

Восприятие ЭМИ разными видами ЖИВОТНЫХ

**Особенности
электрогенерирования,
электро- и
магниторецепции
ЖИВОТНЫХ**

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.

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.

*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).*

Электрорецепторная сенсорная система

рыб включает в себя:

Акустический (работает на дистанции 100–200 м),

гидромеханический (органы боковой линии)

(дистанция для «связи» 10 см–5 м),

оптический (20–60 м),

химический (1 см–4 км),

световой,

контактный и электронный «каналы связи»

Биоэлектрические поля создают: **ионные токи**, протекающие через жаберные филаменты, **эпителий кишечника** и **мышечные сокращения**. Лежащая камбала на расстоянии 10 см генерирует биоэлектрические поля напряжённостью, в среднем, 0,2 мкВ/см.

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*

Рыбы-"электрогенераторы"

Всех рыб в зависимости от способности создавать электрические поля условно подразделяют на 3 группы:

- **сильноэлектрические** виды. Имеют особые электрическими органами и создают вокруг себя сильное электрическое поле с целью обороны либо нападения (*пресноводный электрический угорь, электрические скат и сом, южноамериканский звездочёт*);
- **слабоэлектрические** рыбы. Имеют **электрогенерирующие ткани** (не органы!), создают импульсные электрические поля для локации и связи;
- **неэлектрические** рыбы.

Характеристики СЭП поле вокруг угря: напряжение 1200 В, сила тока 1,2–1,4 А, распространённость на расстоянии **до 5 м!** По выражению британского ученого Н. Тимбергена, "электрический угорь может зажечь вокруг себя полдюжины 100-ваттных лампочек".

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.

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 бактерии *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.**

В настоящее время сложилась **ситуация глобального облучения электромагнитными полями.** Магнитные поля влияют на метаболизм эпимлекопитающих, 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. В дни резкого изменения погоды в 2 раза увеличивается количество сердечных и гипертонических приступов.
Меняются:
тонус сосудов
состав крови
теплопродукция
гормональный фон.

Действие ЭМИ на лабораторных животных

Лабораторных мышей 2 раза в день в течение 30 мин облучали импульсным модулированным ЭМП со стандартной для сотовой связи частотой 900 МГц (д-р Майкл Рипачелли). Через 1,5 года 43 % животных заболело **лимфомой**. У крыс повышалась проницаемость гематоэнцефалического барьера и наблюдались **гистохимические изменения клеток головного мозга** (проф. Л.Салфорд, Швеция), что впоследствии может привести к **эпилепсии, ослаблению иммунной системы, возникновению онкологических заболеваний**.

Действие ЭМИ на лабораторных животных

В 2 инкубатора поместили куриные яйца. Над одним — повесили сотовый ТФ, работающий в режиме: 1,5 мин вкл, 0,5 мин выкл. Нарушение эмбрионального развития началось на 3-й день. Из «слушавших» ТФ вылупились лишь 25,4 %!.. Но и они оказались нежизнеспособны (проф. Ю. Григорьев, Институт Биофизики, Москва).

Действие ЭМП на человека

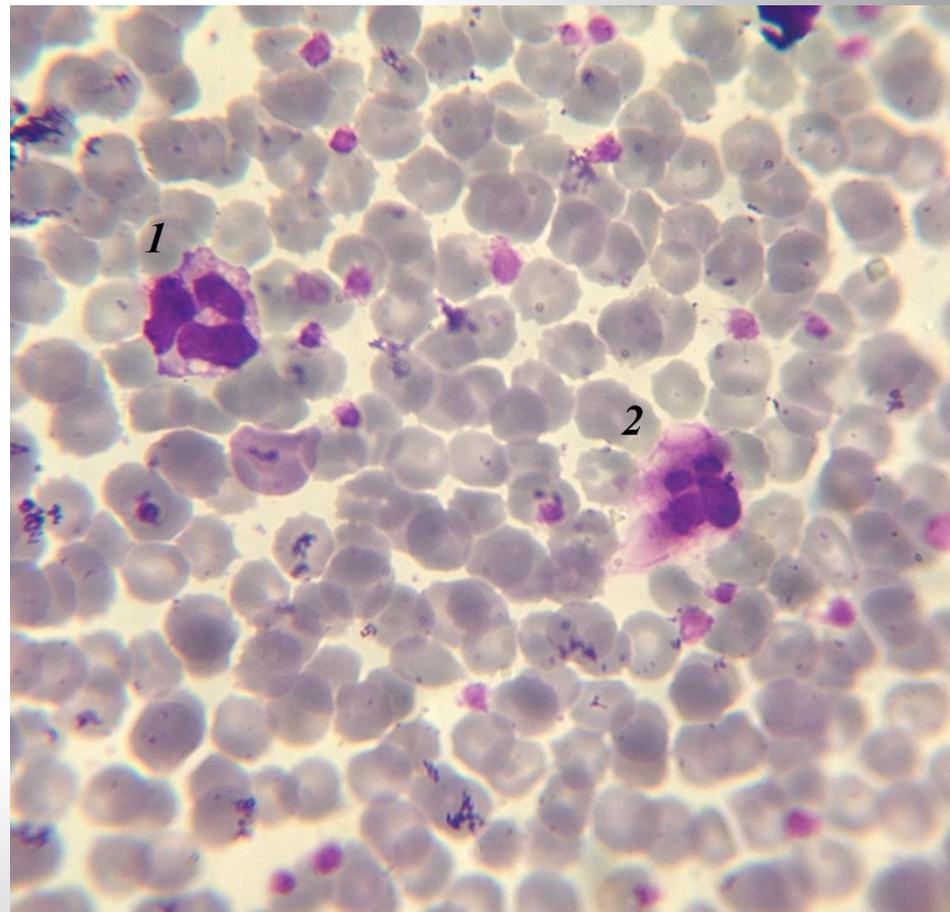
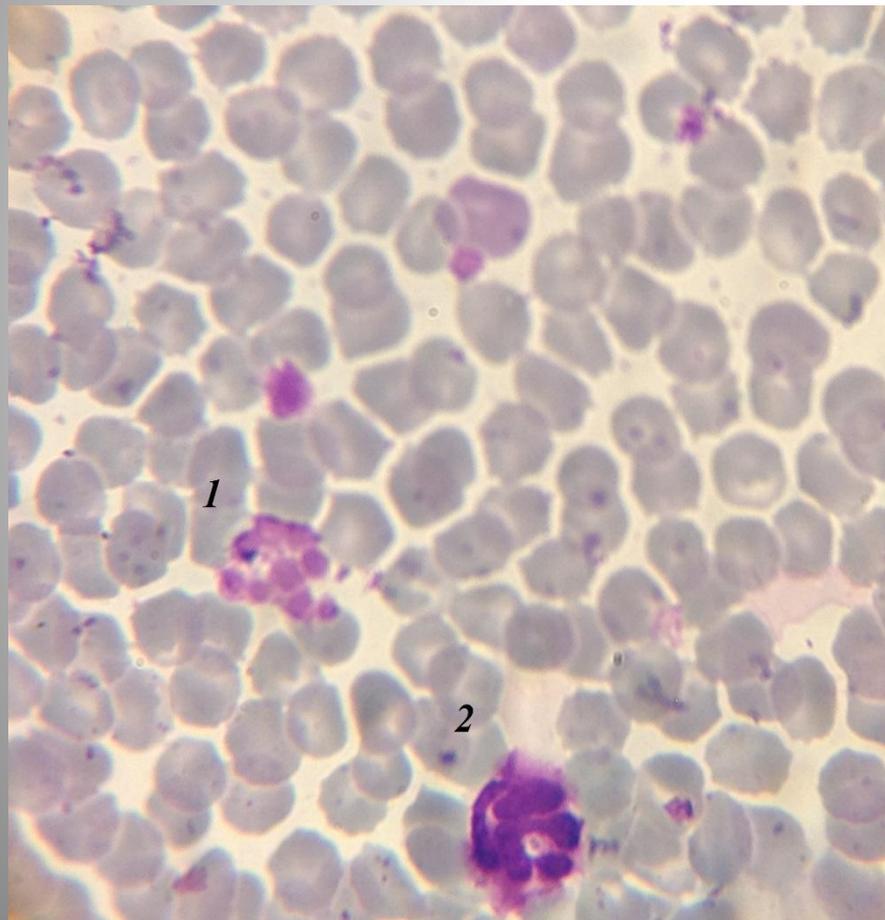
Венгрия. Добровольцев просили по 7,5 мин поговорить по ТФ. Изменились биотоки мозга, замедлилось мозговое кровообращение, в норму организм приходил 2 ч.

Бристольский онкоцентр, отделение биофизики. ЭМП влияет на головной мозг по нарастающей. Дети хуже воспринимают материал урока, если на перемене пользовались сотовым ТФ.

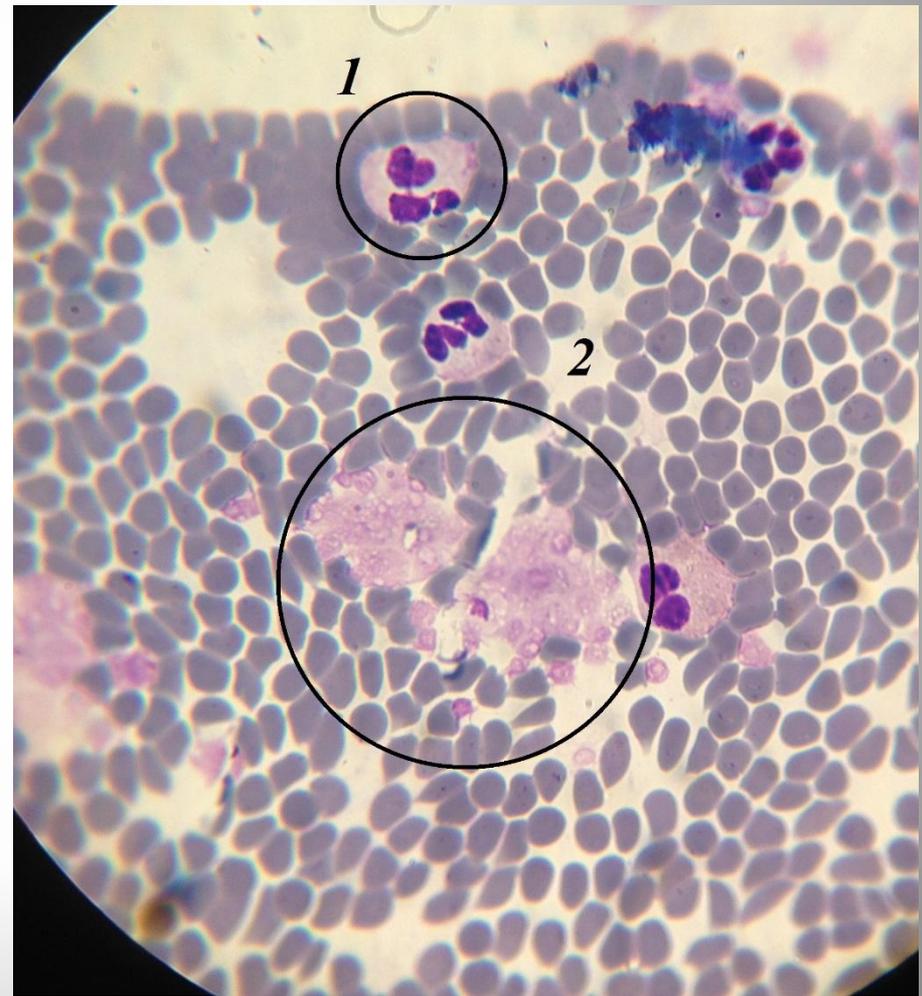
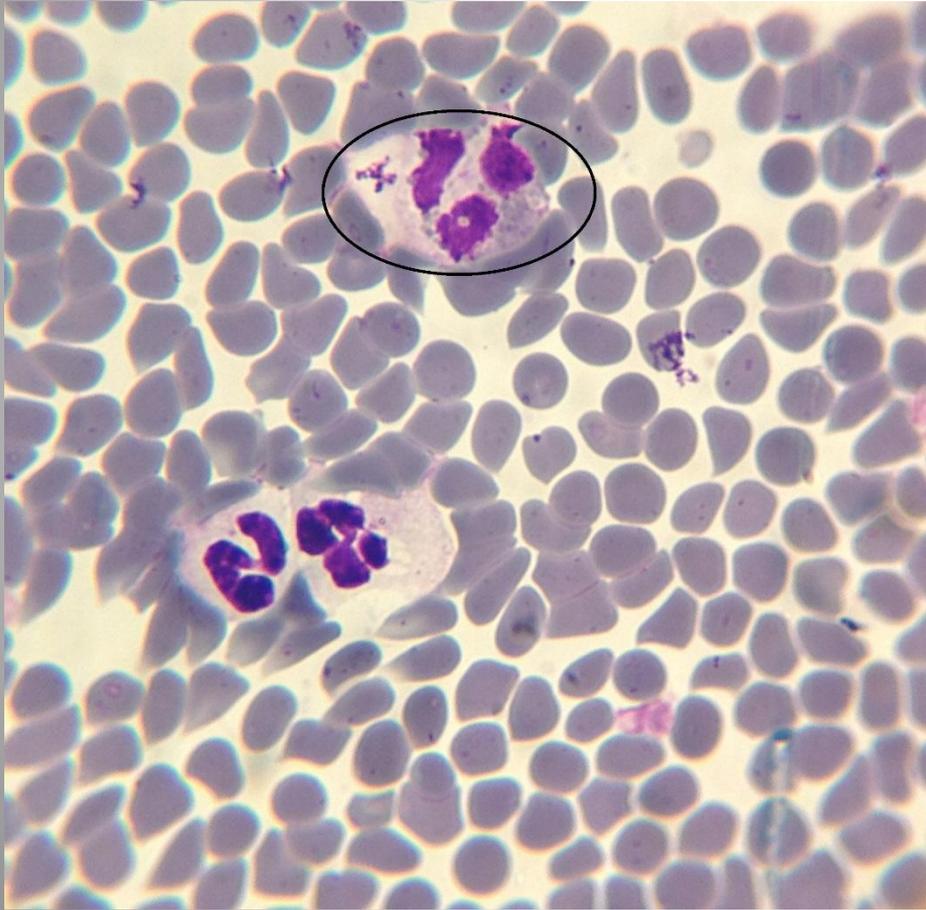
Стокгольмский университет. Включали ТФ рядом с пробирками с кровью человека. Через час кровь «закипела»: лимфоциты вели себя так, будто у человека жар 44° . Эффект «теплого шока» сохранялся 72 ч, при этом температура пробы не менялась.

Клетки крови собаки в СЭП.

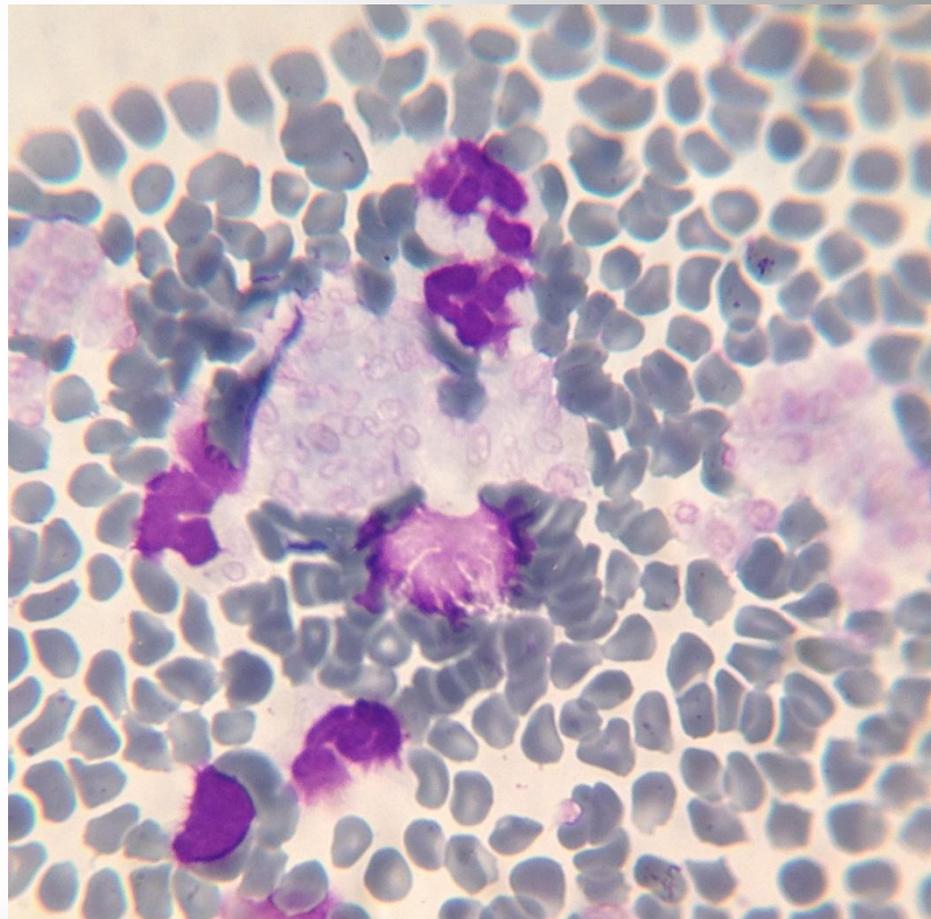
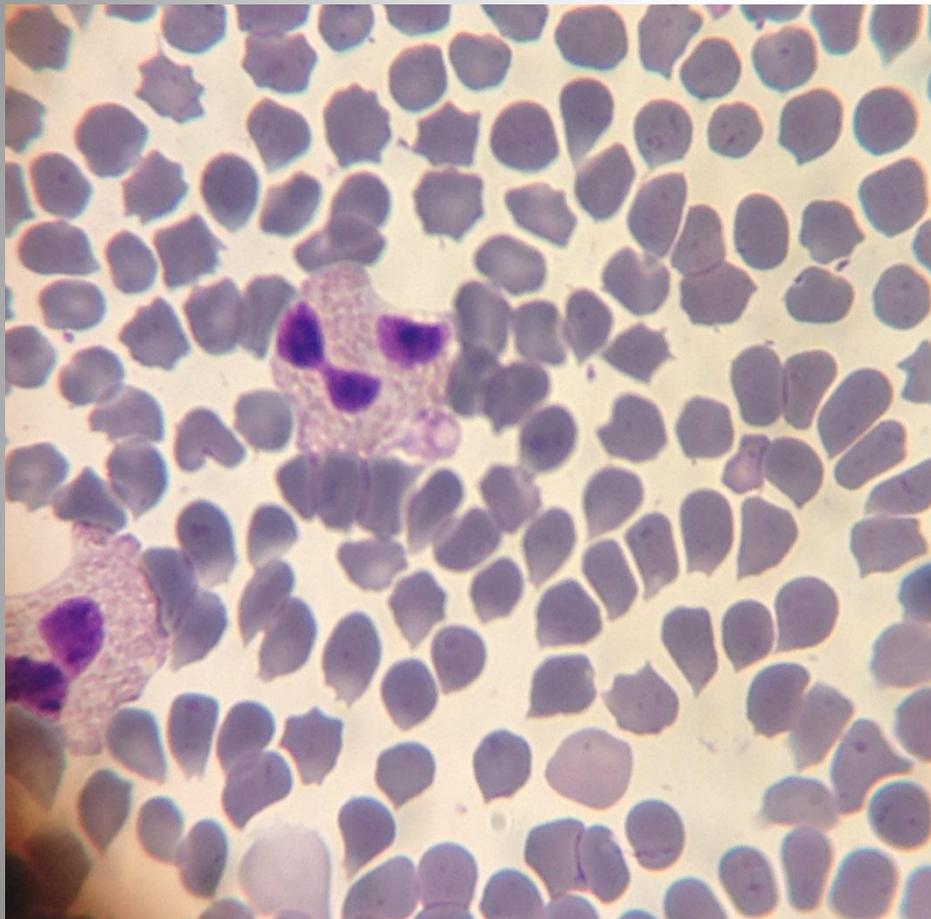
$E = 3.207 \dots 2.857$ кВ/м



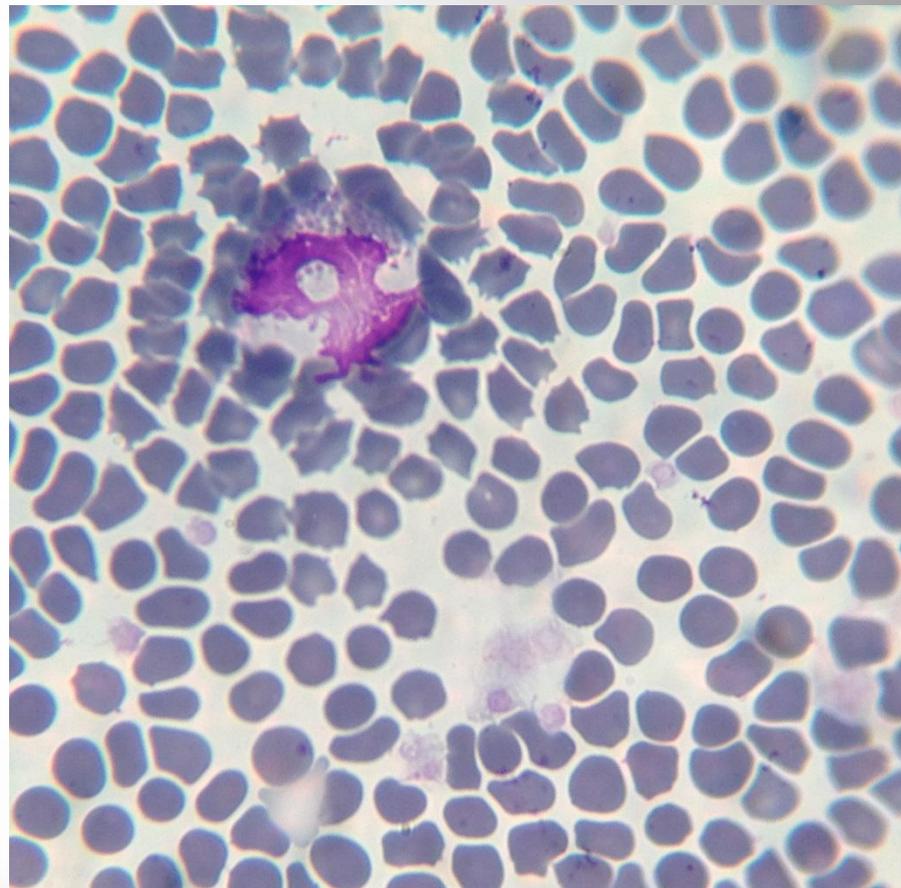
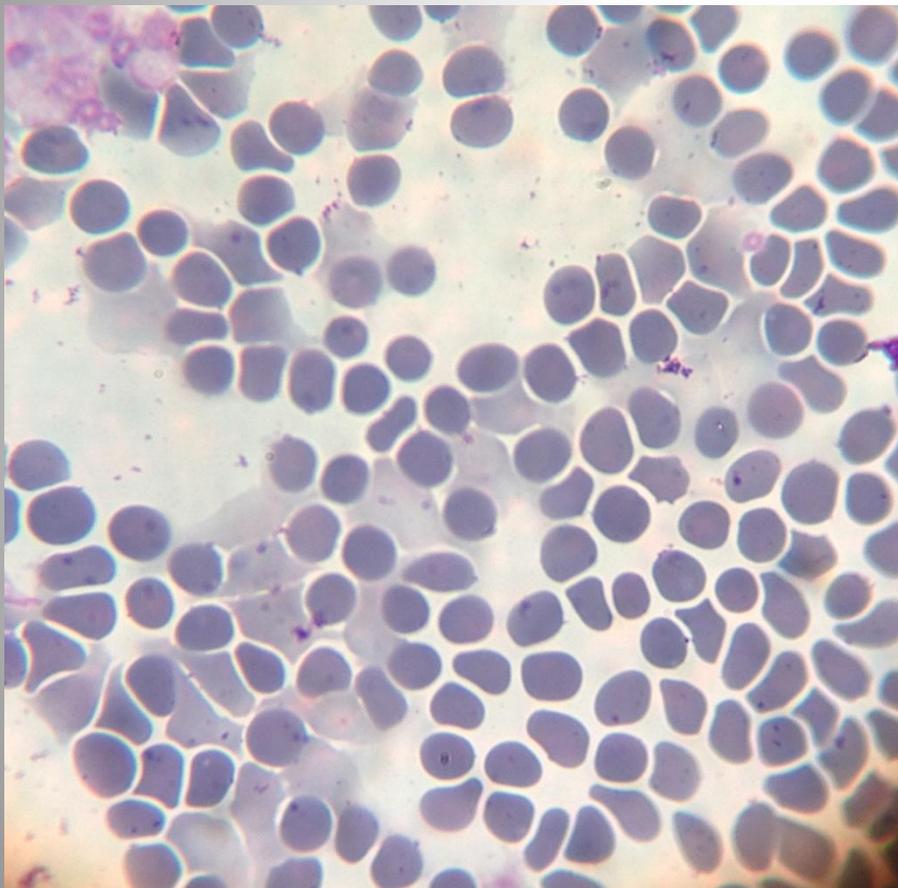
Клетки крови кошки в СЭП. Слева — базофил или сегментоядерный нейтрофил



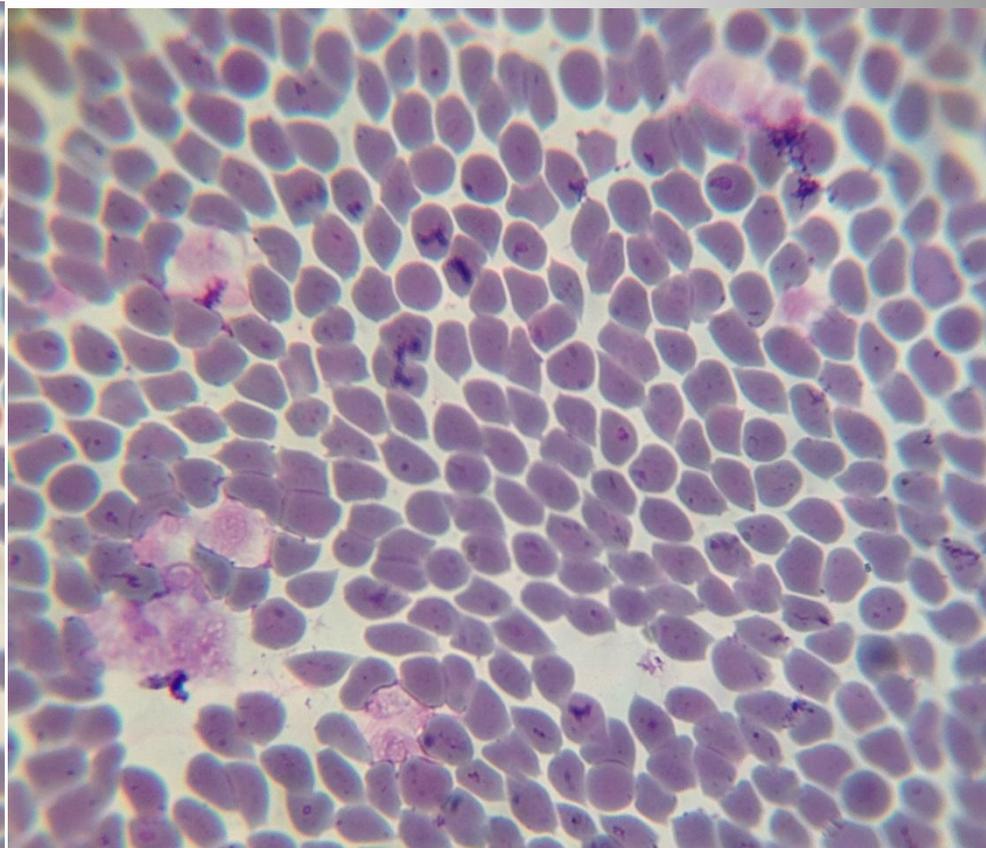
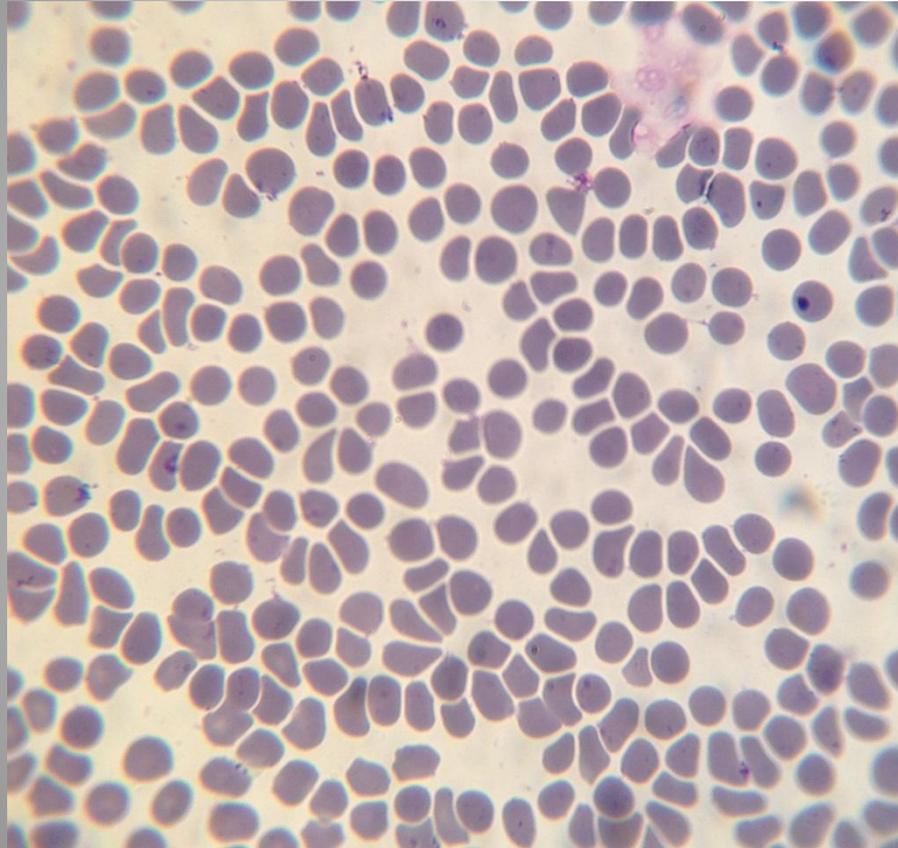
Клетки крови кошки в СЭП



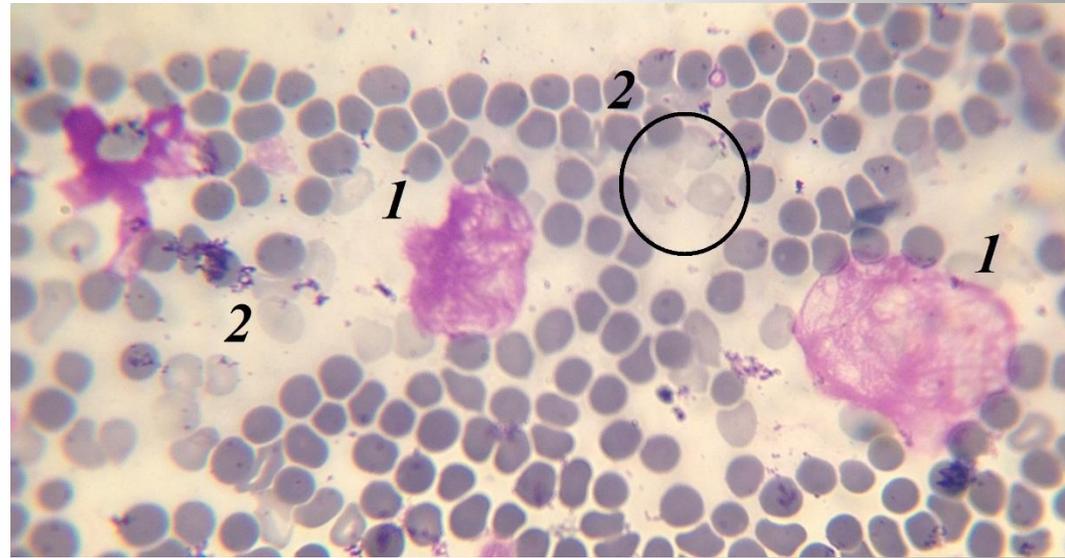
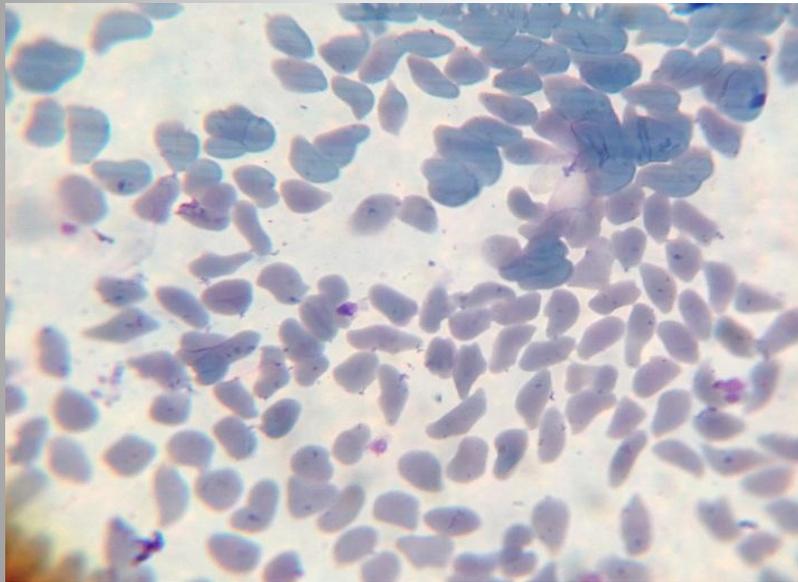
Клетки крови кошки в СЭП



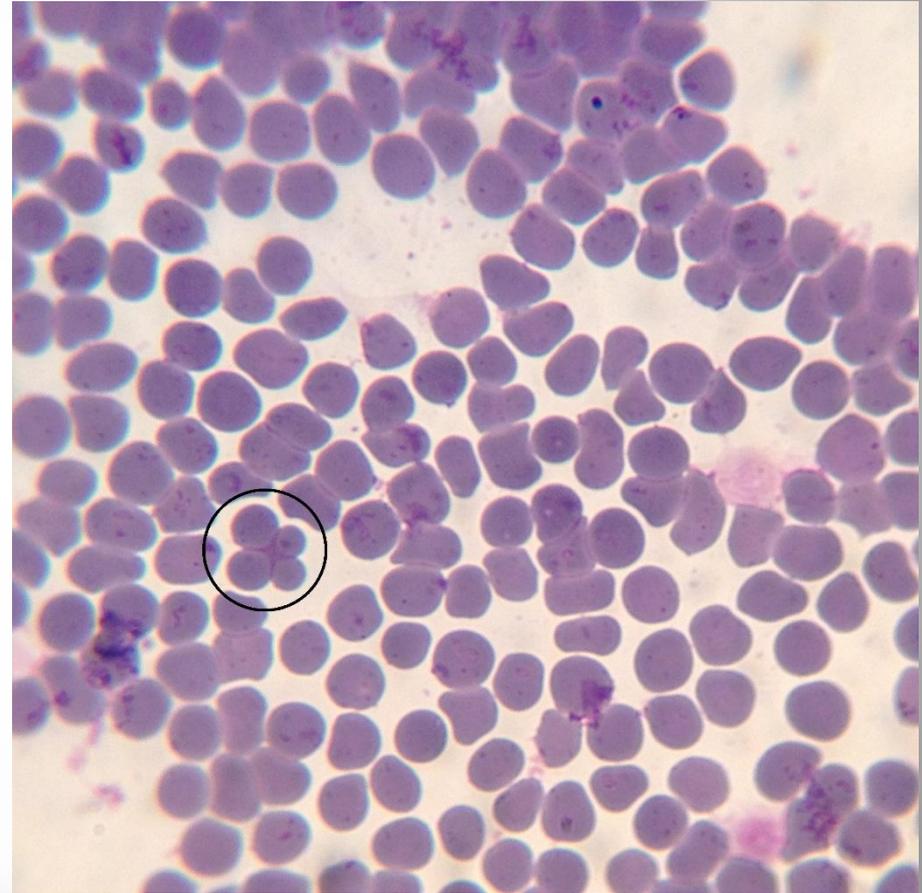
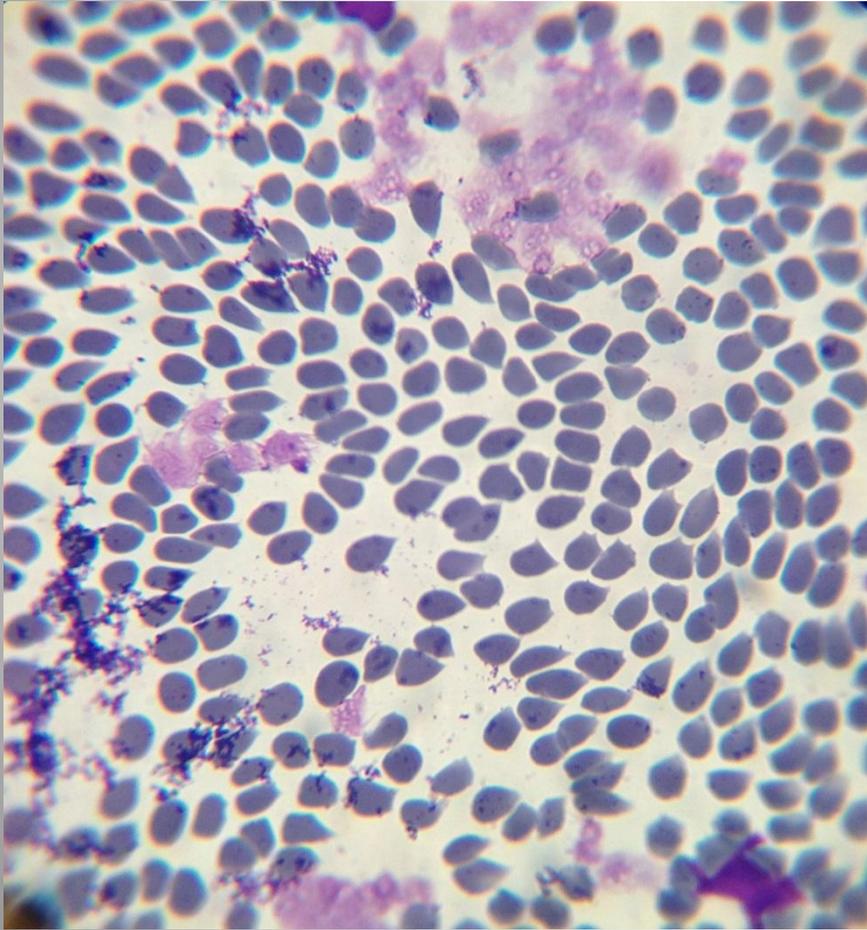
Эритроциты в СЭП



Эритроциты кошки в СЭП



Эритроциты и тромбоциты в СЭП



Действие ЭМП на человека

Крайне опасна

работа сотовых ТФ в режиме ожидания в зданиях (кабинеты, лифт), в метро.

Это связано с тем, что для поддержания связи мощность излучения доводится до максимума.

Наименьшая опасность от ТФ при его включении на улице.

Механизм взаимодействия

С биофизической точки зрения в основе биологического саморегулирования лежат колебательно-волновые процессы. При любых колебательных процессах (магнитное излучение клеток организма) испускается ЭМВ. Все органы имеют ω_0 (сердце, лёгкие) и свой «ритм»; выявлено ~300 суточных ритмов. Т.о. человек и животные — совокупность колебательных контуров. Однако окружающие нас приборы (СВЧ печи, компьютер, ТВ), транспорт на электроприводе (М, Т, Тр) тоже источники ЭМИ. В результате взаимодействия колебаний и волн, подчиняющемся общим закономерностям, у человека возникает заболевание— *радиоволновая болезнь*.

Радиоволновую болезнь
сопровождает **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.

ЭМП опасно для человека
при продолжительном
регулярном облучении
интенсивностью $\geq 0,2$ мкТл.

Максимально допустимое
значение SAR (Specific
Absorption Rate) **2 Вт/кг.**