

Общая физиология ЦНС. Свойства нервных центров

**Кафедра специальной психологии КГПУ
к.м.н., доц. Бардецкая Я.В.**

НЕРВНЫЙ ЦЕНТР

- **Нервный центр** → функционально связанная совокупность нейронных ансамблей разных этажей нервной системы, обеспечивающих регуляцию определенных функций организма.
- Такое объединение **(нервный центр в широком смысле слова)** позволяет осуществлять наиболее адекватный для конкретных условий принцип рефлекторной деятельности.
- **Нервный центр** → совокупность нейронов, обеспечивающих реализацию определенного рефлекса (мигания, глотания, кашля и т.д.).

ТИПЫ НЕЙРОНОВ НЕРВНОГО ЦЕНТРА

Сенсорные

Интернейроны

Моторные



1. МОНОСЕНСОРНЫЕ

ВОЗБУЖДАЮЩИЕ

ДВИГАТЕЛЬНЫЕ

МОНОМОДАЛЬНЫЕ

ТОРМОЗНЫЕ

СЕКРЕТОРНЫЕ

ПОЛИМОДАЛЬНЫЕ

МОДУЛИРУЮЩИЕ

ТРОФИЧЕСКИЕ

2. БИСЕНСОРНЫЕ

3. ПОЛИСЕНСОРНЫЕ

- **Моносенсорные нейроны.** Располагаются чаще в первичных проекционных зонах коры и реагируют только на сигналы своей сенсорности. *Например, значительная часть нейронов первичной зоны зрительной области коры большого мозга реагирует только на световое раздражение сетчатки глаза.*
-
- Моносенсорные нейроны подразделяют функционально по их чувствительности к разным качествам одного раздражителя.
- Так, отдельные нейроны слуховой зоны коры большого мозга могут реагировать на предъявления тона 1000 Гц и не реагировать на тоны другой частоты. **Они называются мономодальными.**
- Нейроны, реагирующие на два разных тона, называются **бимодальными**, на три и более — **полиmodalными**.

- **Бисенсорные нейроны.** Чаще располагаются во вторичных зонах коры какого-либо анализатора и могут реагировать на сигналы как своей, так и другой сенсорности.
- *Например, нейроны вторичной зоны зрительной области коры большого мозга реагируют на зрительные и слуховые раздражения.*
-
- **Полисенсорные нейроны.** Это чаще всего нейроны ассоциативных зон мозга;
- *Способны реагировать на раздражение слуховой, зрительной, кожной и других рецептивных систем.*

ПРИНЦИП СУБОРДИНАЦИИ НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ

- **Чем позже созревает отдел ЦНС в процессе филогенетического развития или в процессе онтогенеза, тем сложнее и многообразнее его строение и функции, и тем отчетливее проявляется по отношению к другим отделам НС его руководящая, субординирующая роль.**

**Нервные центры обладают рядом
характерных свойств,
определяемых:**

- свойствами составляющих его нейронов;**
- особенностями синаптической передачи нервных импульсов;**
- структурой нейронных цепей, образующих этот центр.**

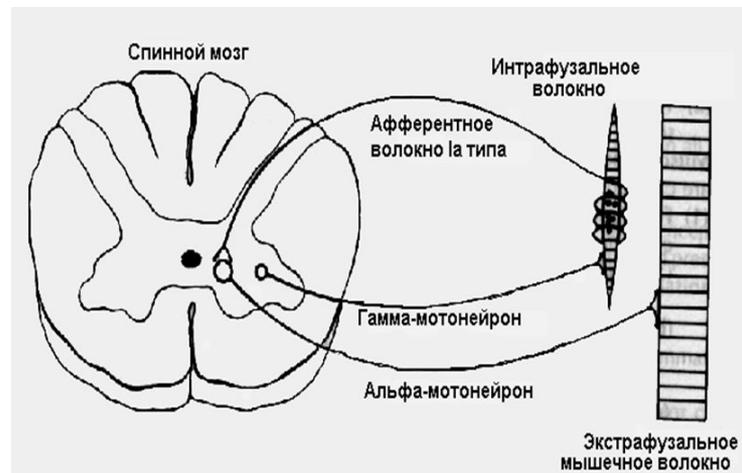
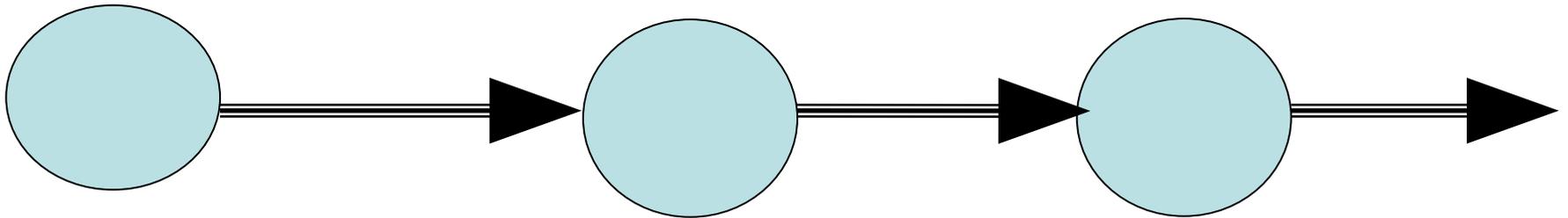
Основные свойства

- 1. Возбуждение в нервных центрах распространяется односторонне - от рецептора к эффектору, что обуславливается свойством химических синапсов односторонне проводить возбуждение от пресинаптической мембраны к постсинаптической.**
- 2. Возбуждение в нервных центрах проводится медленнее, чем по нервному волокну. Это обусловлено замедленным проведением возбуждения через синапс (синаптическая задержка).**
- 3. В нервных центрах осуществляется суммация возбуждений.**

Свойства нервных центров

- Одностороннее проведение в нервных центрах можно доказать при раздражении передних корешков и отведении потенциалов от задних. В этом случае осциллограф не регистрирует импульсов. Если поменять электроды - импульсы будут поступать нормально.

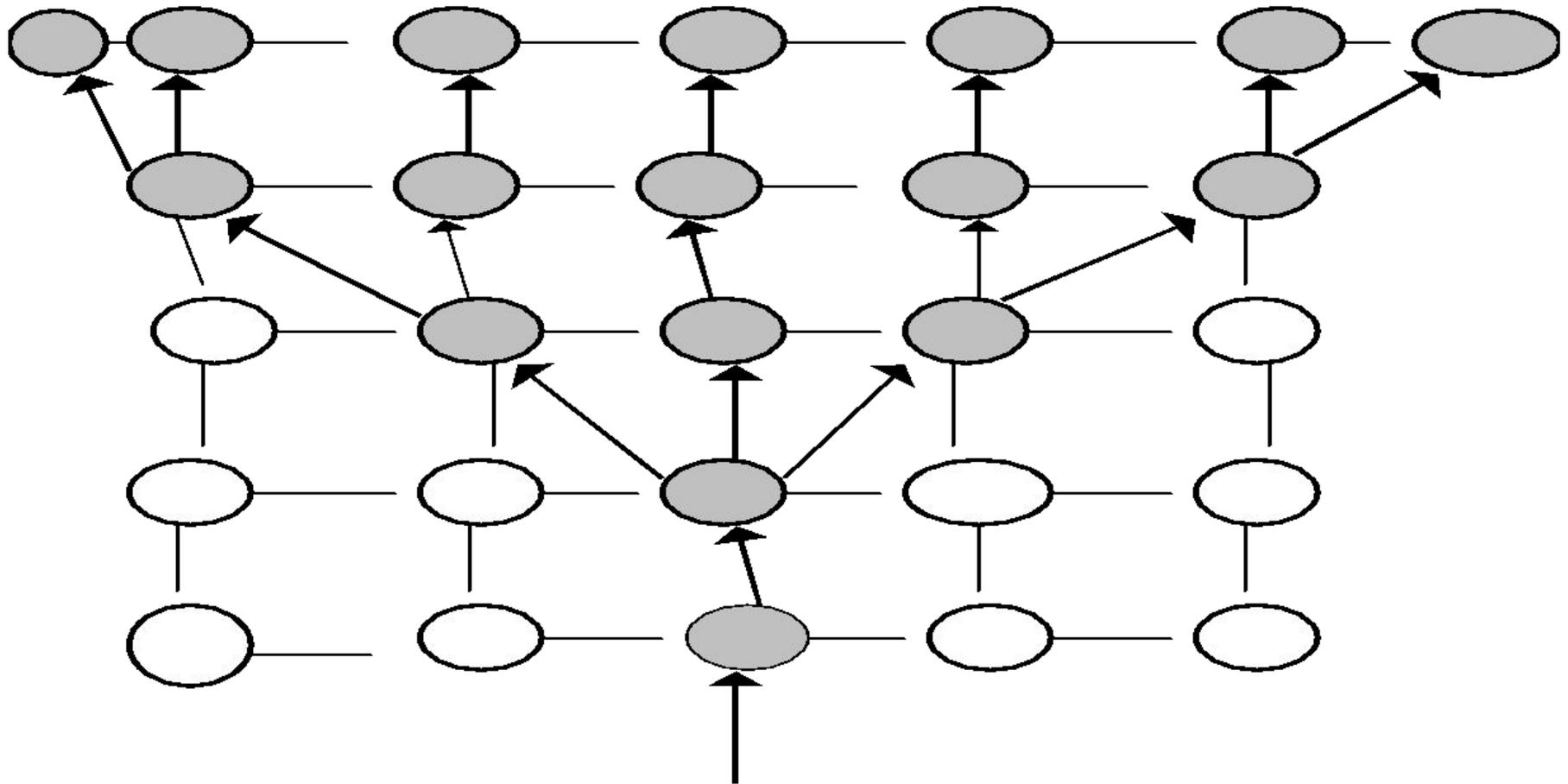
Одностороннее проведение в нервной цепи



- **Дивергенция** – это контактирование одного нейрона или нервного центра с множеством других.
- Так, существует разделение аксона чувствительного нейрона в спинном мозге на множество коллатералей. Получившиеся разветвления направляются к разным сегментам спинного мозга и в головной мозг.
- Дивергенция пути сигнала наблюдается у многих вставочных нейронов. Благодаря дивергенции могут формироваться процессы параллельных вычислений, что обеспечивает высокий уровень быстрого действия ЦНС.
- Дивергенция пути обеспечивает расширение области распространения сигнала. Тем самым формируется распространение процесса возбуждения на другие нервные центры, то есть иррадиация возбуждения или торможения.

ДИВЕРГЕНЦИЯ НЕРВНЫХ ИМПУЛЬСОВ В ЦНС

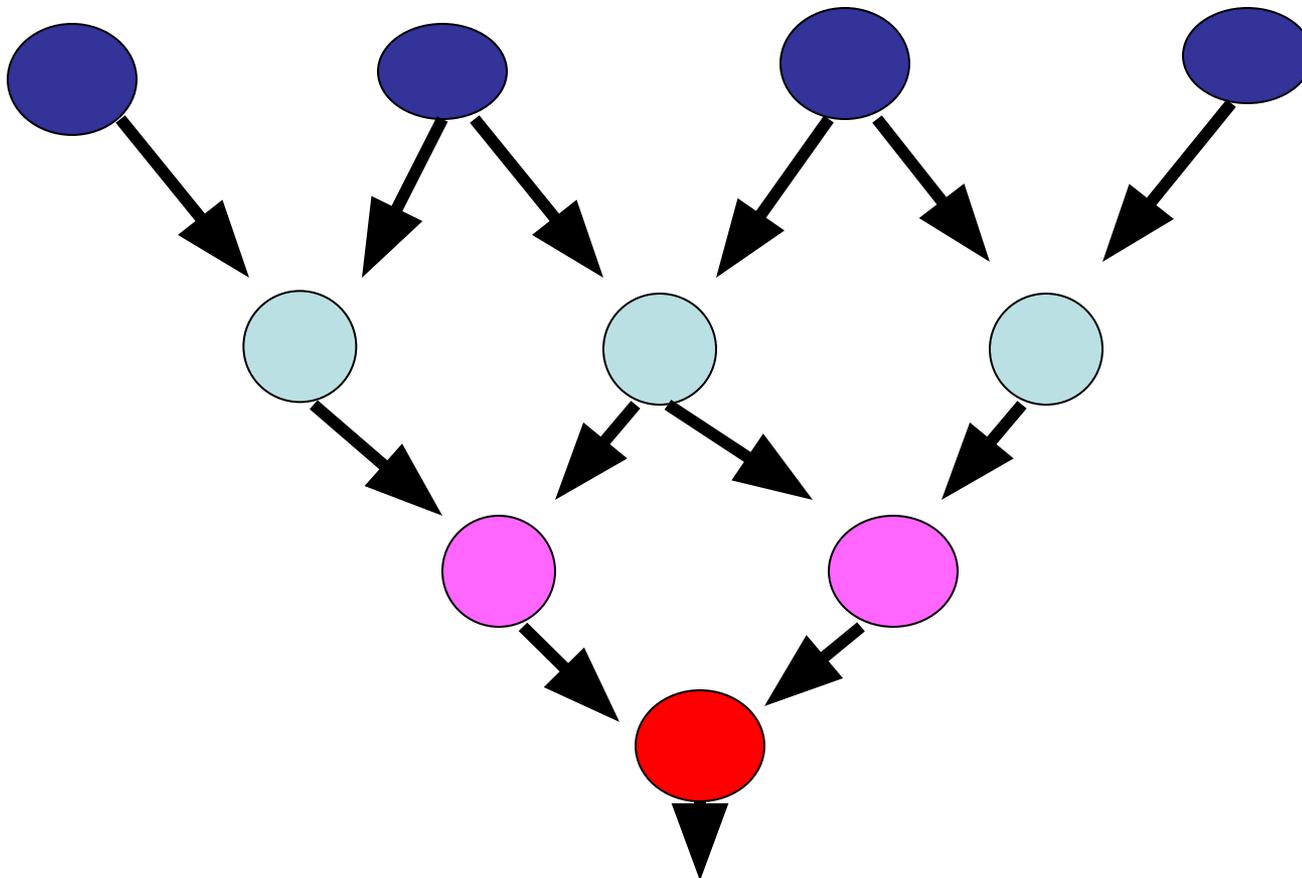
ДИВЕРГЕНЦИЯ НЕРВНЫХ ИМПУЛЬСОВ В ЦНС



Рецептор

- **Конвергенция** – это схождение нескольких нервных путей к одним и тем же нейронам или нервным центрам.
- **Конвергенция многих нервных путей к одному нейрону или центру делает его интегратором соответствующих сигналов.**
- **Его состояние (импульсация или торможение) в каждый момент времени определяется алгебраическим сложением массы возбуждающих и тормозных входов. Иными словами, суммой всех его ВПСР и ТПСР, поступающих на данный центр или нейрон.**
- **Мощная конвергенция обнаруживается на мотонейронах спинного мозга и нейронах ретикулярной формации ствола мозга.**
- **Благодаря конвергенции происходит «сжатие», уменьшение объема информации, поступающей от рецепторов к ЦНС.**

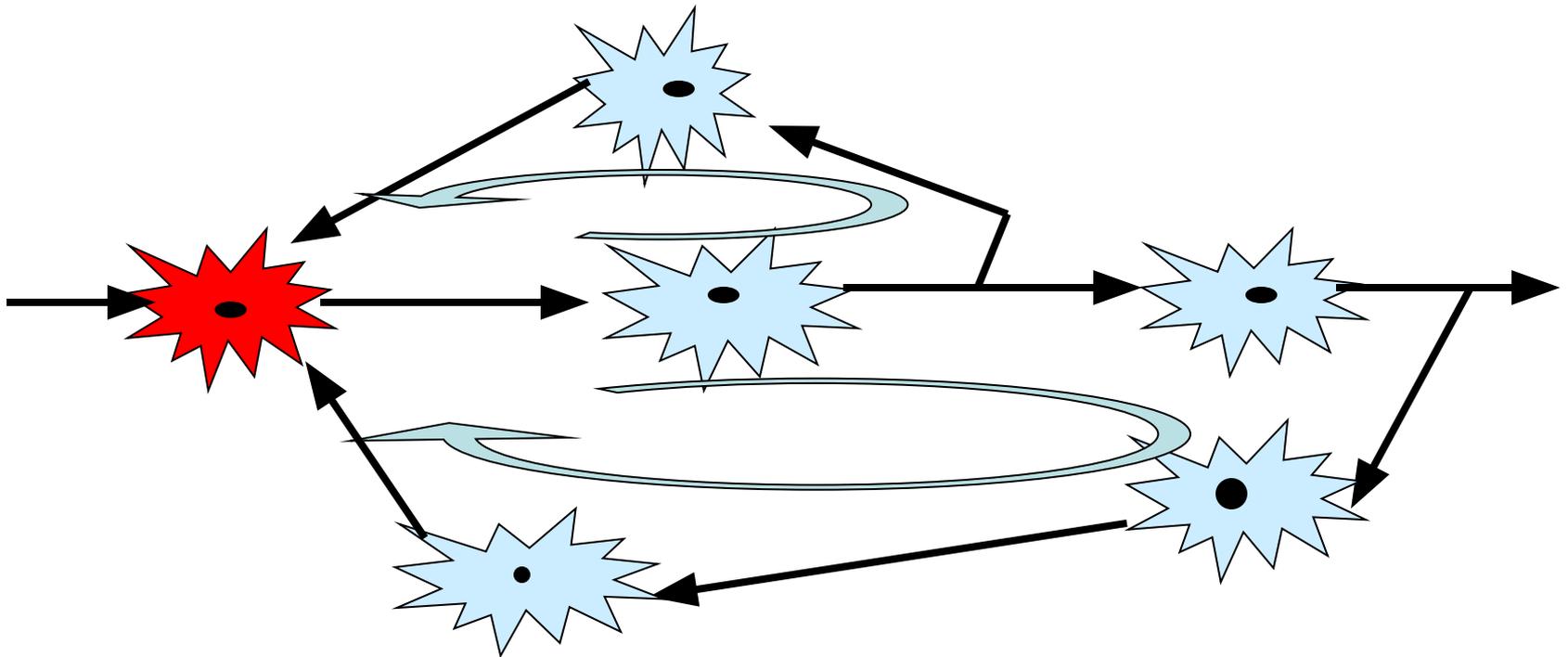
КОНВЕРГЕНЦИЯ НЕРВНЫХ ИМПУЛЬСОВ



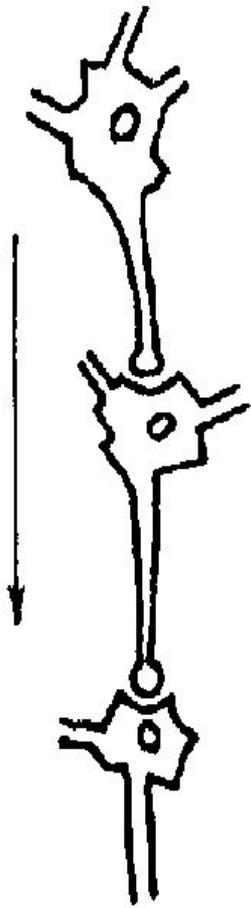
Реверберация

- Итальянский физиолог Лоренто де Но обнаружил наличие в ЦНС замкнутых цепочек нейронов. Попав в такую цепочку, импульс может минутами или часами пробегать небольшой отрезок нейронной цепи, модифицируя при этом синапсы.
- Сигнал может реверберировать до тех пор, пока или какой-то внешний тормоз не выключит одно из звеньев цепи, или в ней не наступит утомление.
- Выход из такой цепочки осуществляется по коллатералям аксонов нейронов – участников цепи.
- Таким образом, при реверберации в цепочке нейронов **«хранится»** тот сигнал, который включил в ней циркуляцию (реверберацию) импульсов.
Считается, что реверберация может служить основой кратковременной памяти.

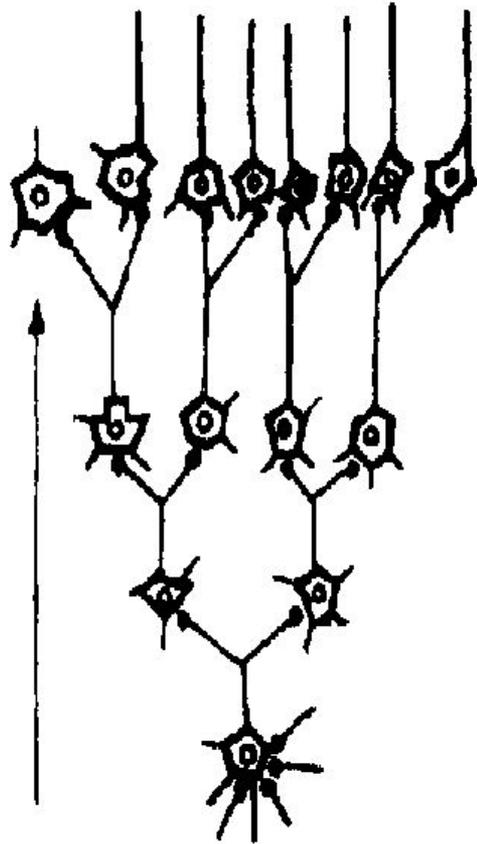
РЕВЕРБЕРАЦИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ В НЕРВНОЙ СЕТИ по Лоренто-де-Но



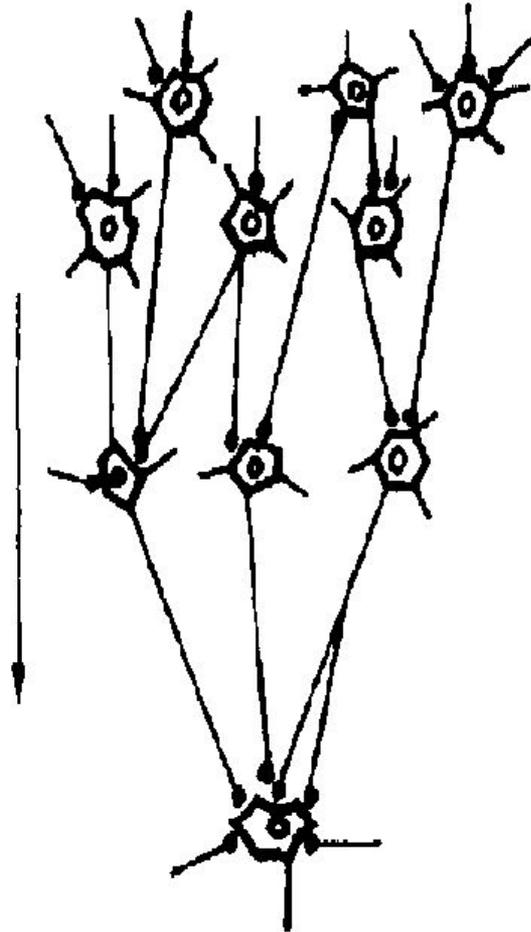
Виды связей между нейронами



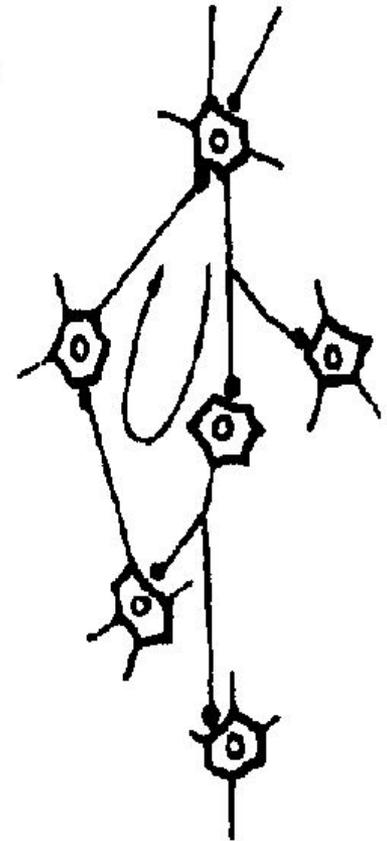
А



Б



В



Г

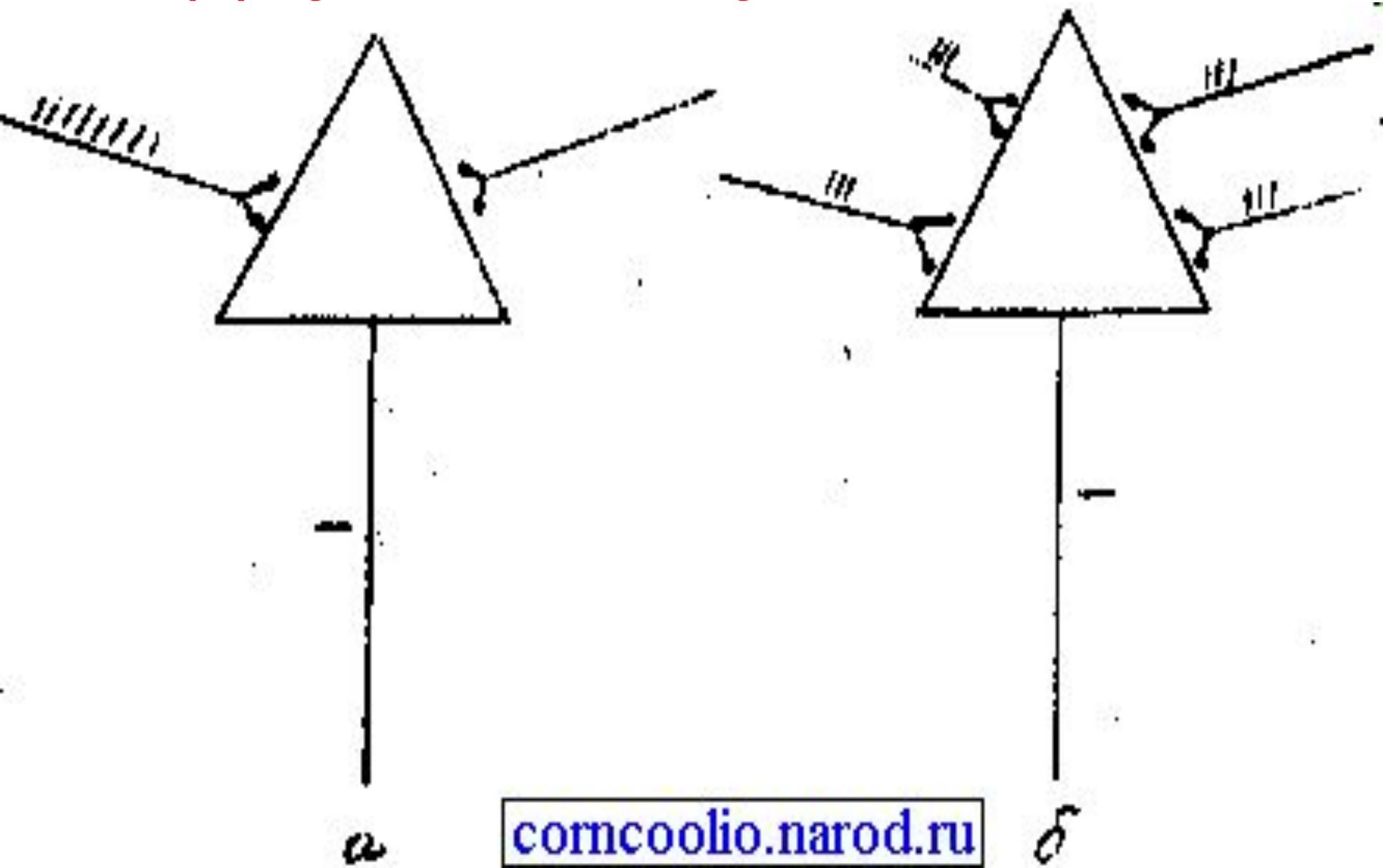
Задержка проведения в синапсах

- По рефлекторной дуге проведение возбуждения происходит медленнее, чем по нервному волокну → в одном синапсе переход медиатора к постсинаптической мембране происходит за 0,3-0,5 мсек. (т.н. синаптическая задержка).
- Чем больше синапсов в рефлекторной дуге, тем больше время рефлекса, т.е. интервал от начала раздражения до начала деятельности.
- С учетом синаптической задержки проведение раздражения через один синапс требует около 1,5-2 мсек.
- *У человека наименьшую продолжительность имеет время сухожильных рефлексов (оно равно 20-24 мсек).* У мигательного рефлекса оно больше - 50-200 мсек.

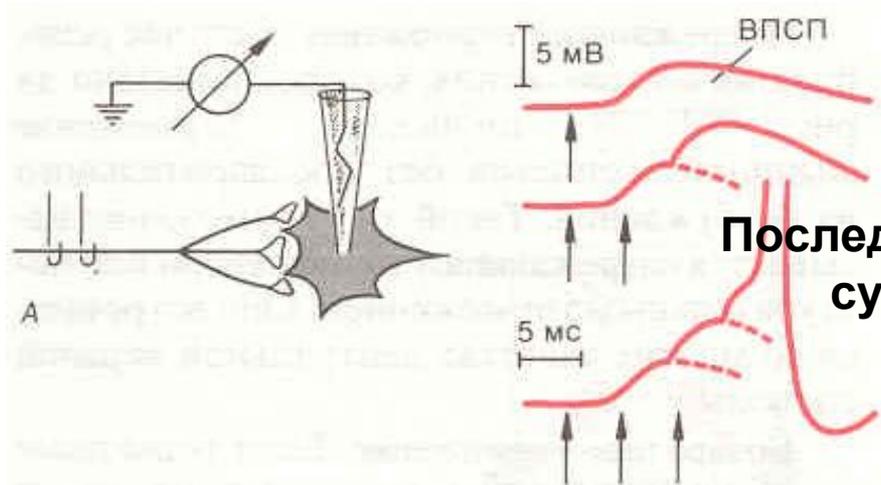
Суммация возбуждений

- В целостном организме рефлекторный акт может осуществляться при действии подпороговых стимулов, если они действуют на рецепторное поле достаточно часто.
- Такое явление получило название **временной (последовательной) суммации**. Пример - рефлекс чесания у собаки можно вызвать, если подать в одну точку подпороговые стимулы с частотой 18 гц.
- Суммация подпороговых стимулов можно получить и тогда, когда они прикладываются на разные точки кожи, но одновременно - это **пространственная суммация**.
- В основе этих явлений лежит процесс суммации возбуждающих постсинаптических потенциалов на теле и дендритах нейронов → **происходит накопление медиатора в синаптической щели**. В естественных условиях оба вида суммации сосуществуют.

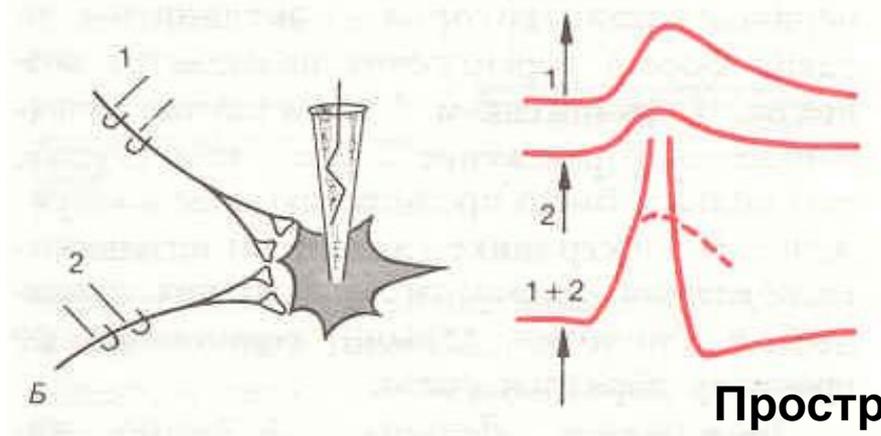
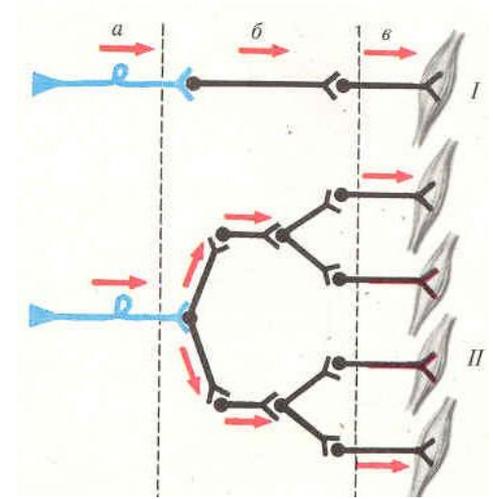
Схема временной (а) и пространственной (б) суммации возбуждений в ЦНС



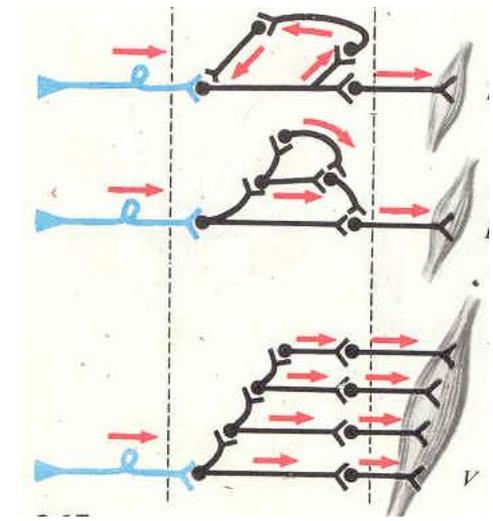
Суммация в ЦНС



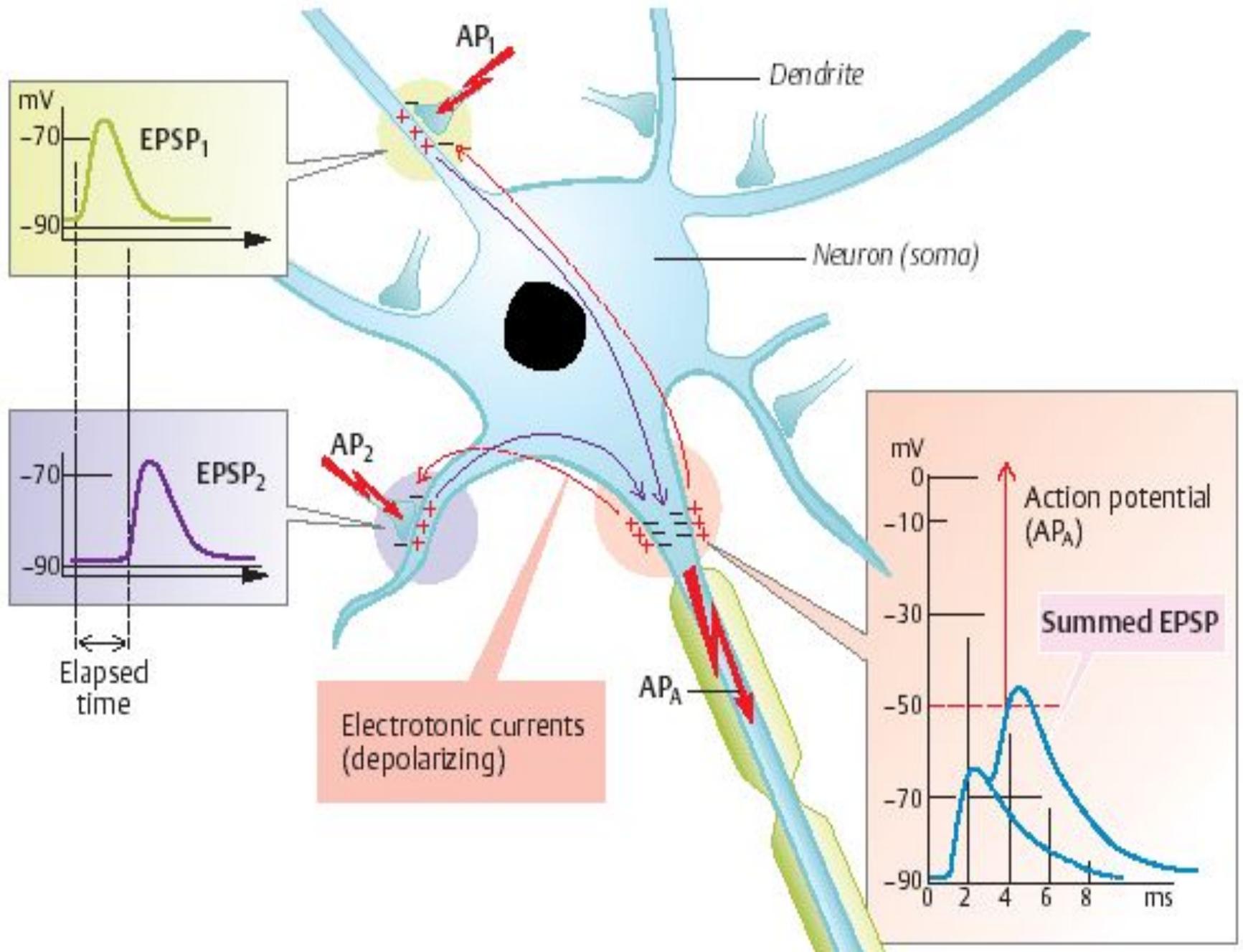
Последовательная суммация



Пространственная суммация



- C. Temporal summation of stimuli



Трансформация ритма возбуждения

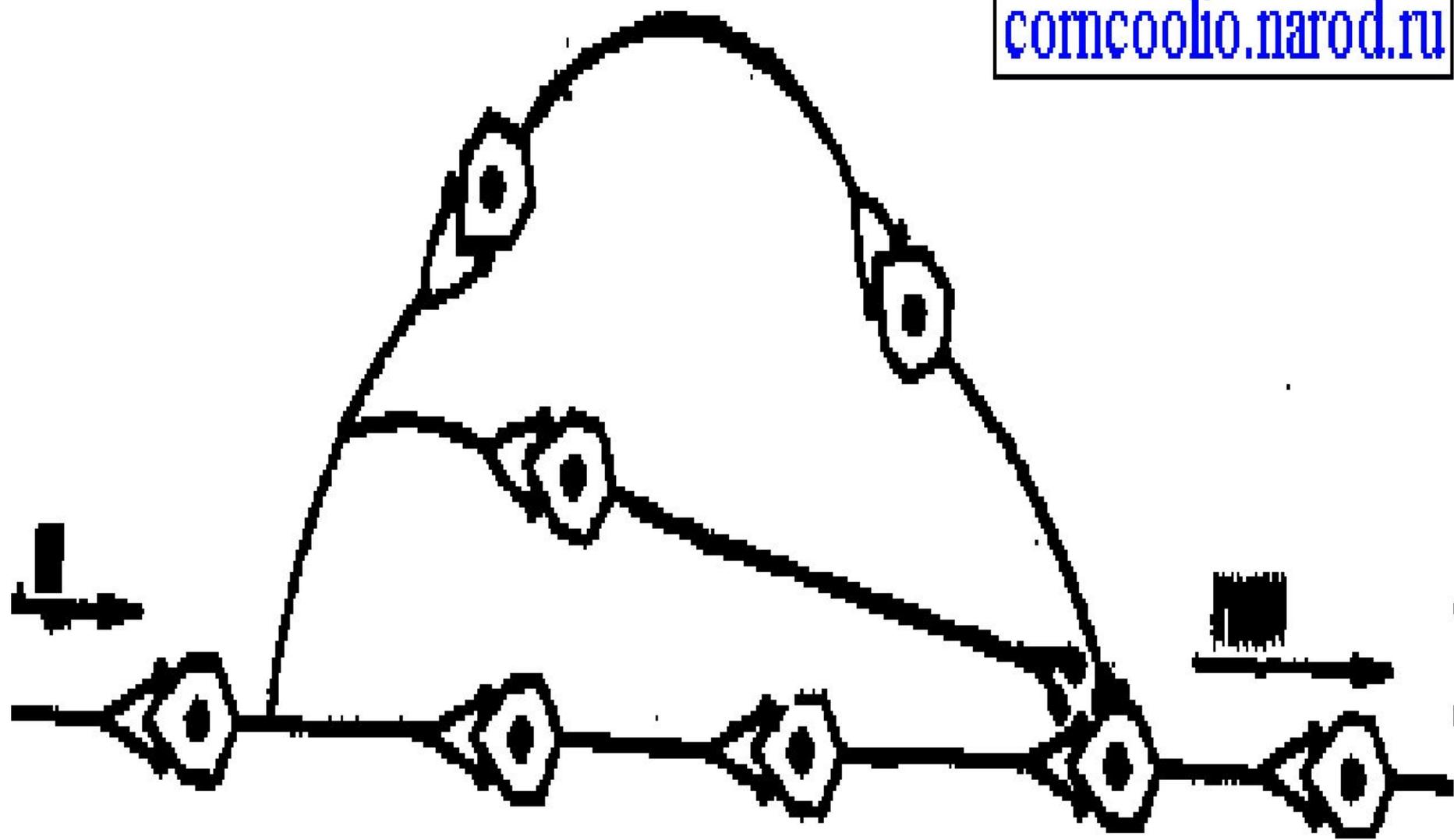
- изменение количества импульсов возбуждения, выходящих из нервного центра, по сравнению с числом импульсов, приходящих к нему.

Различают два вида трансформации:

- понижающая трансформация, в основе которой, в основном, лежит явление суммации возбуждений (**пространственной и временной**), когда в ответ на несколько возбуждений, пришедших к нервной клетке, в последней возникает только одно возбуждение;
- повышающая трансформация, в ее основе лежат механизмы умножения (**мультипликации**), способные резко увеличить количество импульсов возбуждения

Схема умножения (мультипликации) возбуждения в центральной нервной

comcoolio.narod.ru

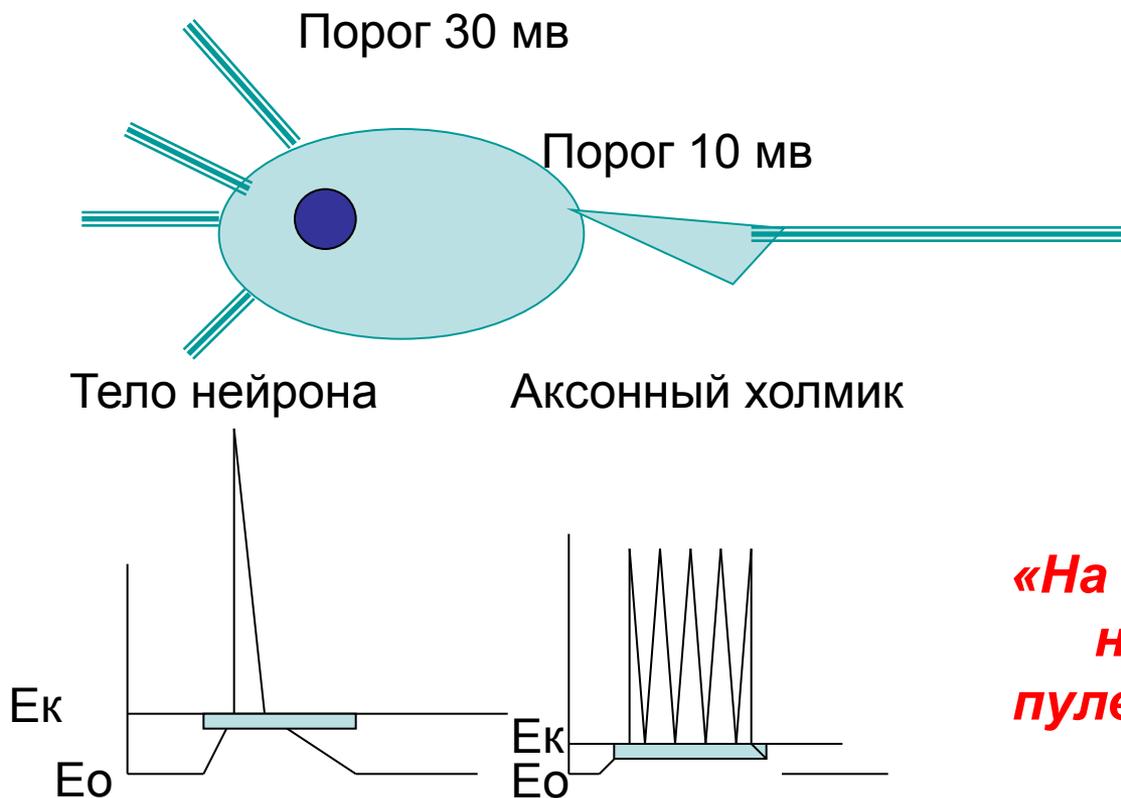


Трансформация ритма возбуждений

- Частота и ритм импульсов, поступающих к нервным центрам, и посылаемых ими на периферию, могут не совпадать.
- В ряде случаев на одиночный импульс, приложенный к афферентному волокну, мотонейрон отвечает серией импульсов (*в ответ на одиночный выстрел нервная клетка отвечает очередью*). Чаще это бывает при длительном постсинаптическом потенциале и зависит от триггерных свойств аксонного холмика.
- Другой механизм трансформации связан с эффектами сложения фаз двух или более волн возбуждения на нейроне → *возможны эффекты как увеличения, так и снижения частоты выходящих из центра стимулов.*

Трансформация ритма

Триггерные свойства аксонного холмика



**«На ружейный выстрел
нейрон отвечает
пулеметной очередью»**

Последствие

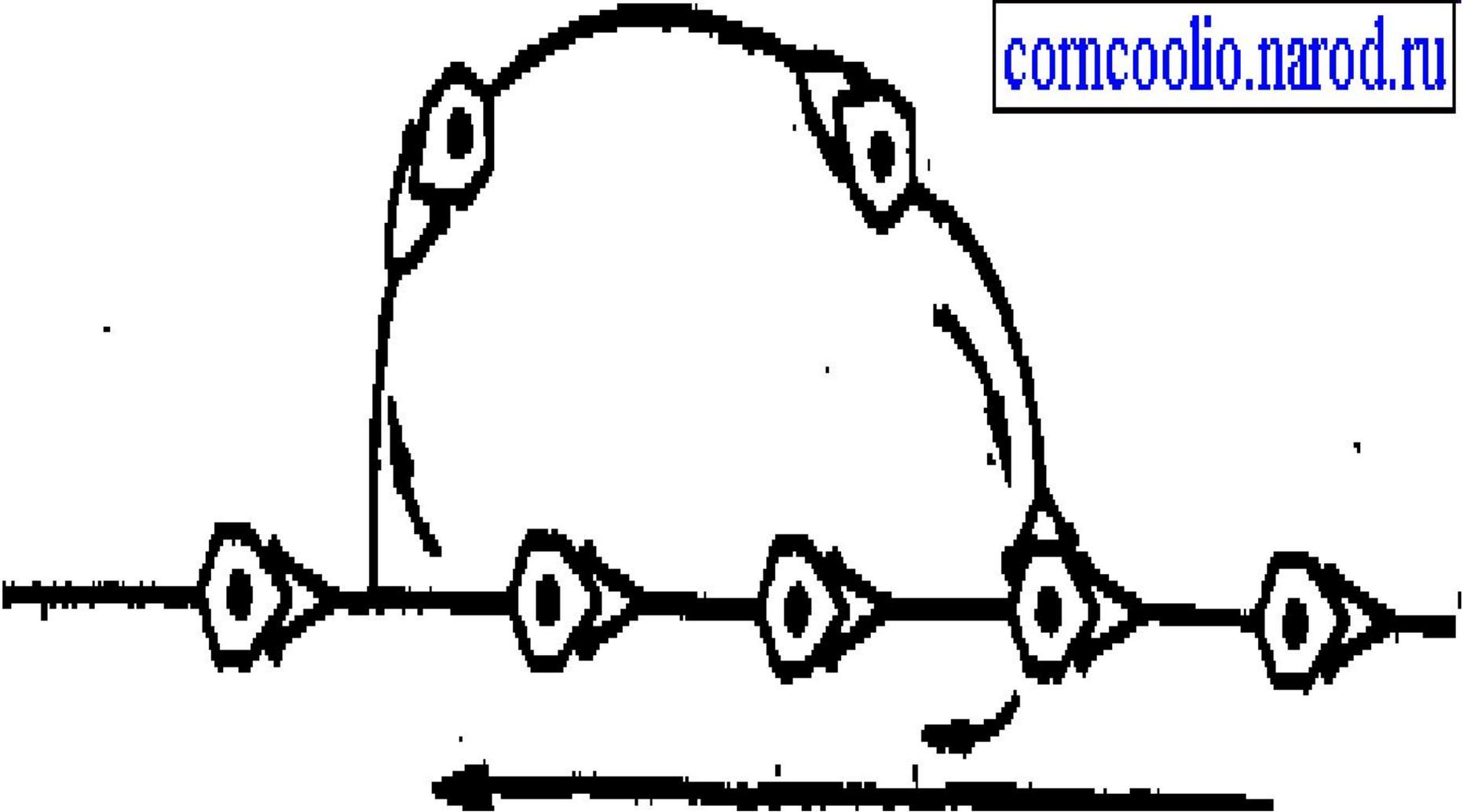
- Рефлекторные акты, в отличие от потенциалов действия, заканчиваются не одновременно с прекращением вызвавшего их раздражения, а через некоторый период времени.
- Продолжительность последствия может во много раз превышать продолжительность раздражения.

Основные механизмы последствия:

1. первый связан с суммацией следовой деполяризации мембраны при частых раздражениях (посттетаническая потенциация), когда нервная клетка продолжает давать разряды импульсов, несмотря на то, что кончилась серия раздражений.
2. второй механизм связывает последствие с циркуляцией нервных импульсов по замкнутым нейронным сетям рефлекторного центра.

Схема пролонгирования возбуждения (нейронной ловушки) в центральной нервной системе

comcoolio.narod.ru



Утомление нервных центров

- Проявляется в постепенном снижении и в конечном итоге полном прекращении рефлекторного ответа при продолжительном раздражении афферентных нервных волокон.
- Утомление в нервных центрах связано прежде всего с нарушением передачи возбуждения в межнейронных синапсах.

Утомление зависит от:

- уменьшения запасов синтезированного медиатора;
- уменьшения чувствительности к медиатору постсинаптической мембраны;
- уменьшение энергетических ресурсов нервной клетки.

- Мало утомляемы проприоцептивные тонические рефлексы

Рефлекторный тонус нервных центров

- Нервные центры обладают тонусом, который выражается в том, что даже при отсутствии специальных раздражений, они постоянно посылают импульсы к рабочим органам.
- В его поддержании участвуют как афферентные импульсы, поступающие непрерывно от периферических рецепторов в ЦНС, так и различные гуморальные раздражители (гормоны, углекислота и др.)

Высокая чувствительность к гипоксии

- Показано, что 100 г нервной ткани в единицу времени потребляет кислорода в 22 раза больше, чем 100 г мышечной ткани. Поэтому нервные центры очень чувствительны к его недостатку.
- Чем выше центр, тем более страдает он от гипоксии.
- Для коры мозга 5-6 минут достаточно, чтобы без кислорода произошли необратимые изменения, клетки ствола мозга выдерживают 15-20 минут полного прекращения кровообращения, а клетки спинного мозга - 20-30 минут.
- При гипотермии, когда снижается обмен веществ, ЦНС дольше переносит гипоксию.

Избирательная чувствительность к химическим веществам

- **Нервные центры, как и синапсы, обладают высокой чувствительностью к действию различных химических веществ, особенно ядов. На одном нейроне могут располагаться синапсы, обладающие различной чувствительностью к различным химическим веществам.**
- **Поэтому можно подобрать такие химические вещества, которые избирательно будут блокировать одни синапсы, оставляя другие в рабочем состоянии. Это делает возможным корректировать состояния и реакции как здорового, так и больного организма.**

**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!**