Содержание

Введение

Закон силы

Закон времени

Закон адаптации организма человека

Заключение

Литература

# Введение

Прежде чем рассмотреть законы раздражения возбудимых тканей, необходимо представить, каким образом происходит возбуждение. Основное условие - это снижение уровня мембранного потенциала до критического уровня деполяризации (КУД). Любой агент, если он способен это сделать, одновременно вызывает и возбуждение ткани. Как только МП достигнет уровня КУД, то в дальнейшем процесс (в силу регенеративности) будет продолжаться самостоятельно и приведет к открытию всех натриевых каналов генерации полноценного ПД. Если мембранный потенциал не достигнет этого уровня, то в лучшем случае возникнет так называемый местный потенциал (локальный ответ).

Все агенты, которые вызывают гиперполяризацию ткани, в момент воздействия не смогут вызвать возбуждение, т. к. в этом случае МП не достигает критического уровня деполяризации, а наоборот, уходит от него.

Три замечания:

1. В ряде возбудимых тканей величина мембранного потенциала по времени непостоянна - она периодически снижается и самостоятельно достигает КУД, в результате чего возникает спонтанное возбуждение (автоматия).
2. 2. Когда на ткань действует раздражитель (в подпороговой силе), то он может вызывать изменение КУД. Это явление получило название аккомодации возбудимой ткани. Оно лежит закона градиента.

3. Для возбуждения ткани необходимо наличие внешнего раздражителя, который по отношению к этой ткани может быть адекватным или неадекватным (исключение - ткани, обладающие автоматией). Рассмотрим подробнее эти законы раздражения и следствия, которые из них вытекают.

**Закон силы**

Чтобы возникло возбуждение, раздражитель должен быть достаточно сильным - пороговым или выше порогового. Обычно под термином «порог» понимается минимальная сила раздражителя, которая способна вызвать возбуждение. Например, чтобы вызвать возбуждение нейрона при МП = -70 мВ и КУД = -50 мВ, пороговая сила должна быть равной -20 мВ. Этот закон рассматривает также зависимость амплитуды ответа возбудимой ткани от силы раздражителя (раздражитель по силе ниже пороговой величины, равен или выше ее). Для одиночных образований (нейрон, аксон, нервное волокно) эта зависимость носит название правила «все или ничего». Например, регистрируется ответ ткани - потенциал действия аксона. В качестве параметра ответа возьмем его амплитуду. Пусть величина раздражителя составляет -10 мВ, ответ отсутствует (раздражитель является допороговым), далее - раздражитель равен -30 мВ - возникает ответ в виде ПД, его амплитуда равна -130 мВ. Увеличим силу раздражителя (до 50 мВ) - вновь генерируется ответ в виде потенциала действия, его амплитуда равна 130 мВ. Следующий раздражитель по силе -100 мВ, амплитуда ПД -130 мВ. Вот пример правила «все или ничего».

Если речь идет о целом образовании, например, нервный ствол, содержащий отдельные аксоны, или о скелетной мышце как совокупности отдельных мышечных волокон, то в этом случае каждое отдельное волокно тоже отвечает на раздражитель по типу «все или ничего», но если регистрируется суммарная активность объекта (например, внеклеточно отводимый ПД), то его амплитуда в определенном диапазоне находится в градусной зависимости от силы раздражителя: чем больше сила раздражителя, тем больше ответ. Пример: пусть имеется нервный ствол, состоящий из 10 аксонов. Пороги раздражения для них таковы: 30 мВ - 1-й, 40 мВ - 2, 3, 4-й, 50 мВ - 5, 6, 7, 8-й и 60 мВ - 9 и 10-й аксоны. Следовательно, при 30 мВ - активируется 1 аксон, при 40 мВ - 4 (1-Й+2, 3, 4-й), при 50 мВ - 8 (1-Й+2, 3, 4-й + 5. 6, 7, 8-й), а при 60 мВ - все 10 волокон. Таким образом, в пределах от 30 до 60 мВ имеет место градуальная зависимость. При дальнейшем увеличении силы раздражителя амплитуда суммарного ответа постоянна.

Одно важное следствие этого закона - введено понятие «порог раздражения» (минимальная сила раздражителя, способного вызвать возбуждение). Определяя этот показатель, исследователь получает возможность оценивать возбудимость объекта и сравнивать его с другими возбудимыми объектами или оценивать изменение возбудимости во времени, например, при оценке длительности абсолютной рефракторной фазы.

В данном (приведенном выше) примере с десятью аксонами мы можем сказать, что самый возбудимый аксон - это аксон под номером 1, а самая низкая возбудимость у аксонов под номерами 9 и 10.

# Закон времени

Закон времени (или зависимость пороговой силы раздражителя от времени его действия)

Этот закон утверждает: раздражитель, вызывающий возбуждение, должен быть достаточно длительным, воздействовать на ткань некоторое время, чтобы вызвать возбуждение. Оказалось, что в определенном диапазоне зависимость пороговой силы раздражителя от длительности его действия носит характер обратной зависимости (гипербола) - чем меньше по времени действует на ткань раздражитель, тем выше требуется его сила для инициации возбуждения. На кривой, которая в физиологии носит название кривая Гоорвега-Вейса-Лапика, выделяют области, которые свидетельствуют о том, что если раздражитель достаточно длительный, то пороговая сила раздражителя не зависит от его длительности. Эта минимальная сила получила название «реобаза». Начиная с некоторой величины длительности импульса, пороговая сила его зависит от длительности - чем меньше длительность, тем выше должна быть сила раздражителя. Вводится понятие «полезное время» - минимальное время, в течение которого раздражитель данной силы должен воздействовать на ткань, чтобы вызвать возбуждение. Если сила раздражителя равна двум реобазам, то полезное время для такого раздражителя получает еще одно название - хронаксия. (Итак, хронаксия - это полезное время раздражителя, сила которого равна 2 реобазам). В клинической медицине и в физиологии реобаза и хронаксия широко применяются для оценки состояния возбудимых тканей, например, в клинике нервных болезней, в хирургии при лечении ранений нервов. Возбудимые ткани существенно отличаются друг от друга по этим показателям. Например, у нервов, снабжающих переднюю группу проксимальных мышц верхних конечностей хронаксия равна 0, 08-0, 16 мс, а у гладких мышц - 0, 2-0, 5 мс, - намного больше. При поражении нерва хронаксия увеличивается. В физиологии и клинической практике используется специальный прибор - хронаксиметр, позволяющий определить хронаксию и реобазу мышц (двигательная хронаксия), чувствительных нервных волокон (чувствительная хронаксия), вестибулярного аппарата (при раздражении процессус мастоидеус), сетчатки (вспышки света при ее электрической стимуляции).

Второе важное следствие этого закона: слишком короткие по длительности импульсы не способны вызвать возбуждение, каким бы сильным ни был стимул. Это применяется в физиотерапии: используют токи высокой частоты для получения калорического эффекта.

# Закон адаптации организма человека

Закон адаптации организма человека также называется законом градиента. Для того, чтобы раздражитель вызвал возбуждение, он должен нарастать достаточно быстро. Если раздражитель нарастает медленно, то в силу развития аккомодации (инактивации натриевых каналов), происходит повышение порога раздражения, поэтому для получения возбуждения величина стимула должна быть больше, чем если бы он нарастал мгновенно. Зависимость величины пороговой силы раздражителя от скорости его нарастания тоже носит гиперболический характер (является обратнопропорциональной зависимостью). Минимальный градиент - это минимальная скорость нарастания раздражителя, при которой ткань еще способна ответить возбуждением на данный раздражитель. Этот показатель тоже используется для характеристики возбудимости. Нерв, обладающий более высокой возбудимостью, чем скелетная мышца, быстрее аккомодирует, поэтому минимальный градиент у него выше (например, 10 мА/с), чем у мышцы (2 мА/с), к примеру, в практике, исходя из существования такого закона, для нанесения электрического раздражения на возбудимую ткань с целью оценки ее функционального состояния обычно используют прямоугольные электростимулы - стимулы, у которых фронт нарастания очень высокий (бесконечно быстрый). Для определения минимального градиента и других показателей, характеризующих свойство аккомодации, используются пилообразные токи; наклон пилы регулируется, и это позволяет определить минимальный градиент.

В целом, закон градиента имеет и другие аспекты, например, методика применения лекарственных веществ, закаливающих процедур.

# Заключение

Таким образом, для того, чтобы раздражитель вызвал возбуждение, он должен быть:

1. достаточно сильным (закон силы),
2. достаточно длительным (закон времени),
3. достаточно быстро нарастать (закон градиента).

Если эти условия не соблюдаются, то возбуждения не происходит.

Важно отметить, что рассмотренные выше законы правомочны не только в частном приложении относительно тканей, обладающих свойствами возбудимости и проводимости, но и в целом для органов и систем, а так же и всего организма. Кроме этого, универсальность их действия позволяет максимально приблизить экспериментальные модели к реальным условиям и прогнозировать последствия воздействия на организм различных факторов внешней среды (лекарственные препараты, закаливающие процедуры и др.).

# Литература

1. Основы физиологии человека. /Под ред Ткаченко Р.А. В 2 тт. Т.2 224 с.
2. Регуляция и сенсорное обеспечение движений. СП-б.:Наука, 1997. 272 с.
3. Синяков А.Ф. Рецепты здоровья. М.: Физкультура и спорт, 2008. 239 с.
4. Физиология человека. Курс лекций в двух книгах./ Агаджанян Н. А., Тель Л. З., Циркин В. И., Чеснокова С. А. – Алма-Ата: Казахстан, 1992. – 416 стр.