в самом его начале». Ученые выделили два типа рыбок, которые подают разные сигналы и при этом внешне не слишком похожи друг на друга. А генетическая экспертиза показала, что геномы их одинаковы. «Превращение одного вида в два может начаться по мно-



Белые точки, которыми усеяно тело мормируса, — это лишенные пигмента поры. Под ними спрятаны электрические рецепторы. Электрический рецептор мормируса состоит из нескольких клеток диаметром 60 микрон, которые присоединены к нерву, покрытому толстой миелиновой оболочкой. Когда рыбка излучает импульс, она отключает рецепторы и сама себя не слышит. Рецептор не реагирует на амплитуду электрического сигнала, а фиксирует скорость его изменения, то есть профиль импульса, чувствительность же составляет 0,1 мВ/см. Как показал Карл Хопкинс в 1986 году, у рецепторов рыбки есть два максимума распознавания — около 1,5 кГц и между 0,5—1 кГц



Фото Карла Хопкинса



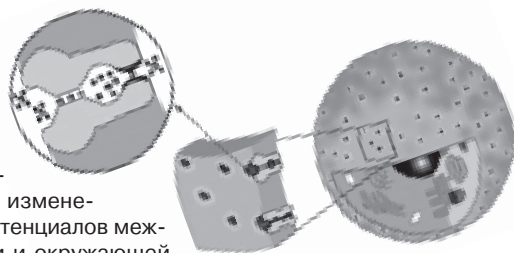
Типичные импульсы самцов (а) и самок (б) мормируса Хопкинса. Если сигнал самки разложить в Фурье-спектр, то есть на отдельные частоты, то его максимум как раз придется на 1,5 кГц

гим причинам. Один из них — неспособность представителей двух популяций давать потомство. В нашем случае причина такой неспособности в том, что рыбки с разными сигналами не могут заметить друг друга и создать пару», — говорит Мэтью Арнегард.

С.Анофелес

СПРАВКА

Схема ионного канала (из нобелевской лекции Мак-Киннона).



ну и, как следствие, быстрое изменение разности потенциалов между телом клетки и окружающей средой. (Позднее выяснилось, что открытием и закрытием ионных каналов могут управлять также специальные сигнальные молекулы.) В 1998 году будущий нобелевский лауреат (2003 года) Родерик Мак-Киннон впервые сумел разглядеть структуру канала.

Он состоит из внешней и внутренней полостей, которые разделены фильтром. А между внутренней полостью и телом клетки расположены ворота. Фильтр устроен очень хитро. Обычно ион калия или натрия путешествует по окружающей клетку среде в гидратированном виде: к нему присоединена шуба из четырех молекул воды. Фильтр же содержит четыре атома кислорода, которые,

в случае, например, калиевого канала, расположены на точно таком же расстоянии друг от друга, на каком расположены молекулы воды вокруг иона калия. Попав в фильтр, такой ион

сменит шубу и даже этого не заметит. Если же ион будет другого размера, например маленький ион натрия, то пройти ему не удастся: водяная шуба не отцепится и будет мешать. Что же касается ворот, то они открываются в результате изменения конформации белка. Именно это изменение и происходит в ответ на изменение электрического потенциала мембраны.

Переток ионов сквозь каналы лежит в основе всей нервной деятельности, а также работы мышц и клеток эндокринных желез. Вот как выглядит прохождение электрического импульса по аксону нейрона в соответствии с результатами опытов Ходжкина и Хаксли. Обычно концент-

рация ионов калия внутри клетки гораздо выше, чем снаружи. Потенциал же внутри клетки — отрицательный по отношению к внешней среде и равен примерно 80 мВ. При прохождении нервного импульса на мембрану подается возбуждающий потенциал. Он имеет пороговое значение, примерно равное 50 мВ. Если потенциал ниже этого критического значения, ничего не происходит, а если выше, то мембрана деполяризуется. При этом открываются натриевые каналы, и ионы натрия входят внутрь клетки. В результате внутренняя поверхность мембраны меняет знак своего заряда с минуса на плюс. Потом следует этап генерации импульса, во время которого открываются калиевые каналы, и сквозь них ионы калия покидают клетку. Заряд мембраны восстанавливается. Через некоторое время она вновь способна проводить импульс. Всего за время генерации одного импульса через квадратный микрон поверхности волокна проходит по 20 тысяч ионов натрия и калия.

П.Данилов