Физиология возбудимых тканей

Свойства возбудимых тканей:

- Раздражимость способность реагировать в ответ на внешнее раздражение изменением обмена веществ
- Возбудимость способность реагировать возбуждением в ответ на внешнее раздражение

Специфические и неспецифические реакции

Опыты Гальвани (1-й опыт,Вольта, 2-й опыт)

Опыты Дюбуа-Реймона (вторичный тетанус)

Строение клеточных мембран (жидко-мозаичная модель, 6-12 нм)

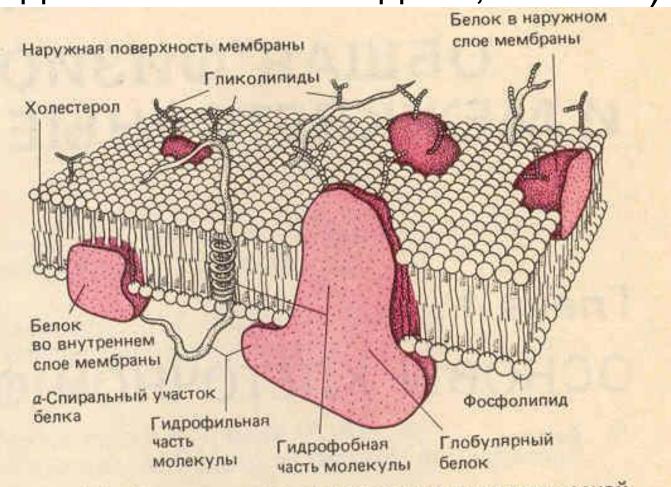


Рис. 1.2. Схематическое изображение плазматической мембраны. Белки погружены в фосфолипидный бислой, причем некоторые из них пронизывают бислой, тогда как другие только заякорены на наружном или внутреннем слое [1, 10]

Функции клеточных мембран

- барьерные;
- регуляторные;
- электрические
- Медиаторные

Емкость, проводимость, проницаемость

Строение и функции ионных каналов мембраны клетки (0,5-0,7 нм).

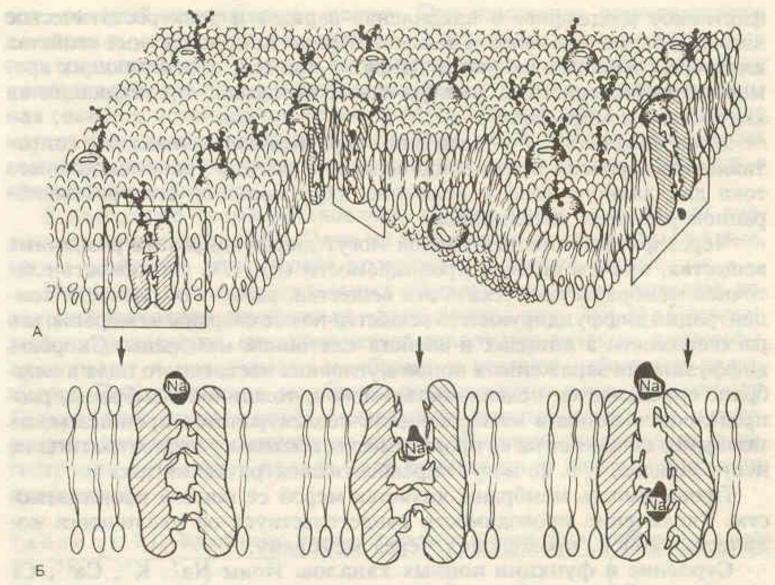
T	9 6	T M II 9	21	Важнейшие	ионные	канапы	ш	ионные	TOKH	возбупимых	клеток
	au	71 M II G	der h .	Dawnenmuc	MOHINGE	WINDLESS OF	41	ANCARIES DAC	LOWE	пообуданныем	wait ion

Тип канала	Функция	Ток	Блокатор канала	
Калиевый (в покое)	Генерация потенциала по- коя	I _K ⁺ (утечка)	ACT	
Натриевый	Генерация потенциала действия	I _{Na} +	TTX	
Кальциевый	Генерация медленных по- тенциалов	I _{Ca} ²⁺	D-600, верапа- мил	
Калиевый (задер- жанное выпрямле- ние)	Обеспечение реполяриза- ции	I _K ⁺ (задержка)	AET	
Калиевый кальций- активируемый	Ограничение деполяриза- ции, обусловленной то- ком Ca ²⁺	IK+Ca2+	ACT	

Примечание. ТЭА — тетраэтиламмоний; ТТХ — тетродотоксин.

Свойства клеточных каналов

- Селективность
- Проводимость



Puc. 2.1. Трехмерная жидкостно-мозаичная модель клеточной мембраны по Singer—Nikolson.

А — фосфолипидный бислой, в котором погружены белки; Б — различные моменты движения ионов Na[†] через натриевый канал.

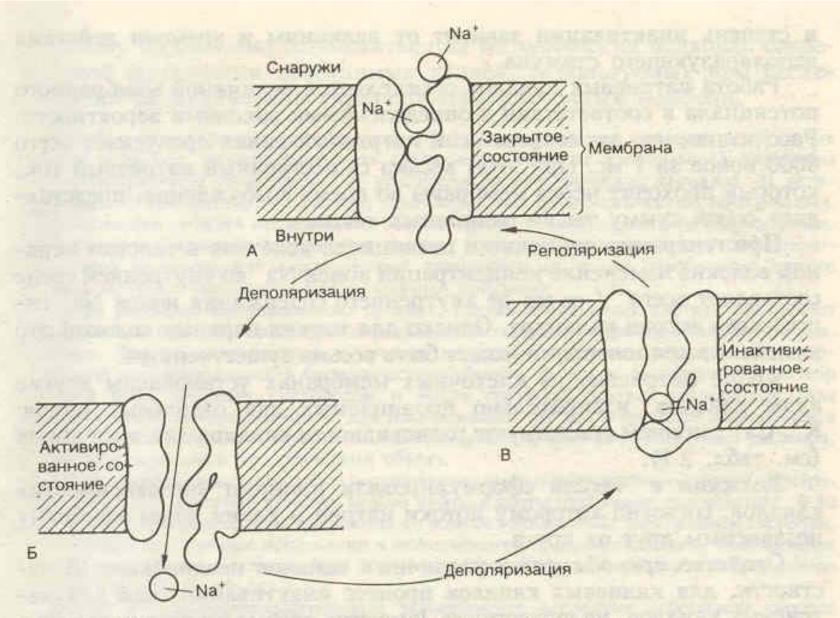


Рис. 2.4. Работа натриевых каналов и «воротных» механизмов.

А — в покое m-активационные ворота («m-ворота») закрыты; Б — при возбуждении «m-ворота» открыты; В — закрытие «п-ворот» (инактивация) при деполяризации.

Модель натриевого канала

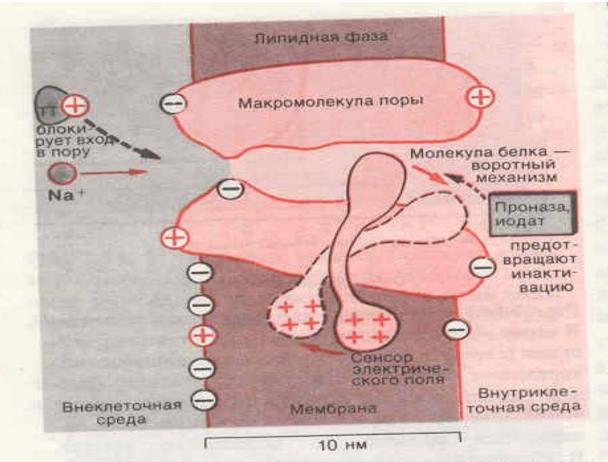
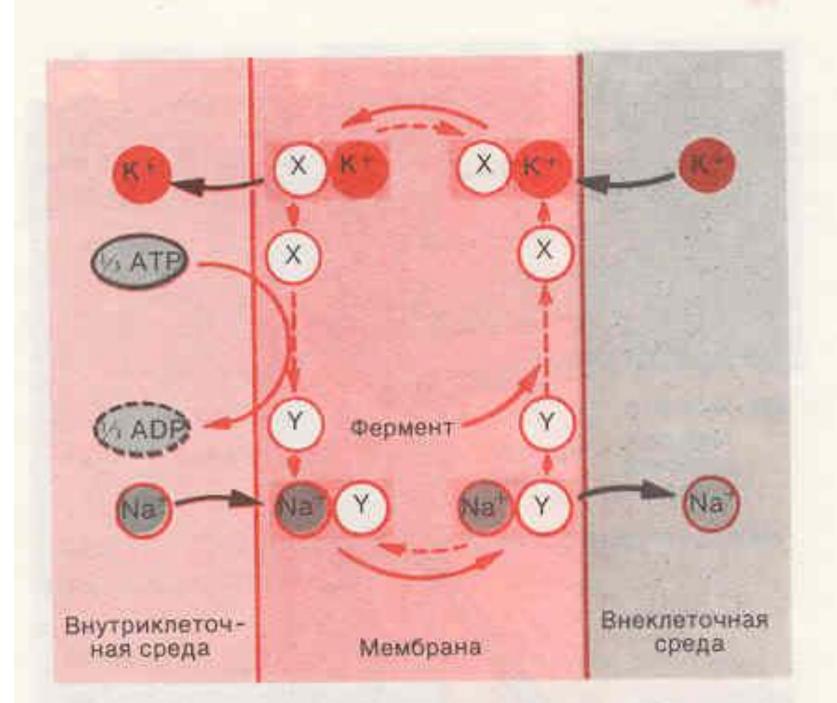


Рис. 1-17. Схематическая модель Na⁺-канала в мембране. Компоненты мембраны и ионы изображены в приближенном масштабе. Ионы Na⁺ способны проходить через пору; прерывистыми стрелками показано место действия ингибиторов – тетродотоксина (ТТ), который блокирует вход в пору, проназы и иодата, которые предотвращают инактивацию [10, 18].



Методы изучения возбудимых клеток

- Микроэлектродный метод регистрации электрического потенциала мембраны.
- Методы раздражения возбудимой клетки.

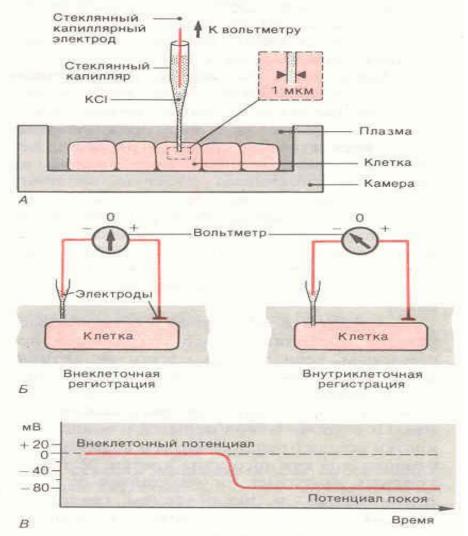


Рис. 1-2. Внутриклеточная регистрация мембранного потенциала. А. Клетка помещена в камеру, заполненную плазмой крови (или физиологическим раствором). Б. Слева: оба электрода, отводящий и референтный, находятся вне клетки – вольтметр регистрирует между ними нулевую разность потенциалов. Справа: отводящий электрод введен в клетку, а референтный находится вне клетки – вольтметр регистрирует величину потенциала покоя. В. Потенциал до и после введения электрода в клетку.

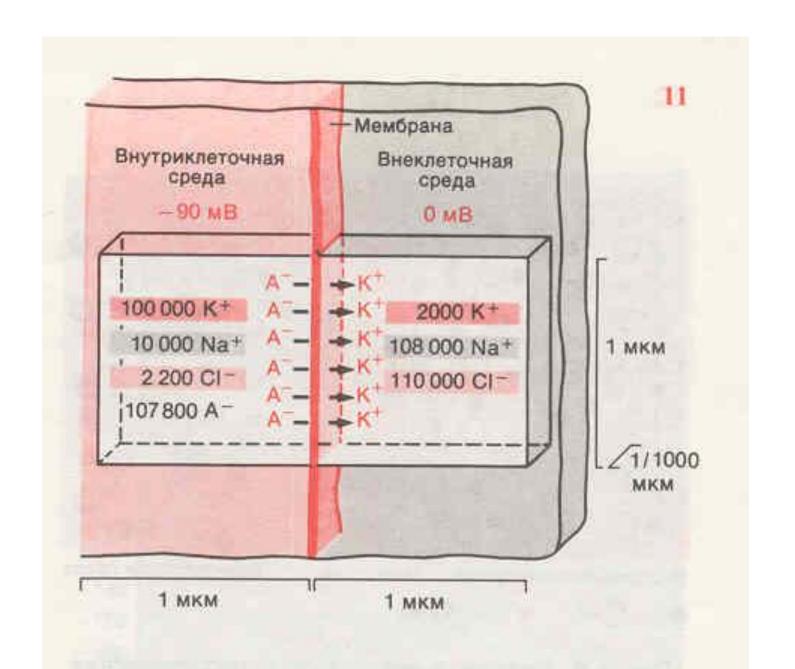
Потенциал покоя

Таблица 1-1. Внутри- и внеклеточные концентрации ионов для мышечной клетки теплокровного животного, ммоль/л

Внутриклеточная	Внеклеточная				
Na ⁺	12	Na+		145	
K ⁺	155	K+		4	
CI-	4	Другие в	катионы	- 5	
HCO ₃	8	Cl-		120	
A-		HCO ₃		27	
Мембранный потенциал — 90 мЕ		Другие а	анионы	7	

$$E = \frac{RT}{ZF} \ln \frac{K_o^+}{K_i^+}$$

Содержание ионов внутри и снаружи клетки



Потенциал действия

Voltage-clamp

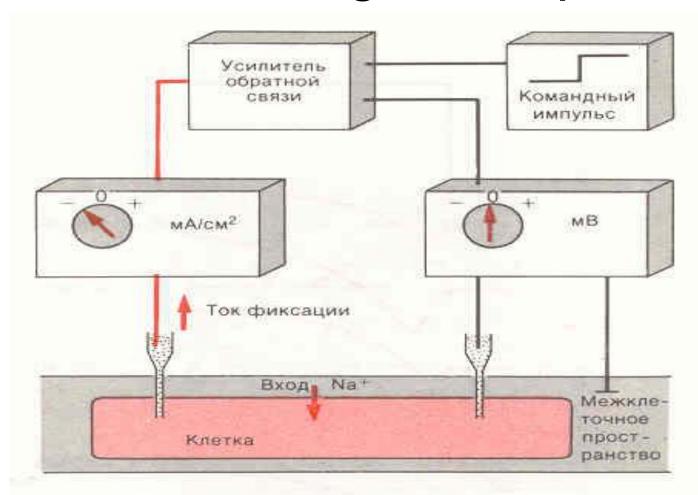


Рис. 1-11. Фиксация потенциала. Регистрируемый потенциал сопоставляется с командным потенциалом, и всякое различие между ними устраняется путем автоматического пропускания соответствующего по величине компенсаторного тока.

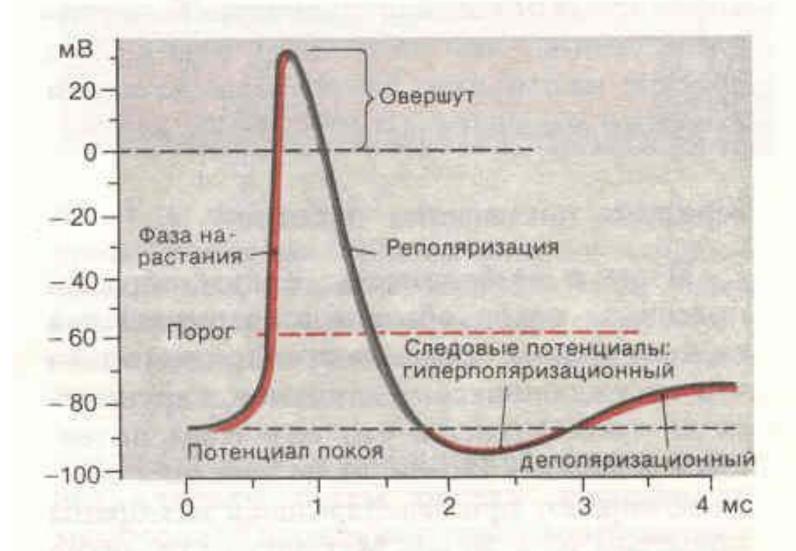
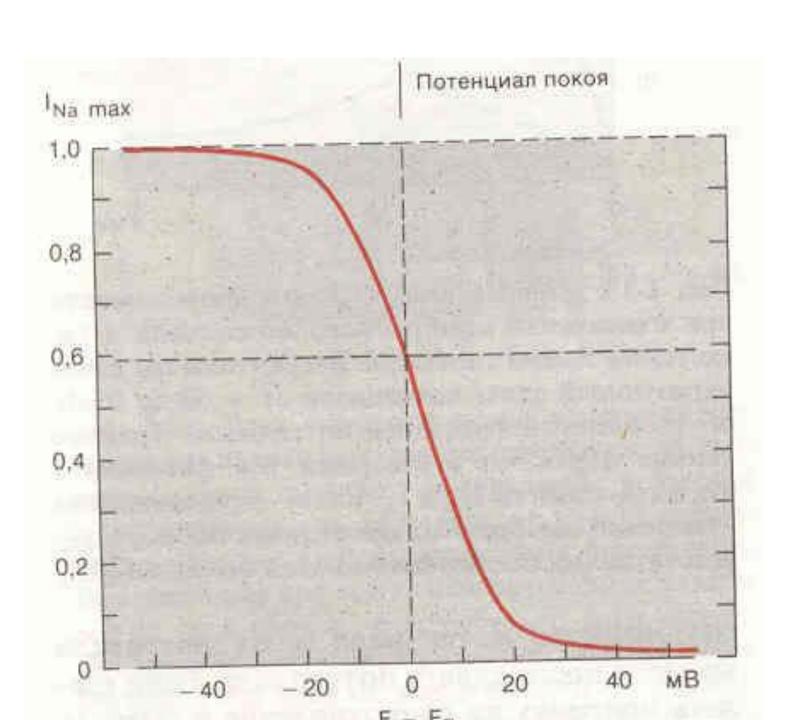


Рис. 1-10. Фазы потенциала действия; временной ход потенциала действия в нерве. Описание в тексте.

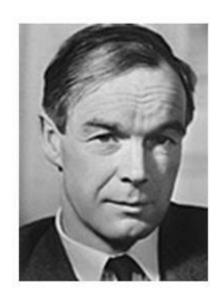


Рис. 1-14. Мембранные проводимости во время потенциала действия в гигантском аксоне кальмара. g_{Na} и g_K рассчитывали, подавая серии деполяризующих скачков (см. рис. 1-12, 1-13) [23].

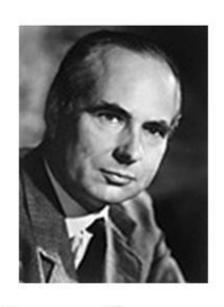




Нобелевская премия 1963 года в области физиологии и медицины



Алан Ходжкин



Эндрю Хаксли



Сэр Джон Экклс

«За открытия ионных механизмов возбуждения и торможения нервных клеток»

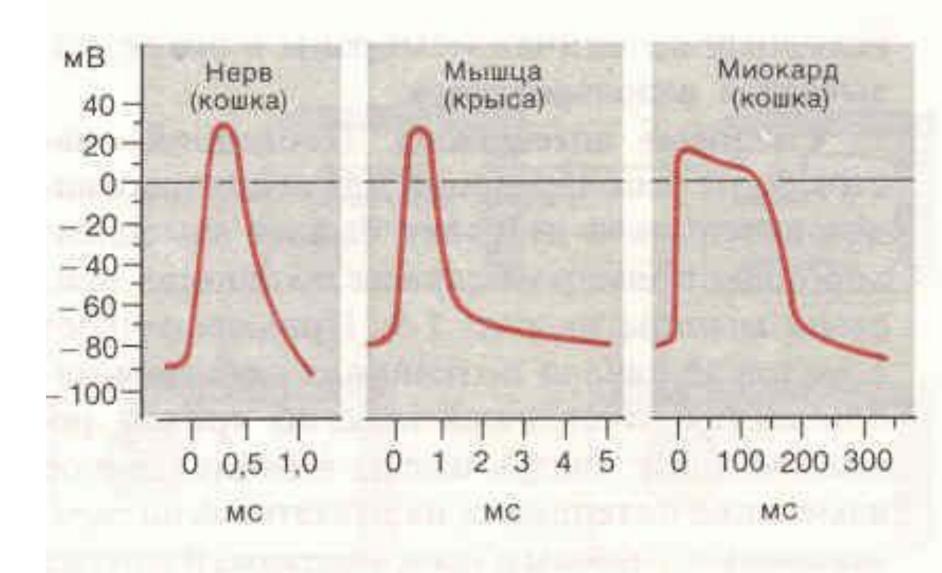


Рис. 1-9. Потенциалы действия в различных тка-

Действие различных форм электрического тока на заряд мембраны

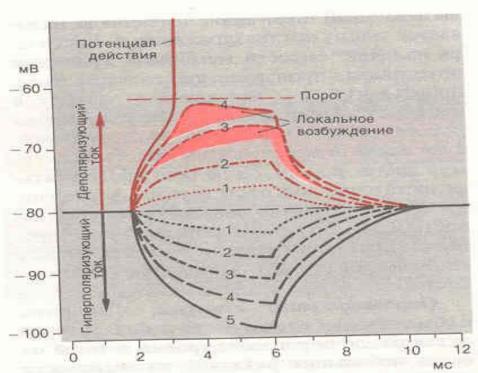


Рис. 1-22. Электротонические потенциалы и локальные ответы. Гиперполяризующие толчки тока (длительностью 4 мс) с относительной амплитудой 1, 2, 3, 4 и 5 вызывают пропорциональные по амплитуде электротонические потенциалы. При деполяризующих токах с амплитудой 1 и возникающие потенциалы являются зеркальным отражением потенциалов при соответствующих гиперполяризующих токах. При депоамплитудой 3 и толчках с ляризующих 4 электротонические потенциалы выше тех, которые возникают при деполяризации менее - 70 мВ (область превышения затушевана розовым). Ток с амплитудой 5 производит деполяризацию, которая превышает порог и вызывает потенциал действия.

Полярный закон действия тока

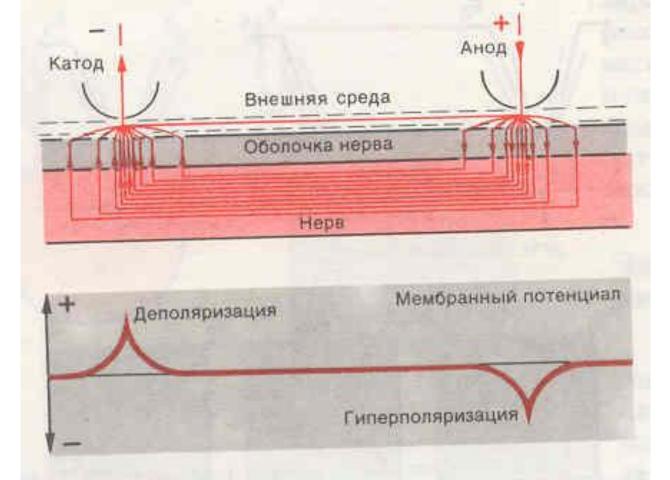
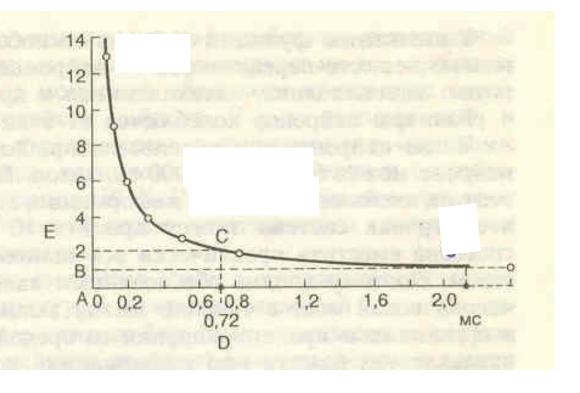


Рис. 1-21. Схема внеклеточного приложения тока. Ток идет от анода к катоду (оба электрода – вне нерва), частично через пленку жидкости на поверхности нерва, а частично через оболочку нерва и в продольном направлении внутри волокна. Кривая внизу показывает вызываемые током изменения мембранного потенциала нервного волокна [28].

Порог раздражения, полезное время раздражения, хронаксия

Рис. 2.15. Кривая "сила — дли-тельность".

АВ — реобаза; АС — порог времени; АЕ — двойная реобаза; АВ — хронаксия. По оси абсцисс — продолжительность действия стимула, по оси ординат величина реобазы.



Парабиоз

Лабильность – количество элементарных реакций в единицу времени

Оптимум - возбуждение

Пессимум - торможение

Парабиоз – состояние ткани, лабильность которой не удовлетворяет требованиям раздражителя

Стадии парабиоза:

- уравнительная
- парадоксальная
- тормозная