

## S U M M A R Y

**Электрорецепторная сенсорная система** рыб включает в себя:

Акустический (100-200 м),

гидромеханический (органы боковой полосы) 10см-5м,

оптический (20-60 м),

химический (1см- 4км),

световой,

контактный и электронный «каналы связи».

Биоэлектрические поля создают: ионные токи, протекающие через жаберные филаменты и эпителий кишечника, и мышечные движения.

Камбала, лежащая спокойно под песком, генерирует биоэлектрические поля напряженностью, в среднем, 0,2 мкВ/см на расстоянии 10 см от рыбы. Поля, создаваемые раненой тканью, существенно мощнее. *Поля колеблются по величине в соответствии с ритмом дыхательных движений рыбы.*

Большинство рыб обладают способностью детектировать электрические поля в окружающей среде. Электрочувствительность рыб чрезвычайно остра— **5 нВ/см**, что *эквивалентно градиенту в 0,5 В на дистанции в 1000 км*

Биологические **функции сильных и слабых электрических разрядов**: сильные — оглушение и привлечение жертв (поле вокруг рыбы приводит к электролизу воды, происходит обогащение воды кислородом, что приманивает рыб, лягушек); сильное СЭП способно ввести жертву в состояние электронаркоза; слабые - для электроэхолокации, коммуникации, обозначения границ территории, различают на расстоянии передвигающихся рыб по их биопотенциалам.

Слабые разряды испускаются электрическим органом в хвосте в виде серии высокочастотных импульсов: гимнот (*Gymnotus*). Импульсы длительностью 1 мс  $\nu=50$  Гц (в покое) и  $\nu=200$  Гц (при питании); гимнарх (*Gymnarchus niloticus*)- импульсы 1 мс (1 В) в диапазоне 200 - 300 Гц. Хрящевые рыбы используют магнитное поле Земли для навигации: *поддерживают постоянный курс* на дистанциях в сотни километров, движутся по маршруту, коррелирующему с магнитными аномалиями дна моря.

*Рыбы со слабыми электрическими свойствами* детектируют электрические поля, генерируемые движением в геомагнитном поле, и электрические поля, генерируемые другими животными. Их собственные электрические органы создают СЭП, которое искажается близко расположенными объектами. Искажения детектируются **электрорецепторной системой**. Клюворылые рыбы воспринимают *размер, форму, локализацию, электросопротивление, электроёмкость объектов* (в диапазоне 0,22-1,7 нФ до 120-680 нФ).

**При увеличении напряжённости СЭП** последовательно происходят:  
*анодная реакция* (рыбы движутся по направлению к аноду),  
*электронаркоз* (потеря равновесия, подвижности, отсутствие реакции на наружные раздражители),  
*возникновение в крови рыб* значимого количества *ацетилхолина*, вызывающего нарушение дыхания и обычной деятельности нервной системы,  
*смерть* рыбы.

Переменный ток вызывает у рыб более сильное возбуждение, чем постоянный. После его воздействия рыба длительно не может прийти «в себя» – состояние электрогипноза.

В *импульсных электрических полях* реакции рыб зависят от частоты, формы и длительности импульсов.

Степень восприимчивости слабых электрических полей сенсорами кожи зависит *от слоя слизи*. Рецепторные клетки - высокоспециализированные "датчики" восприятия сигналов снаружи и внутри организма.

К ***наружным стимулам*** относят механические возмущения, включая звук, давление, свет, изменение температуры, концентрации химических веществ, напряжённости СЭП.

**Электрические сигналы бывают:**

агрессивно-оборонительными,

групповыми,

межполовыми,

опознавательными,

стайными,

опознавательно-пищевыми.

**Электролокация рыб.** И слабо- и сильноэлектрические рыбы создают вокруг себя поле *дипольного типа*. Симметричность диполя зависит от электропроводности воды и искажений, когда в поле попадают объекты, отличающиеся от воды по электропроводности. При помощи собственного СЭП и электрорецепторов рыба ощущает возмущение поля при перераспределении электрических потенциалов по коже, определяет направленность воздействия либо "вторжения", величину объекта и пр.

Скорость распространения электрических волн в воде достигает 225 000 км/с. **Сигналы от других сенсорных систем запаздывают во времени**, а электрорецепция позволяет рыбам мгновенно реагировать на искажение поля (бегством либо нападением). Римский врач Скрибоний Ларг (Scribonius Largus) **использовал электрического ската Torpedo для шоковой терапии** при инкурабельных головных болях и подагре.

**Магнитное чувство у бактерий** доказано (Магнитотаксические бактерии *Aquaspirillum magnetotacticum*). Грамотрицательные формы с внутриклеточными железосодержащими гранулами, (магнитосомами), которые состоят из  $Fe_2O_4$  или магнетита. Грань кристалла достигает 42 нм, т.е. в пределах размера магнитного домена магнетита (40 - 100 нм). Магнетитовые гранулы образуют цепочки до 20 единиц в каждой бактерии. Магнитные включения действуют как **ферромагнитный геомагнитный биокомпас**. Они позволяют бактериям **плыть вдоль магнитных силовых линий**. В северном полушарии эти линии направлены вниз, соответственно, вниз плывут и магнитотаксические бактерии. Изменение внешнего магнитного поля изменяет направления их движения.

## Действие электрического и магнитного полей на биологические объекты.

Магнитное вещество (магнетит?) образует **часть магниторецептора, связанного с глазной частью тройничного нерва птиц.**

Магнитные поля влияют на метаболизм эпифиза млекопитающих, включая человека: *воздействуют на циркадные ритмы, контролирующие синтез мелатонина.* На человека воздействуют: *электрические и магнитные поля, солнечная активность, атмосферные газы, космические лучи.* В результате чего формируется метеочувствительность. Меняются:

тонус сосудов

состав крови

теплопродукция

гормональный фон.

В дни резкого изменения погоды в 2 раза увеличивается количество сердечных и гипертонических приступов.

Сложилась **ситуация глобального облучения электромагнитными полями.** Происходит массовое, регулярное облучение головного мозга с риском развития опухоли. ЭМП м/б опасным при продолжительном регулярном облучении  **$\geq 0,2$  мкТл.**

43% животных заболело **лимфомой**. У крыс повышалась проницаемость гематоэнцефалического барьера, нарушение эмбрионального развития и наблюдались **гистохимические изменения клеток головного мозга**, что может привести к *эпилепсии, ослаблению иммунной системы, возникновению онкологических заболеваний.*

Эффект «теплого шока» после воздействия на кровь ЭМИ сотового ТФ сохраняется 72ч. ЭМП опасно при продолжительном регулярном облучении интенсивностью  **$\geq 0,2$  мкТл.** Максимально допустимое значение SAR (Specific Absorption Rate) 2 Вт/кг.

У человека возникает *радиоволновая болезнь*, которую сопровождают **3 синдрома**: *астеновегетативный, астенический, гипоталамический.*

**Диапазоны наиболее опасных для человека излучений:**

**30 — 300 Гц** = Сверхнизкие частоты, опасны для отдельных органов.

**0,3 — 30 ГГц** = Ультравысокие и сверхвысокие частоты, даже 1 квант энергии повреждает живую ткань.