

ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

ВОЗБУЖДЕНИЕ И БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ТКАНЯХ

ВОПРОСЫ:

1. Общие свойства возбудимых тканей.
2. Законы раздражения.
3. Биоэлектрические явления в клетках.
Фазы возбудимости.
4. Лабильность. Оптимум и пессимум частоты и силы раздражителя.

1. ОБЩИЕ СВОЙСТВА ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

- К возбудимым тканям относятся:
 - Нервная
 - Железистая
 - Мышечная

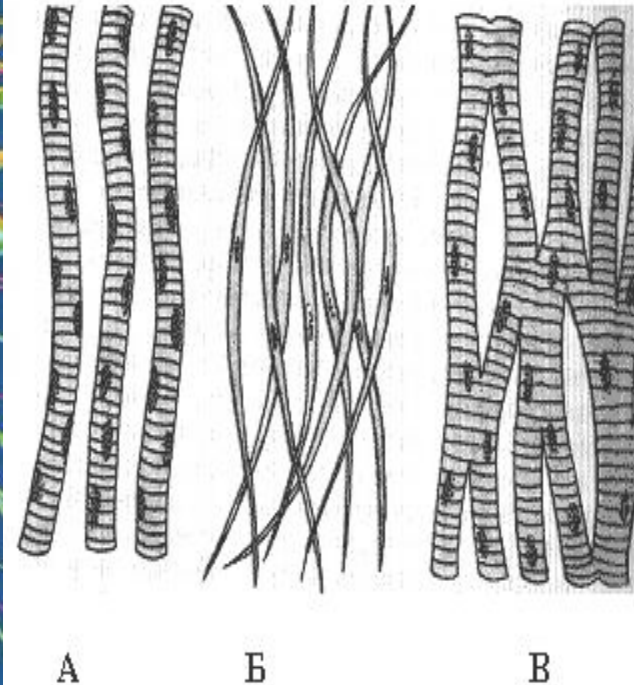
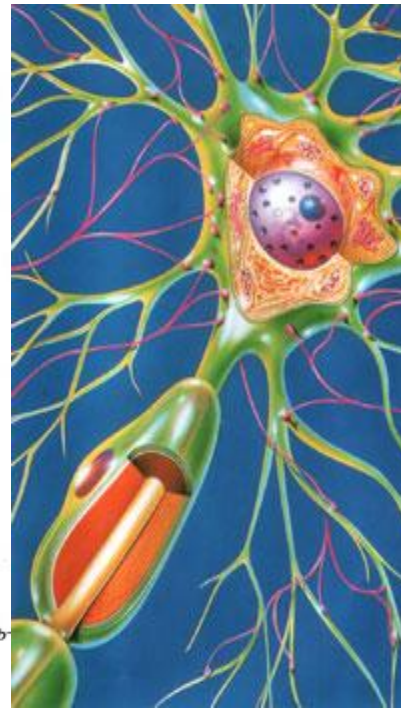
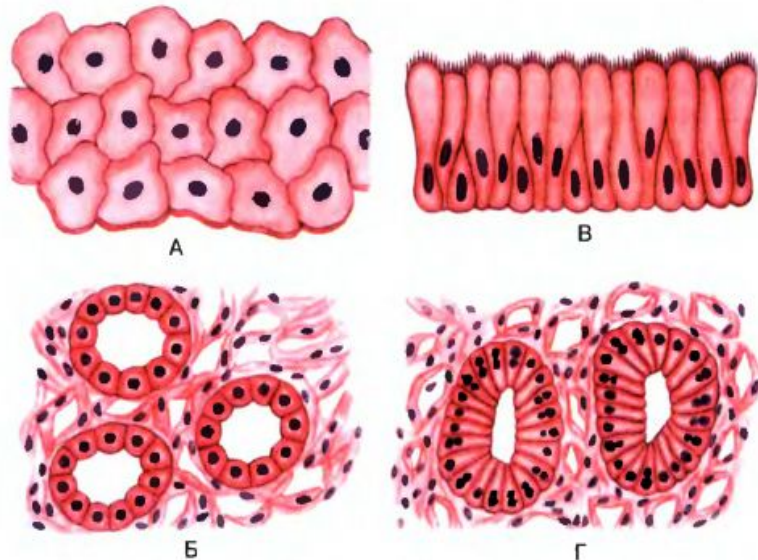


Рис. 13. Эпителиальные ткани:
А — плоский эпителий; Б — кубический эпителий; В — мерцательный эпителий; Г — цилиндрический эпителий, выстилающий канальца почки, в которых образуется моча

КЛАССИФИКАЦИЯ РАЗДРАЖИТЕЛЕЙ:

- В зависимости от среды:
 - Внутренние: метаболиты, гормоны, нервные импульсы.
 - Внешние: звук, аромат, механический, световой.
- По происхождению:
 - Химические
 - Физические
 - Физико-химические
- По биологическому признаку:
 - Адекватные
 - Неадекватные
- По силе:
 - Пороговые - раздражитель такой силы, который вызывает первую видимую ответную реакцию со стороны возбудимой ткани.
 - Подпороговые - раздражитель, который по силе ниже порогового и, соответственно, не вызывает видимой ответной реакции.
 - Сверхпороговые - раздражитель по силе выше порогового.
 - Пессимальный (запредельный) - очень сильный сверхпороговый раздражитель, в результате действия которого наблюдается торможение.

СОСТОЯНИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ:

- Физиологический покой - неактивное состояние без воздействия раздражителей.
- Торможение - активное, под действием угнетающих функцию раздражителей.
- Возбуждение - активное, под действием раздражителей. Проявляется специфическими и неспецифическими признаками.

Обязательный признак возбуждения - изменение электрического заряда поверхностной клеточной мембраны.

ОБЩИЕ СВОЙСТВА ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ (РЕАКЦИИ НА РАЗДРАЖЕНИЕ)

- 1. Раздражимость** - это универсальное свойство клеток отвечать на действие раздражителя изменением процессов их жизнедеятельности.
- 2. Возбудимость** - это свойство высокоспециализированных (нервных и мышечных) клеток отвечать на действие раздражителя возбуждением.
- 3. Проводимость** - способность живой ткани проводить возбуждение.
- 4. Лабильность** - функциональная подвижность, свойство ткани на определенный ритм раздражения отвечать определенным ритмом возбуждения.
- 5. Рефрактерность** - невозбудимость ткани.

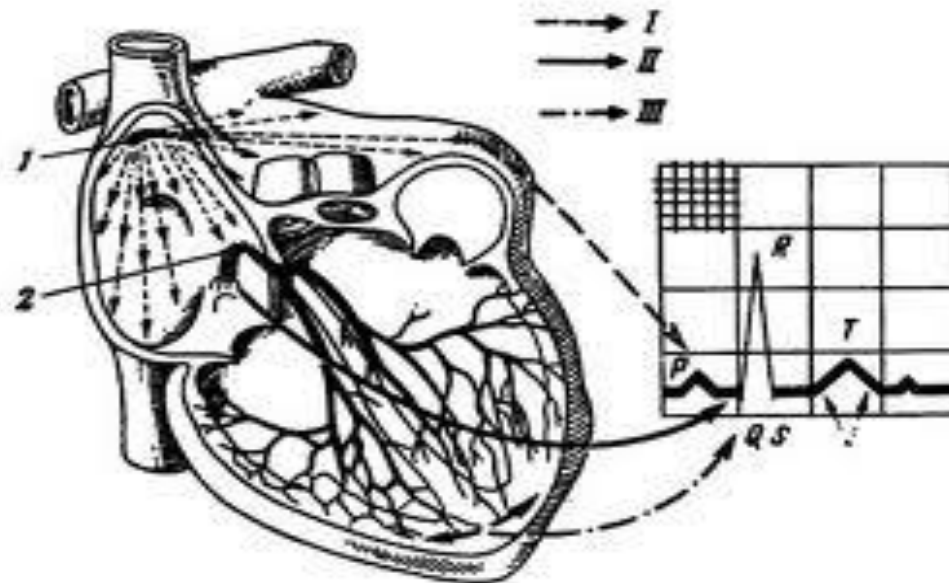
2. ЗАКОНЫ РАЗДРАЖЕНИЯ (ДЮБУА-РЕЙМОНА)

- ⊙ **Закон силы раздражения** - утверждает, что чем сильнее раздражение, тем до известных пределов сильнее ответная реакция объекта. В соответствии с этим законом реагируют все органы и ткани, кроме сердца.
- ⊙ **Закон длительности раздражения** - утверждает, что чем длительнее во времени раздражение, тем сильнее до известных пределов ответная реакция живой ткани.
- ⊙ **Закон градиента раздражения** - утверждает, что чем больше градиент нарастания силы раздражителя во времени, тем больше (до определенного предела) величина ответной реакции

- ◎ **Закон полярного действия тока (закон Пфлюгера)** - при действии на возбудимые клетки постоянного электрического тока в момент замыкания цепи возбуждение возникает в месте приложения катода, а при размыкании - в месте контакта с анодом.
- ◎ **Закон “все или ничего”** - утверждает, что при действии подпороговых раздражителей возбуждение не возникает, а при действии порогового и сверхпорогового раздражителей величина ответной реакции, обусловленной возбуждением, остается постоянной. Применим для одиночного нервного волокна, одиночного мышечного волокна, целостная мышца желудочков сердца и предсердий.

3. БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В КЛЕТКАХ. ФАЗЫ ВОЗБУДИМОСТИ.

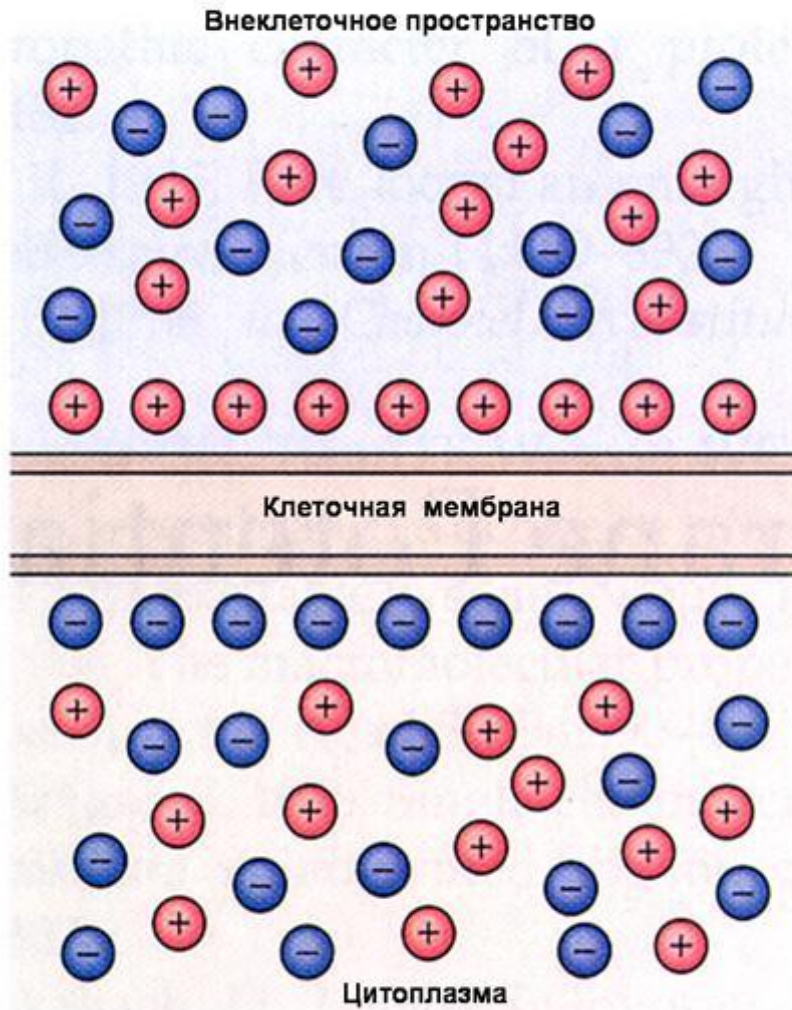
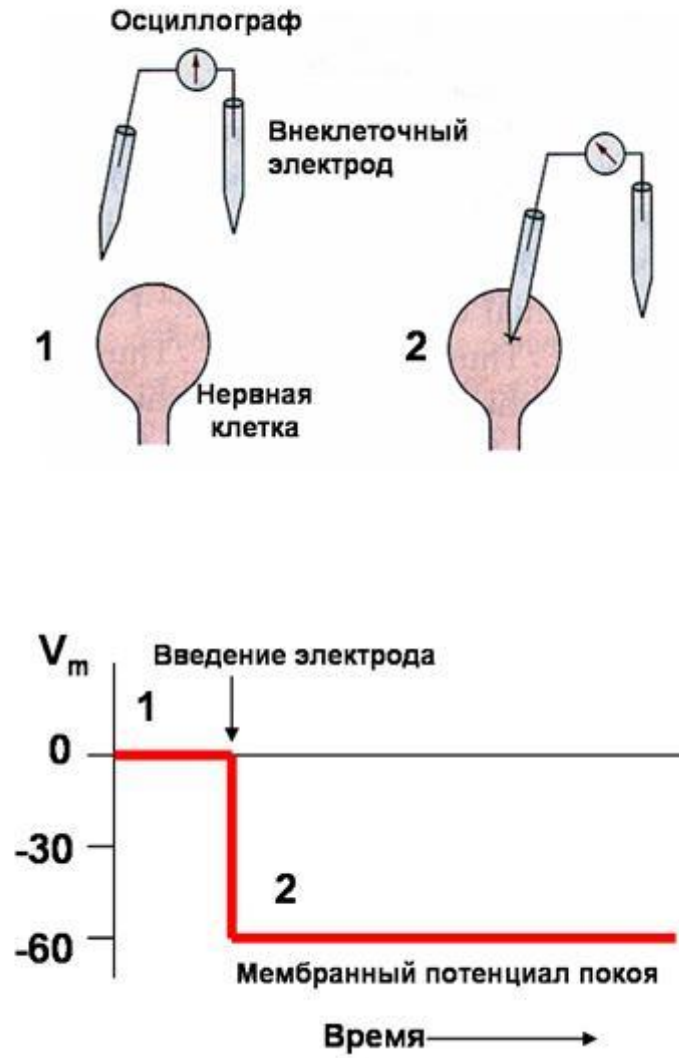
- Биотоки покоя (клеточный потенциал, потенциал покоя, ПП)
- Биотоки действия (акционные токи, потенциал действия, ПД)

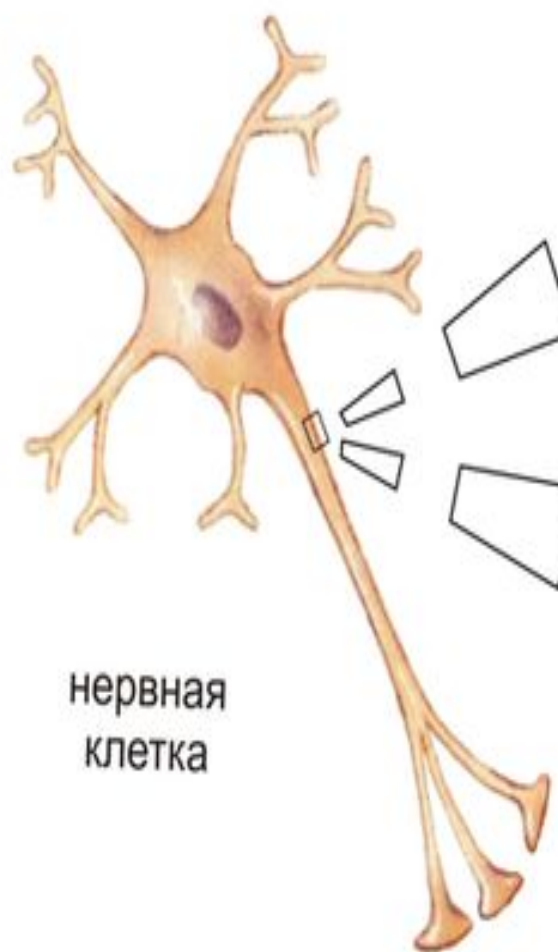


БИОТОКИ ПОКОЯ (ПП)

Потенциал покоя - это разность электрических потенциалов между внутренней и наружной сторонами мембраны, когда клетка находится в состоянии физиологического покоя. Его средняя величина составляет -70 мВ (милливольт).

- ⦿ **Мембрана живой клетки поляризована – её внутренняя поверхность заряжена отрицательно по отношению к внешней.**
- ⦿ **Мембрана обладает избирательной проницаемостью – её проницаемость для различных частиц (атомов или молекул) зависит от их размеров, электрического заряда и химических свойств.**
- ⦿ **Мембрана возбудимой клетки способна быстро менять свою проницаемость для определённого вида катионов, вызывая переход положительного заряда с внешней стороны на внутреннюю**

А**Б**



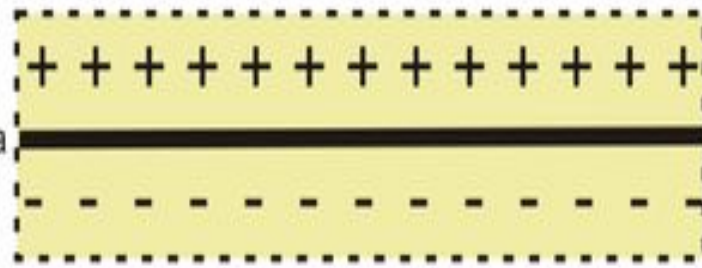
нервная
клетка

мембрана в спокойном
состоянии

мембрана, на которой
возник потенциал действия

A

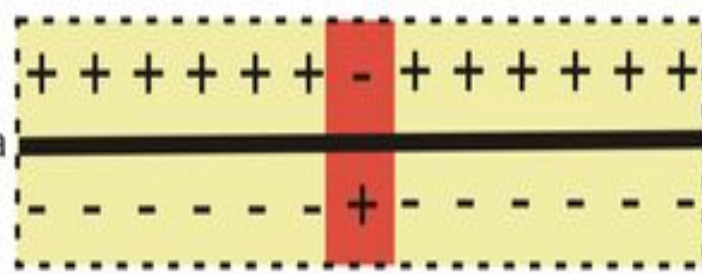
наружная сторона



внутренняя сторона

B

наружная сторона



внутренняя сторона

БИОТОКИ ДЕЙСТВИЯ (ПД)

- это пикообразное колебание потенциала, возникающее в результате кратковременной зарядки мембраны с последующим возникновением исходного заряда.
- **ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ** - быстрое колебание межклеточного потенциала, возникающее при возбуждении нервных, мышечных и некоторых других клеток. В основе формирования потенциала действия лежат изменения ионной проницаемости мембраны.

МЕХАНИЗМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

ПД:

1. Раздражение возбудимой ткани достаточной силы и длительности.
2. Возбуждение.
3. Открытие натриевых каналов.
4. Ионы натрия переходят в цитоплазму.
5. Уменьшение положительного заряда снаружи, увеличение внутри.
6. Возбужденный участок заряжается отрицательно по отношению к положительному, происходит реверсия.
7. Открытие калиевых каналов - восстановление заряда.

СХЕМА ПД

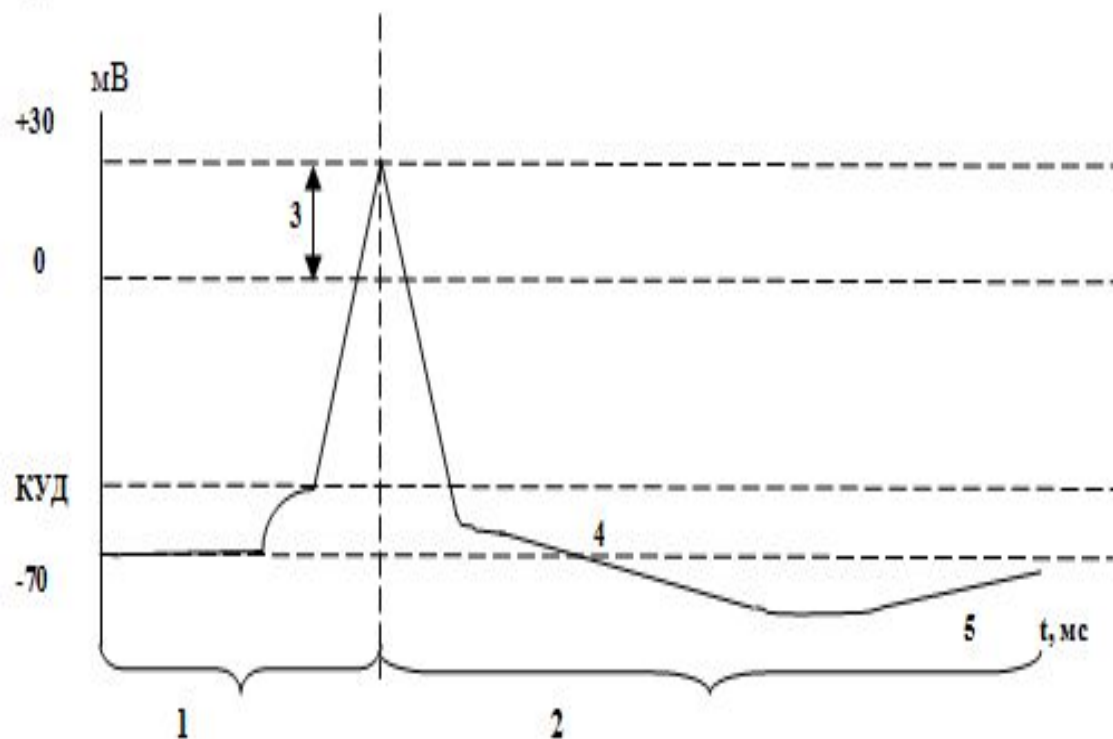


Рис. 6. Потенциал действия (внутриклеточное отведение)

1. Деполяризация;
2. Реполаризация;
3. Овершут;
4. Следовая деполяризация;
5. Следовая гиперполяризация;

ПЕРИОДЫ ПД

1. Местные колебания мембранного потенциала.
2. Пик.
 - a) Деполяризация - исчезновение исходной поляризации мембраны.
 - b) Реполяризация - возвращение заряда мембраны к уровню покоя.
3. Следовые потенциалы - восстановительные процессы по окончании возбуждения.

ФАЗЫ ВОЗБУДИМОСТИ

1. Скрытый период - начальное повышение возбудимости.
2. Рефрактерный период.
 - a) Абсолютная рефрактерность - полное отсутствие возбудимости (в период деполяризации и реверсии).
 - b) Относительная рефрактерность - ответ только на сверхпороговый раздражитель (в период реполяризации).
3. Период экзальтации - повышенная возбудимость.
4. Субнормальный период - переход в исходное состояние

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ

- 1. Реобаза - это минимальная сила электрического тока, необходимая для вызова возбуждения при длительном его воздействии на клетку или ткань. Измеряется в Вольтах.**
- ⦿ Порог силы раздражителя - это минимальная величина силы действующего раздражителя, достаточная для вызова возбуждения.**

2. Минимальное/полезное время (порог времени раздражения) - минимальное время, в течении которого должен действовать раздражитель пороговой силы, чтобы вызвать возбуждение.

- Между возбудимостью и величиной порога времени имеется обратная зависимость. Чем на меньшие по времени пороговые воздействия ткань реагирует развитием возбуждения, тем ее возбудимость выше. Величина порогового времени для возбудимой ткани зависит от силы воздействия раздражителя.

3. Хронаксия - минимальное время, в течение которого должен действовать раздражитель, равный по силе двум реобазам, чтобы вызвать возбуждение.

- Хронаксия нервных клеток и волокон скелетных мышц составляет десятитысячные доли секунды, а гладких мышц в десятки раз больше.
- Хронаксия - как показатель возбудимости используется для тестирования состояния и функциональных возможностей скелетных мышц и нервных волокон здорового животного. Определение хронаксии имеет ценность для диагностики ряда заболеваний мышц и нервов, так как при заболеваниях их возбудимость обычно снижается и хронаксия увеличивается.

2. ЛАБИЛЬНОСТЬ. ОПТИМУМ И ПЕССИМУМ ЧАСТОТЫ И СИЛЫ РАЗДРАЖИТЕЛЯ.

- *Адаптация* - это приспособление к изменению условий внешней или внутренней среды, направленное на поддержание гомеостаза, обеспечивающее сохранение здоровья, работоспособность, максимальную продолжительность жизни и воспроизведение здорового потомства.
- *Лабильность* - функциональная подвижность возбудимой ткани, зависящая от скорости элементарных физико-химических превращений, лежащих в основе одиночного цикла возбуждения.

- ⦿ **Мера лабильности** - предельный ритм импульса, который возбудимая ткань способна производить в единицу времени. Лабильность возрастает при постоянной деятельности. Лабильность снижается при длительном бездействии, утомлении и нарушении иннервации.
- ⦿ **Усвоение ритма** - изменение лабильности в ту или иную сторону.
- ⦿ **Оптимум** - повышенный ритм раздражения тканей, должен быть умеренной силы и частоты. Каждая новая волна возникает в период экзальтации, созданной предыдущей волной.
- ⦿ **Пессимум** - невыгодный в рабочем отношении ритм раздражения тканей. При попадании последующего раздражения на период рефрактерности.