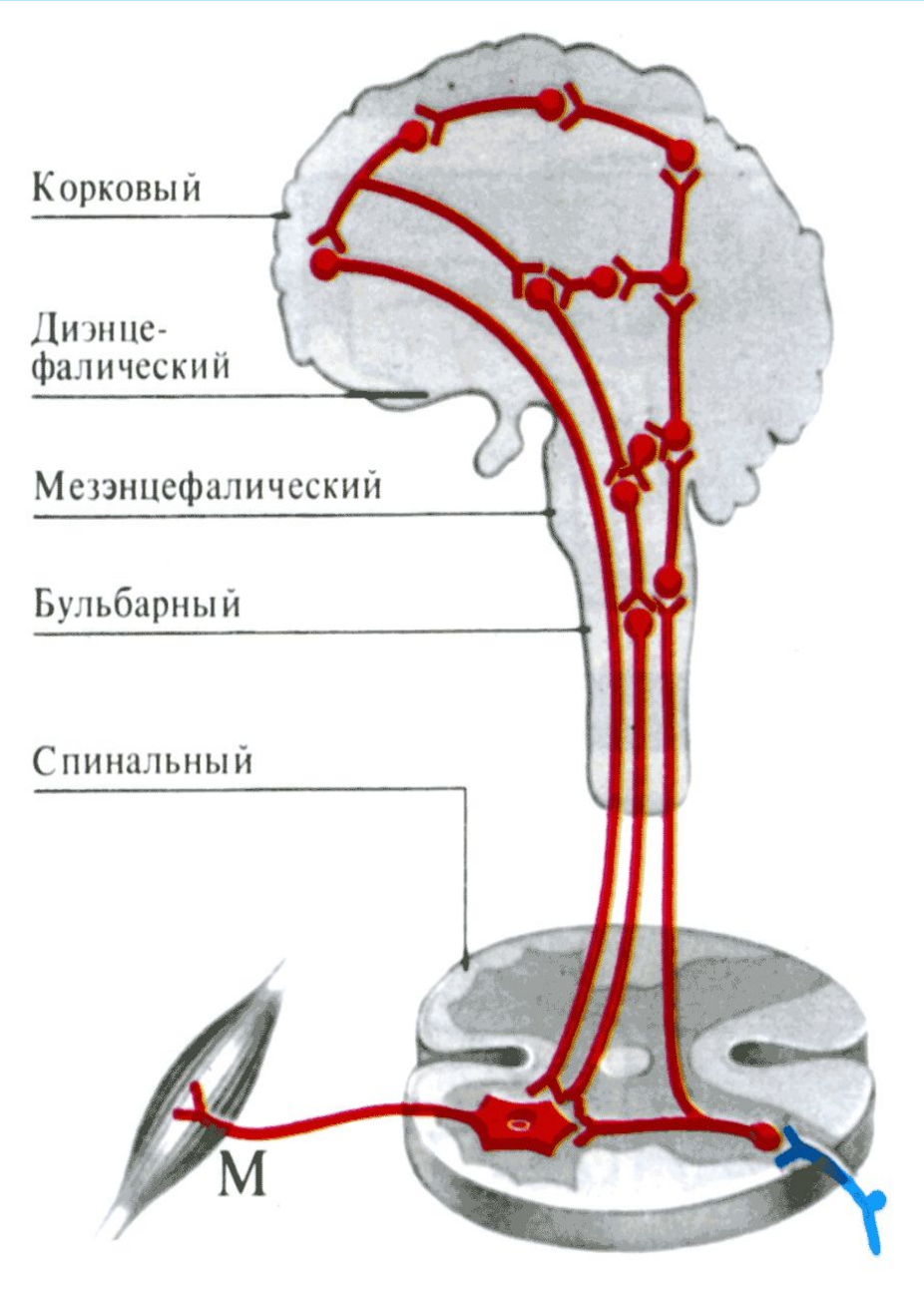
ЛЕКЦИЯ

Тема:

«Нервная система – система управления (регуляции) функций в организме.

Нервные центры. Возрастные особенности»



План

1. Понятие о нервных центрах. Классификация н.ц.
2. Возбуждение в ЦНС.
3. Торможение в ЦНС.
4. Координация рефлексов. Основные принципы.
5. Возрастные особенности.

•*Рефлекторный принцип регуляции функций (рефлекторная теория)*

Узловой момент развития рефлекторной теории – классический труд И.М. Сеченова (1863) «Рефлексы головного мозга».

Основной тезис: *Все виды сознательной и бессознательной жизни человека представляют собой рефлекторные реакции*.

•*Рефлекс, рефлекторная дуга, рецептивное поле*

- ***Рефлекс*** *- универсальная форма взаимодействия организма и среды, реакция организма, возникающая на раздражение рецепторов и осуществляемая с участием нервной системы.*

В естественных условиях рефлекторная реакция происходит при *пороговом, надпороговом* раздражении *входа* рефлекторной дуги – *рецептивного поля* данного рефлекса.

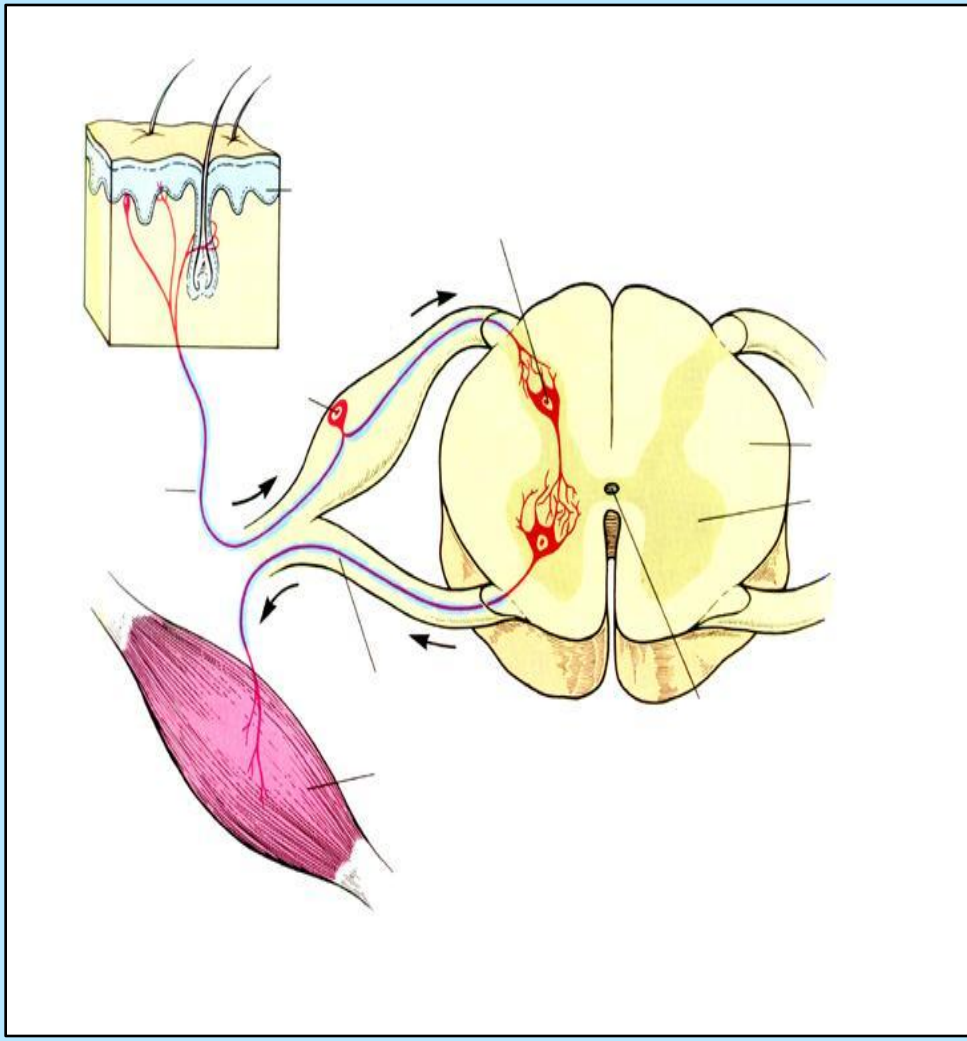
- ***Рецептивное поле –*** *определенный участок воспринимающей чувствительной поверхности организма с расположенными здесь рецепторными клетками, раздражение которых инициирует, запускает рефлекторную реакцию*.

- Рецептивные поля *разных рефлексов* имеют разную локализацию.
- Рецепторы специализированы для оптимального восприятия адекватных раздражителей.
- Структурная основа рефлекса – ***рефлекторная дуга.***

Рефлекс (<лат. reflexus отраженный). Термин ввел И. Прохаска. Идея отраженного функционирования принадлежит Р. Декарту.

•*Рефлекторная дуга*

Рефлекторная дуга – последовательно соединенная цепочка нейронов, обеспечивающая осуществление реакции (ответа) на раздражение.



Рефлекторная дуга состоит из:

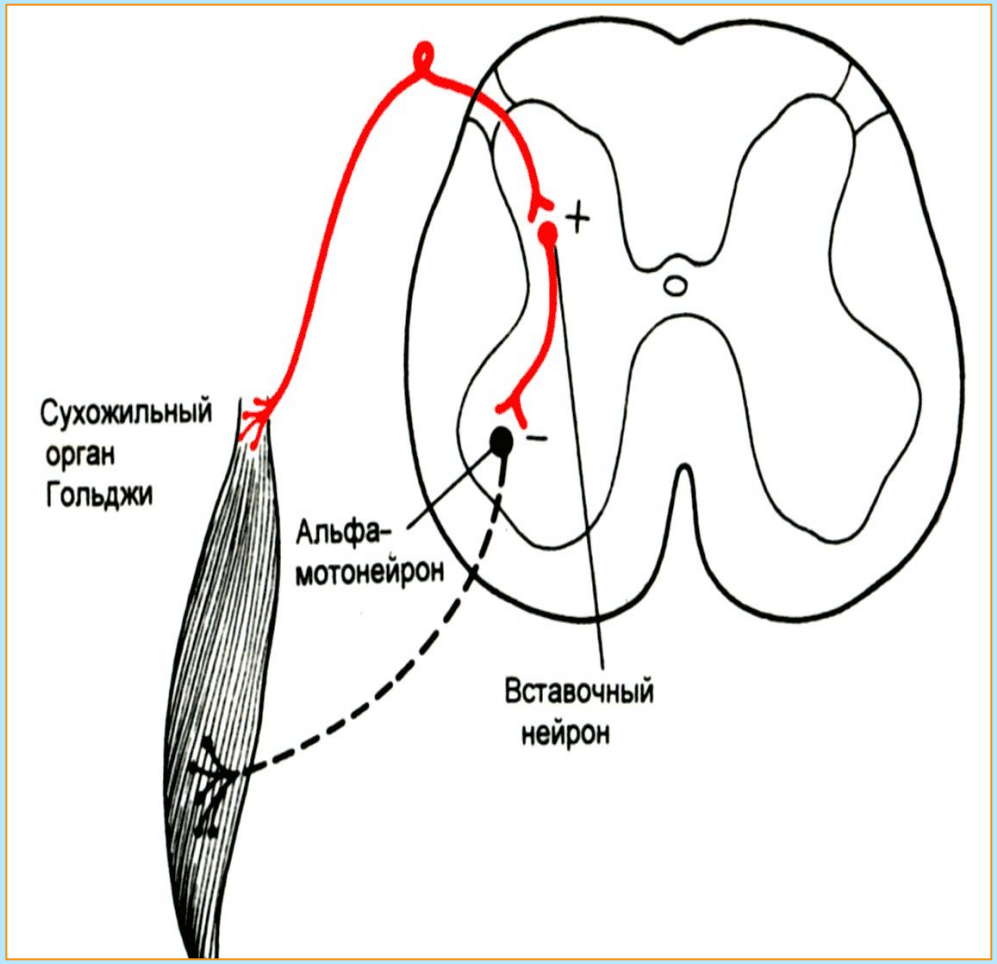
- *Афферентного (А);*
- *Центрального (Ц,В);*
- *Эфферентного (Э)* звеньев.

Звенья связаны <u>синапсами</u> (с).

В зависимости от *сложности* структуры рефлекторной дуги различают рефлексы:

- *Моносинаптические (А→с ¦Э);*
- *Полисинаптические (А→с ¦В→с ¦Э).*

•*Рефлекторное кольцо*



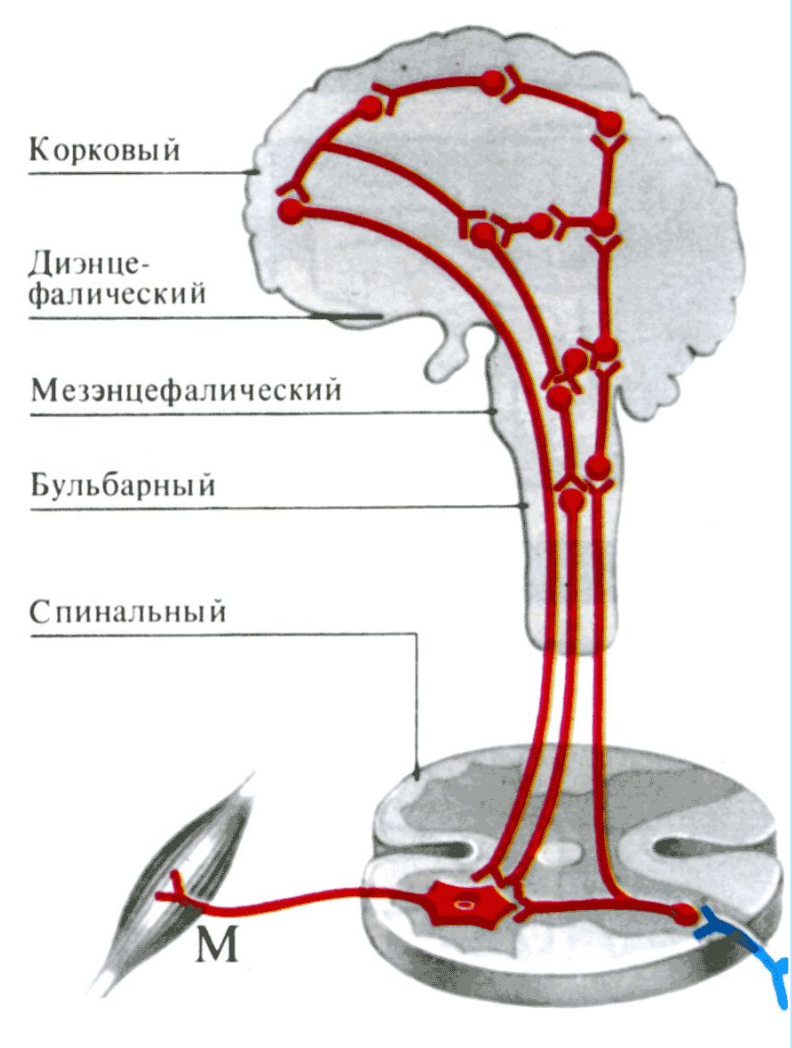
- Обратная связь (*обратная афферентация)* – структурная основа рефлекторного *кольца: воздействие работающего* органа на состояние *своего* центра.
- *Петля обратной связи* – информация о *реализованном* результате рефлекторной реакции в *нервный центр, выдающий исполнительные команды.*

Значение:

- Вносит постоянные поправки в рефлекторный акт.

•*Классификация рефлексов*

- *Безусловные и условные* (по способу образования рефлекторной дуги: генетически запрограммирована или сформирована в онтогенезе);
- *Спинальные, бульбарные, мезэнцефальные, кортикальные* (по расположению основных нейронов, без которых рефлекс не реализуется);
- *Интерорецептивные, экстерорецептивные* (по локализации рецепторов);
- *Защитные, пищевые, половые* (по биологическому значению рефлексов);
- *Соматические, вегетативные* (по участию отдела нервной системы).Если эффекторами являются внутренние органы, говорят о *вегетативных рефлексах*, если скелетные мышцы – о *соматических рефлексах*);
- *Сердечные, сосудистые, слюноотделительные* (по конечному результату).



•*Нервный центр:* ***определение***

- Рефлекторная деятельность организма во многом определяется общими свойствами нервных центров.

Нервный центр – *«ансамбль» нейронов, согласованно включающихся в регуляцию определенной функции или в осуществление рефлекторного акта.*

- Нейроны ЦНС (нервных центров):
- Преимущественно, *вставочные* (интернейроны);
- *Мультиполярные* (дендритное дерево ! шипики);
- Разнообразные по химизму : разные нейроны секретируют различные медиаторы (АХ, ГАМК, глицин, эндорфины, дофамин, серотонин, нейропептиды и др.)

•*Классификация нервных центров*

1. **Морфологический** критерий (локализация в отделах ЦНС):
   - Спинальные центры (в спинном мозге);
   - Бульбарные (в продолговатом мозге);
   - Мезэнцефальные (в среднем мозге);
   - Диэнцефальные (в промежуточном мозге);
   - Таламические (в зрительных буграх);
   - Корковые и подкорковые.

2. **Функциональный** критерий:

A. *Органы регуляции*:
- Сосудодвигательный центр;
- Дыхательный;
- Сердечный и др.

B. *Афферентный приток:*
- Зрительный;
- Слуховой и т.п.

C. *Мотивационное состояние:*
- Центр голода;
- Жажды и т.п.

D. *Целостные*:
- Половые центры и т.д.

•*Нервные центры*

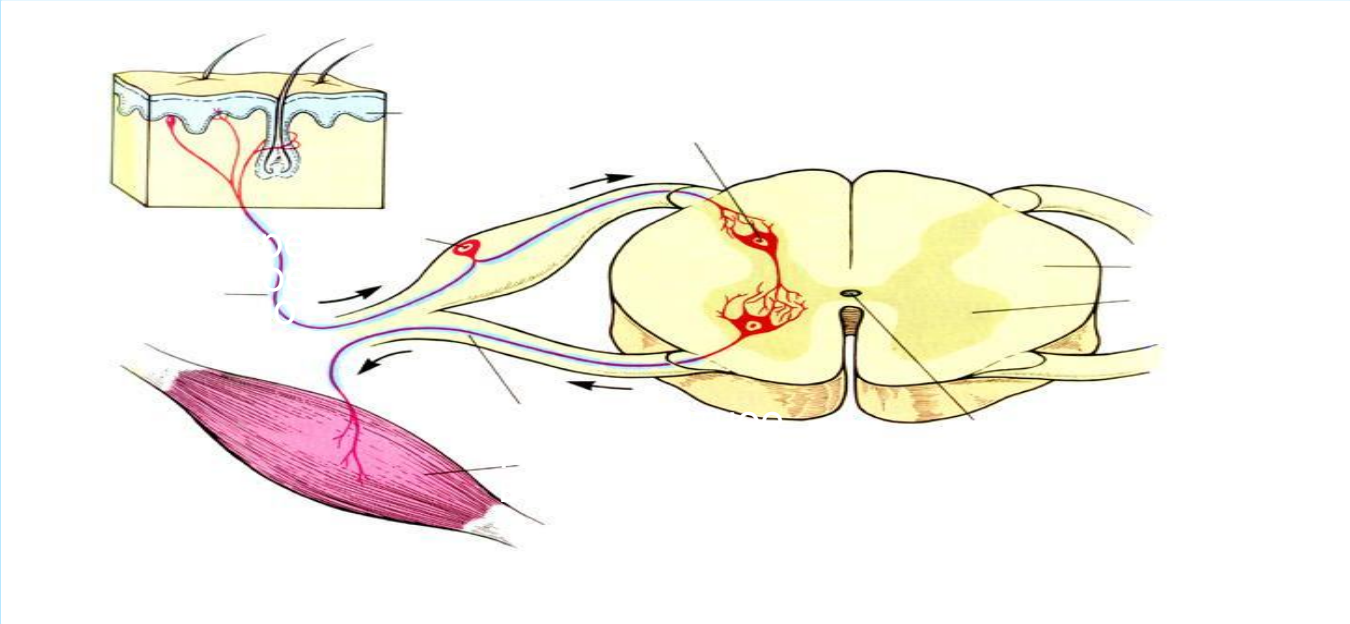
В основе нервной деятельности лежат *активные* и *противоположные* по своим функциональным свойствам процессы:

- Возбуждение;
- Торможение.

Функциональное значение *торможения*:

- Координирует функции, т.е. *направляет* возбуждение по определенным путям, к определенным нервным центрам, *выключая* те пути и нейроны, активность которых в данный момент *не нужна* для конкретного приспособительного результата.
- Выполняет *охранительную* (защитную) функцию, предохраняя нейроны от перевозбуждения и истощения при действии сверхсильных и длительных раздражителей.

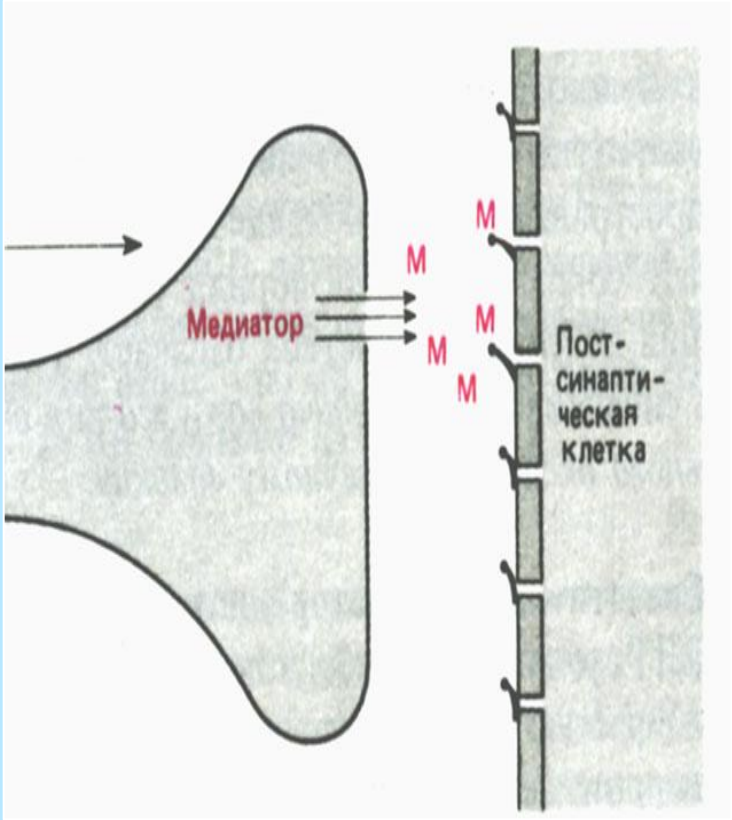
•*Особенности распространения возбуждения в ЦНС:* ***односторонность***



В ЦНС, внутри рефлекторной дуги и нейронных цепей возбуждение идет, как правило, в одном направлении: от *афферентного нейрона к эфферентному*.

Это обусловлено особенностями <u>структуры химического синапса</u>: медиатор выделяется *только* пресинаптической частью.

•*Особенности распространения возбуждения в ЦНС:* ***замедленное проведение***



Известно, что возбуждение по нервным волокнам (периферия) проводится быстро, а в ЦНС– относительно медленно (синапсы!).

- Время, в течение которого возбуждение проводится в **ЦНС** с афферентного на эфферентный путь –*центральное время* рефлекса (3 мс).
- Чем *сложнее* рефлекторная реакция, тем *больше* время ее рефлекса.
- Удетей время центральной задержки больше,
  - оно увеличивается также при различных воздействиях на организм человека.
  - При утомлении водителя оно может превышать 1000 мс, что приводит в опасных ситуациях к замедленным реакциям и дорожным авариям.

•*Особенности распространения возбуждения в ЦНС:* ***суммация***

Это свойство впервые описал И.М. Сеченов (1863):

- При действии ряда *подпороговых* стимулов на рецептор или афферентный путь возникает ответная реакция.

Виды суммации:

1. Последовательная (временная);
2. Пространственная.

- Один *подпороговый* афферентный стимул не вызывает ответной реакции, а создает в ЦНС местное возбуждение (локальный ответ) –недостаточное для ПД количество медиатора).

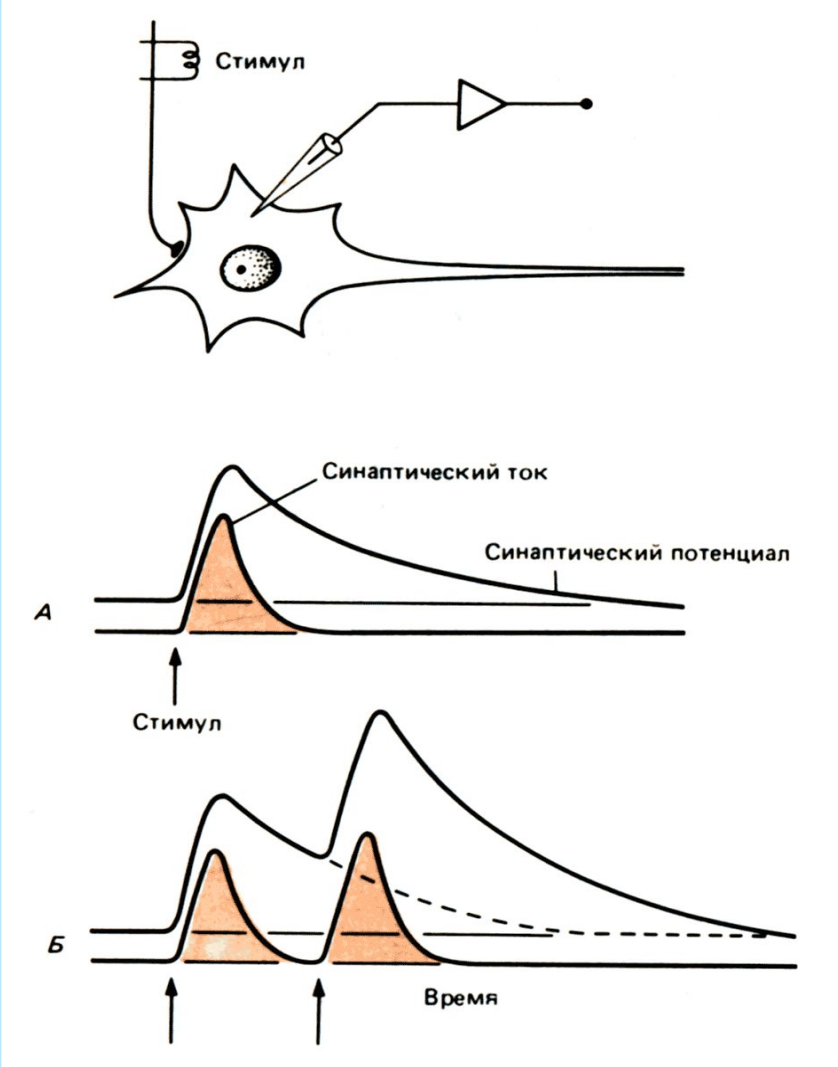
•*Особенности распространения возбуждения в ЦНС:* ***временная суммация***

А. В ответ на одиночный раздражитель возникает синаптический ток (*затененная область*) и синаптический потенциал,

Б. Если вскоре после одного постсинаптического потенциала возникает другой, то он *складывается* с ним.

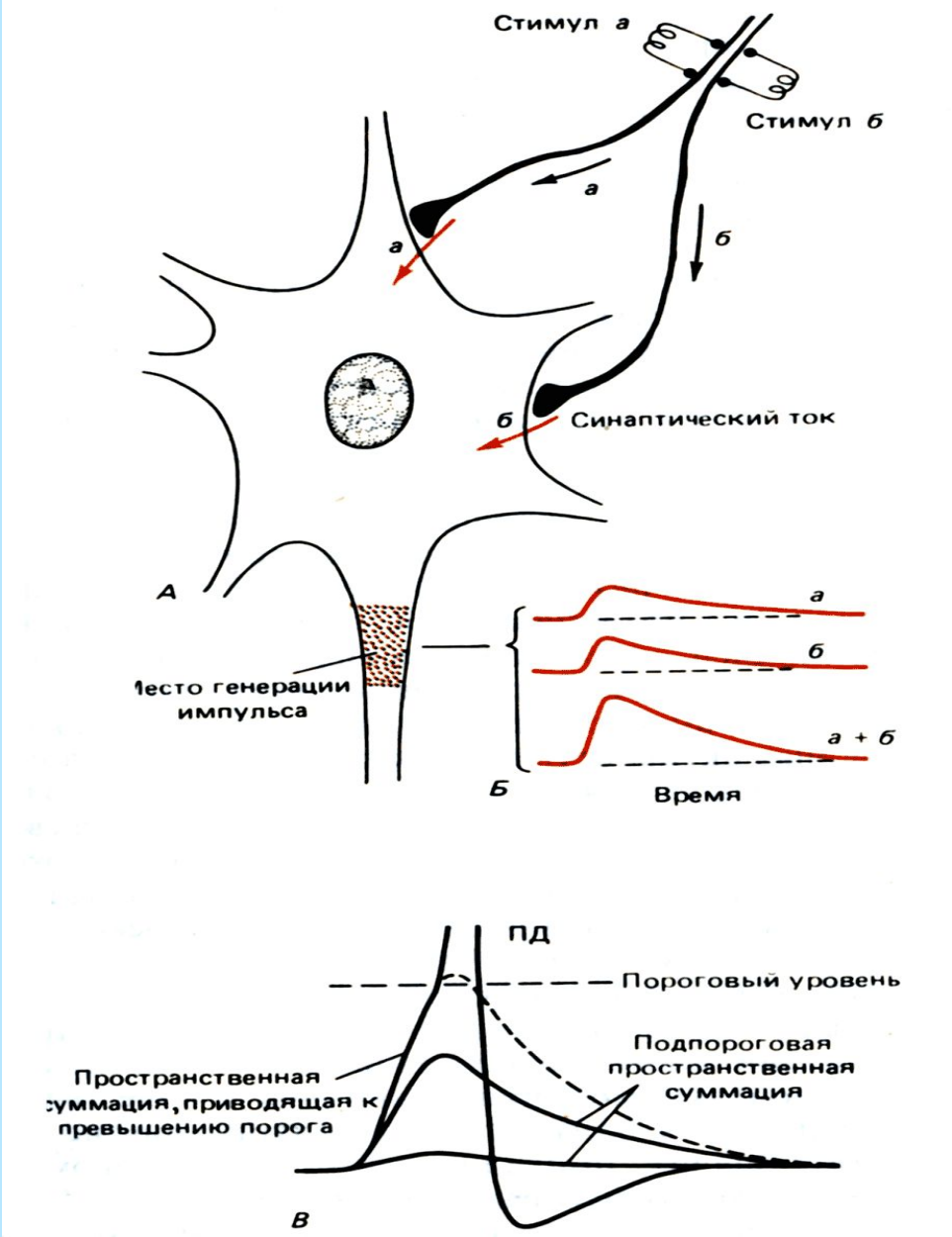
Это явление называется ***временной суммацией.***

Чем короче при этом будет интервал между двумя последовательными синаптическими потенциалами, тем выше будет амплитуда суммарного потенциала.

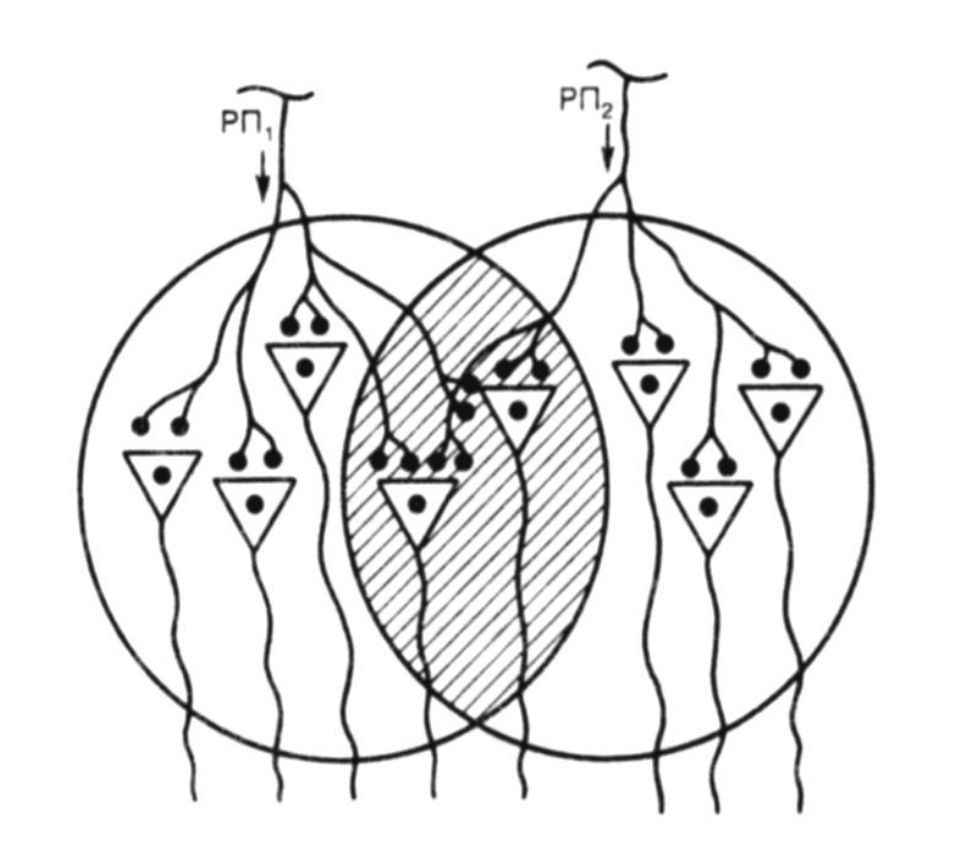


•*Особенности распространения возбуждения в ЦНС:* ***пространственная суммация***

- ***Пространственная*** суммация: <u>два</u> или <u>несколько</u> подпороговых импульсов приходят в ЦНС по *разным* афферентным путям и <u>вызывают</u> ответную рефлекторную реакцию.
- Для возникновения импульса в нейроне необходимо, чтобы *начальный сегмент аксона,* обладающий <u>низким порогом возбуждения</u>, был деполяризован до **критического уровня**



•*Особенности распространения возбуждения в ЦНС: окклюзия*



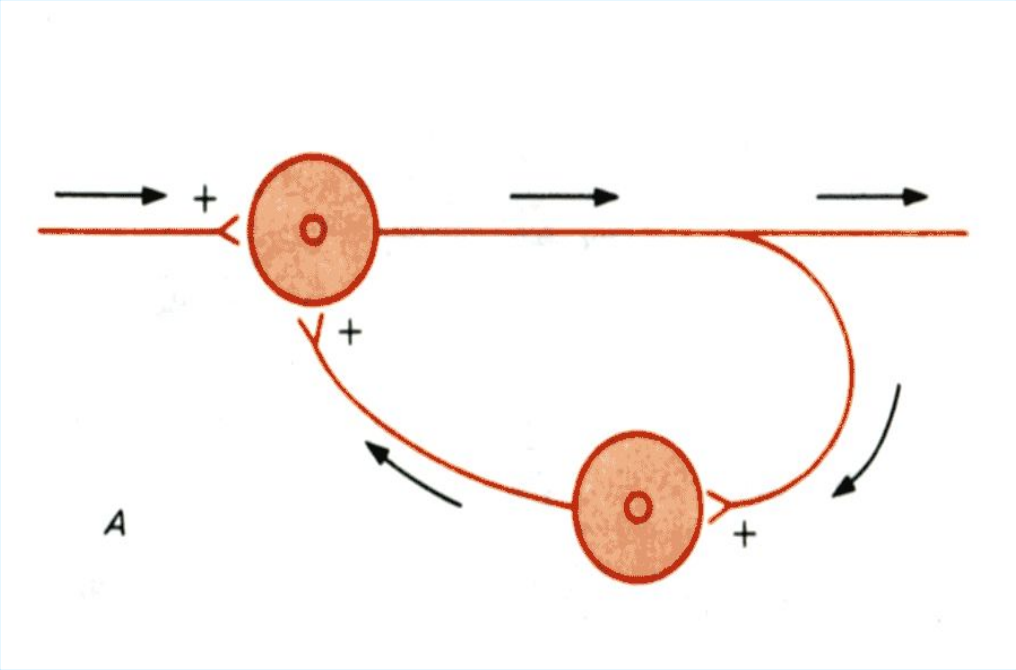
Феномен окклюзии (по Шеррингтону).
$РП_1$, $РП_2$ – **р**ецептивные **п**оля.

Феномен **окклюзии** (<лат occlusus запертый) – <u>уменьшение (ослабление)</u> ответной реакции при <u>совместном</u> раздражении двух рецептивных полей по сравнению с арифметической суммой реакций при изолированном (<u>раздельном</u>) раздражении каждого из рецептивных полей.

Причина феномена – *перекрытие путей* на вставочных или эфферентных нейронах благодаря <u>конвергенции</u>.

•*Особенности распространения возбуждения в ЦНС:* ***последействие***

Последействие означает, что *после прекращения* раздражения к рабочему органу от ЦНС *продолжают* поступать импульсы – рефлекторная реакция *не прекращается сразу* после выключения раздражения



Причина:

Длительное последействие связано с наличием в ЦНС *кольцевых связей* между нейронами

Структурная основа для *последействия – нейронная ловушка (по Лоренто де Но);*

•*Особенности распространения возбуждения в ЦНС:* ***проторение (постактивационное облегчение)***

Проторение (постактивационное облегчение):

- *После* возбуждения, вызванного ритмической стимуляцией, последующий стимул вызывает *больший* эффект;
- Для поддержания *прежнего уровня* ответной реакции требуется *меньшая* сила последующего раздражения.

Объяснение: Структурно-функциональные изменения в синаптическом контакте:

- Накопление у пресинаптической мембраны везикул с медиатором;

•*Свойства нервных центров:* ***высокая утомляемость***

Длительное повторное раздражение рецептивного поля рефлекса →ослабление рефлекторной реакции вплоть до полного исчезновения – *утомление.*

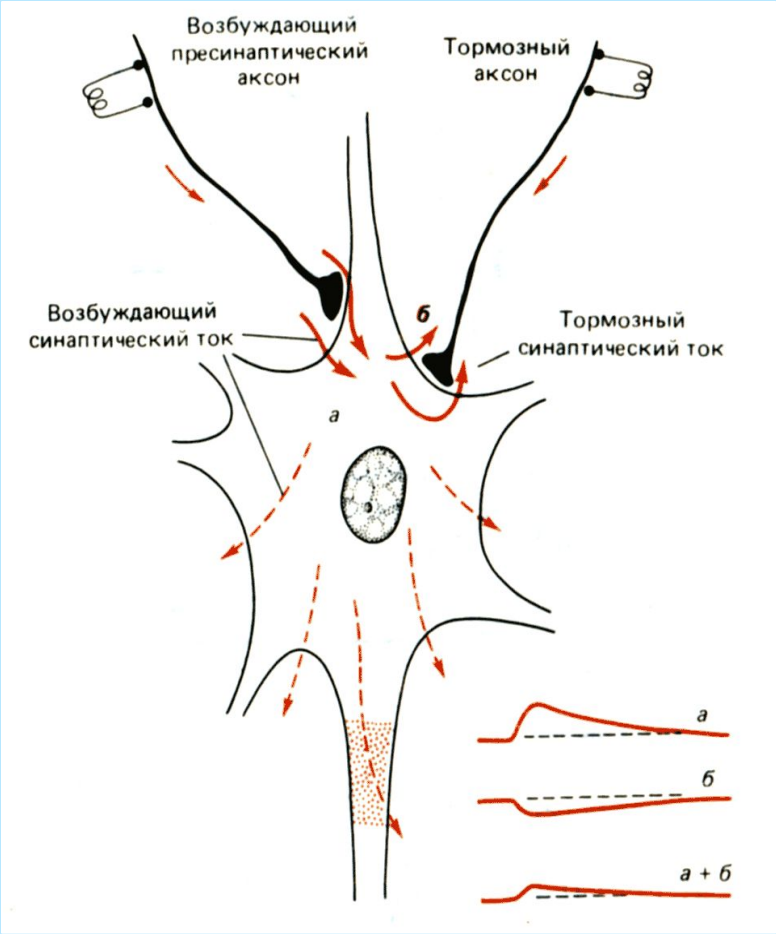
Объяснение:

В ***синапсах:***

- истощается запас медиатора,
- уменьшаются энергетические ресурсы,
- происходит адаптация постсинаптических рецепторов к медиатору;

Малая *лабильность* центра → нервный центр функционирует с максимальной нагрузкой, так как получает стимулы от высоколабильного нервного волокна, превышающие лабильность нерва→утомление.

•*Свойства нервных центров:* ***трансформация ритма возбуждения***



На нейронах в ЦНС сходятся синаптические влияния разного функционального значения.
Это приводит к *трансформации* ритма поступающих импульсов: ЦНС к рабочему органу посылает импульсы с частотой, относительно независимой от частоты раздражений (по афферентам)→как в сторону *увеличения*, так и *уменьшения*.

•*Свойства нервных центров:* ***повышенная чувствительность к недостатку кислорода***

Обусловлена высокой интенсивность обменных процессов:

- 100 г нервной ткани (головной мозг собаки) использует O_2 в 22 раза больше, чем 100 г мышечной ткани.
- Мозг человека поглощает 40 – 50 мл O_2 в минуту: 1/6 – 1/8 часть всего O_2, потребляемого телом в состоянии покоя.
- *Чувствительность нейронов разных отделов мозга:*
  - Смерть нейронов коры больших полушарий - через 5 – 6 мин. после полного прекращения кровоснабжения;
  - Восстановление функций нейронов ствола мозга возможна после 15 – 20 мин полного прекращения кровоснабжения;
  - Функции нейронов спинного мозга сохраняется и после 30 минутного отсутствия кровообращения.

•*Свойства нервных центров:* ***пластичность и тонус***

- Пластичность – *функциональная подвижность* нервного центра: возможность его включения в регуляцию различных функций.

- Тонус – *наличие определенной фоновой активности.*

Объяснение: определенное количество нейронов мозга в покое (в отсутствие специальных внешних раздражителей) находится в состоянии постоянного возбуждения – генерирует фоновые импульсные потоки.

Обнаружено наличие в высших отделах мозга «сторожевых нейронов» даже в состоянии физиологического сна

•Торможение в ЦНС

И. М. Сеченов

Торможение **-** активный процесс, который ослабляет существующую деятельность или препятствует ее возникновению.

Впервые экспериментально процесс торможения в ЦНС наблюдал в 1862 г. И. М. Сеченов в опыте, который и получил название «опыт торможения Сеченова».

«Коперник второй Вселенной».

•*Виды торможения*

- Первичное и вторичное (наличие или отсутствие специального морфологического образования - тормозного синапса);
- Пресинаптическое и постсинаптическое (место возникновения – зона межнейронального контакта);
- А также

- Возвратное;
- Реципрокное;
- Латеральное.

•*Вторичное торможение*

Николай Евгеньевич Введенский

Осуществляется без участия специальных тормозных структур и развивается в возбуждающих синапсах.

Было изучено Н.Е. Введенским и названо ***пессимальным.***

- Н.Е. Введенский показал, что возбуждение может сменяться ***торможением*** в любом участке, обладающем <u>низкой лабильностью</u>.
- В ЦНС наименьшей лабильностью обладают ***синапсы***.

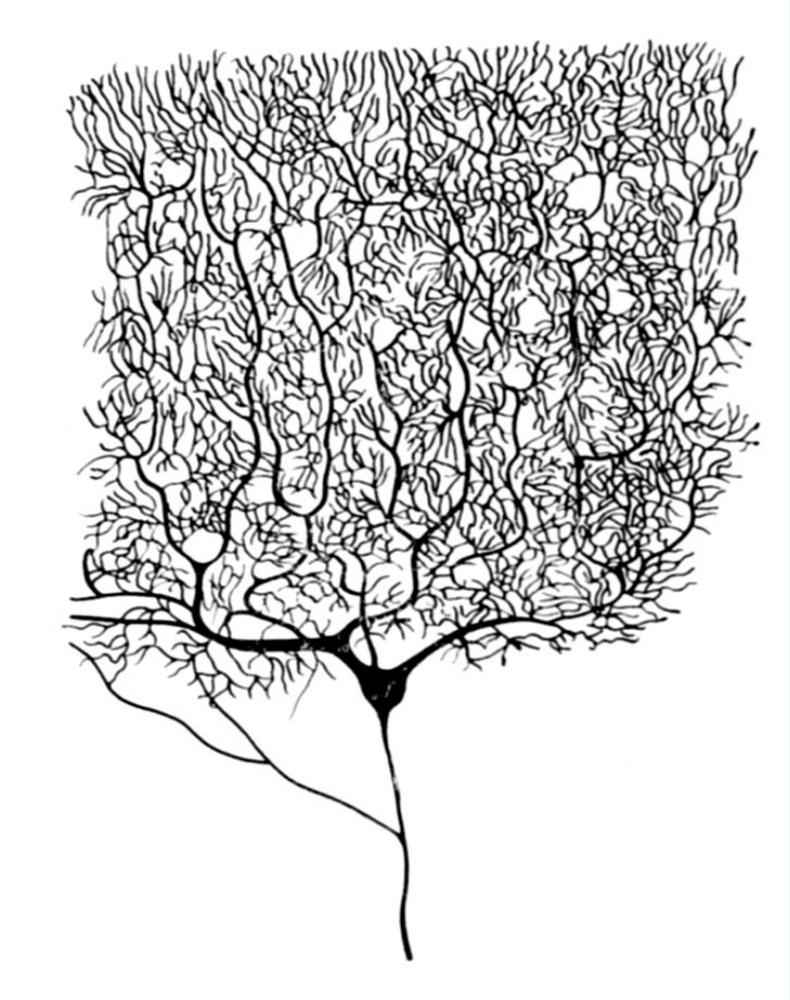
Первичное торможение в ЦНС

- Первичное торможение связывают с наличием в ЦНС специального морфологического субстрата – тормозного синапса (нейрона).
- **Тормозные нейроны** – тип интернейронов, аксоны которых образуют на телах и дендритах возбуждающих нейронов *тормозные синапсы*.

Примеры тормозных нейронов:

1. грушевидные клетки (клетки *Пуркинье*) коры мозжечка и
2. клетки *Реншоу в* спинном мозге.

•*Тормозные нейроны*

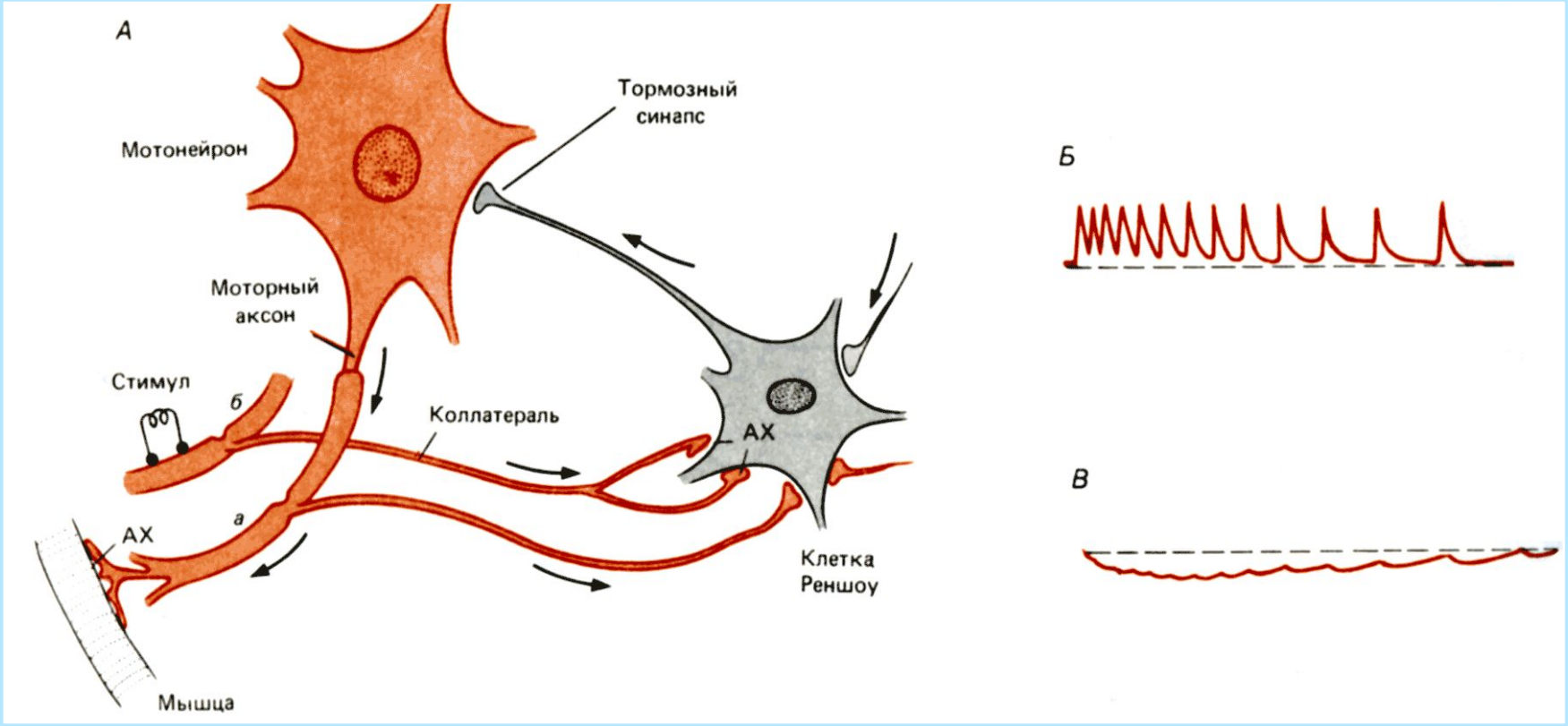


Клетки Пуркинье коры мозжечка.
Медиатор синаптических влияний - гамма-аминомаслянная кислота

Медиаторы передачи тормозящих влияний в ЦНС <u>аминокислоты</u>:

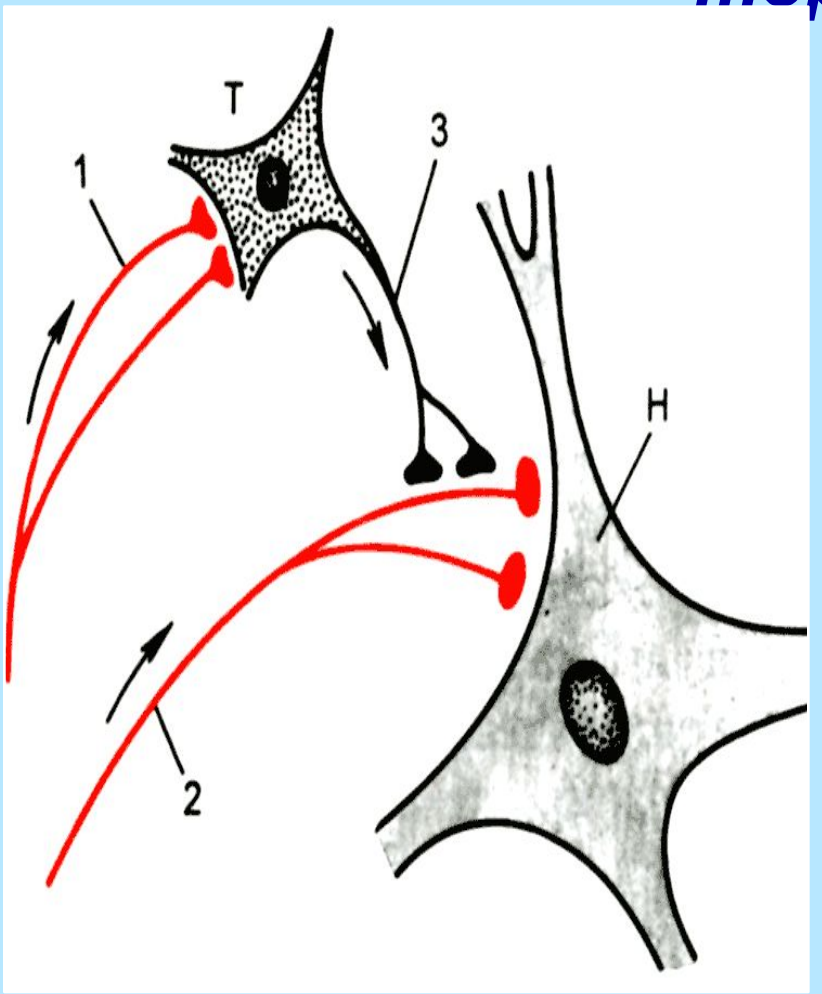
- ***ГАМК*** →
- ***Глицин*** →Блокаторы глициновых рецепторов: стрихнин, столбнячный токсин.

•Торможение в ЦНС: **возвратное торможение**



- Мотонейрон → по возвратным коллатералям аксона →возбуждение клетки Реншоу (Б) →ТПСП мотонейрона (В,). Импульсная активность мотонейрона прекращается. Медиатор тормозного синапса ***глицин***.
- *Первичное, гиперполяризационное, постсинаптическое торможение.* Значение*: защитное (охранительное).* Обратная отрицательная связь: мотонейрон – клетка Реншоу, подавлять его избыточную активность

•*Торможение в ЦНС:* ***пресинаптическое торможение***



Вставочные (тормозные - **Т**) нейроны формируют *аксо-аксональные* синапсы (3) на афферентных терминалях (2) – пресинаптических по отношению к мотонейрону.

Механизм: возбуждение Т→ деполяризация мембраны афферента → уменьшение амплитуды ПД в афферентах → уменьшение количества выделяемого медиатора из пресинаптической области синапса →уменьшение амплитуды ВПСП на мембране мотонейрона →уменьшение активности мотонейрона.

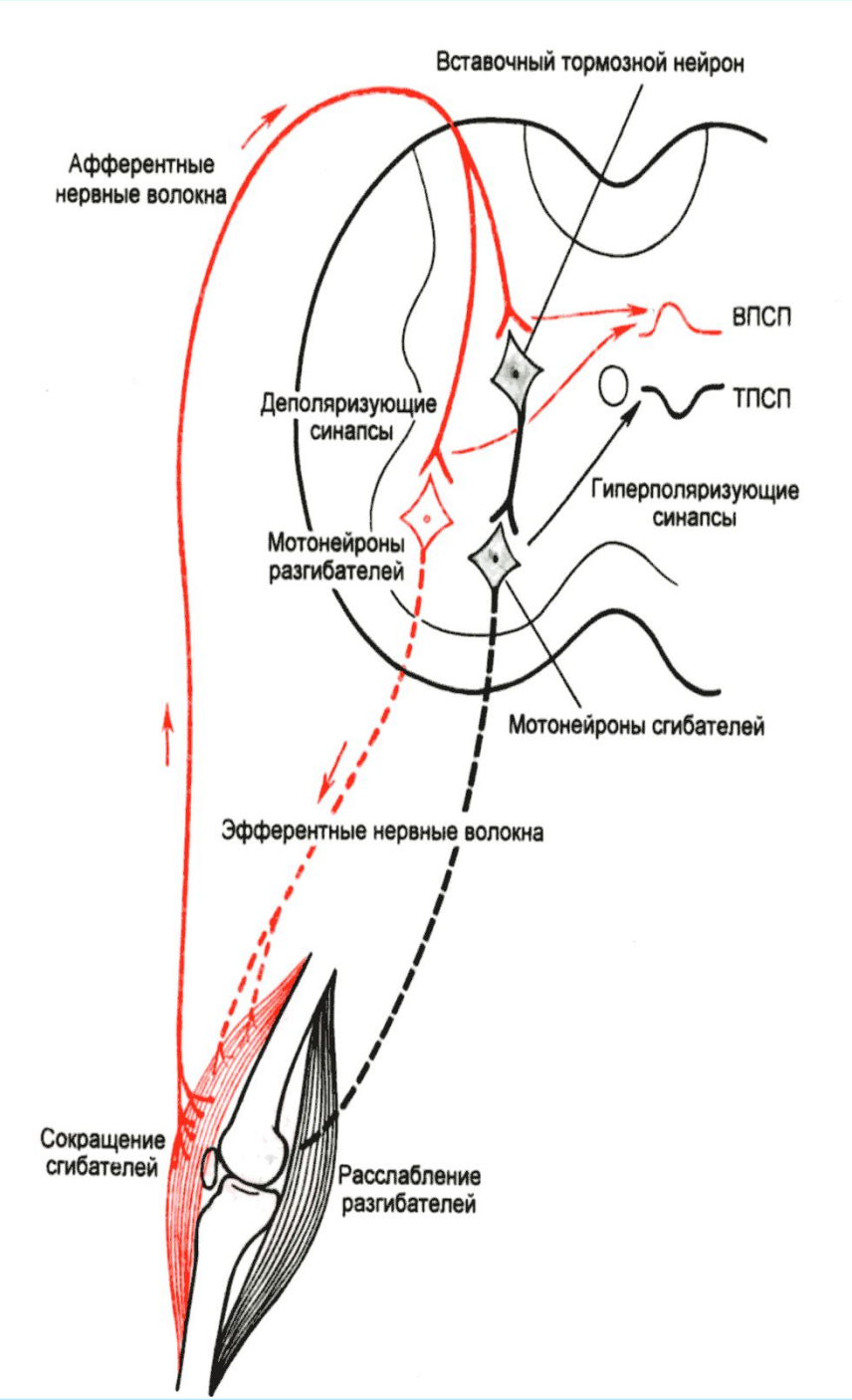
Медиатор тормозного синапса - ГАМК.

Значение: *координирующее.* Обеспечивает тонкую регуляция.

- *Торможение в ЦНС:* ***реципрокное торможение***

Пример реципрокного (сопряженного) торможения – взаимное торможение центров мышц-антагонистов.

Механизм: *возбуждение* проприорецепторов (рецепторы растяжения) мышц- сгибателей → *активация* мотонейронов данных мышц и вставочных тормозных нейронов →постсинаптическое *торможение* мотонейронов мышц-разгибателей.



•*Принципы координации нервных центров*

- **Координация** (лат. со - вместе+ ordinatio – расположение в порядке) – согласование деятельности различных нейронов (групп нейронов) для достижения полезного результата.
- Координация способствует реализации всех функций ЦНС.
- *Принципы*, лежащих в основе координационной деятельности ЦНС:

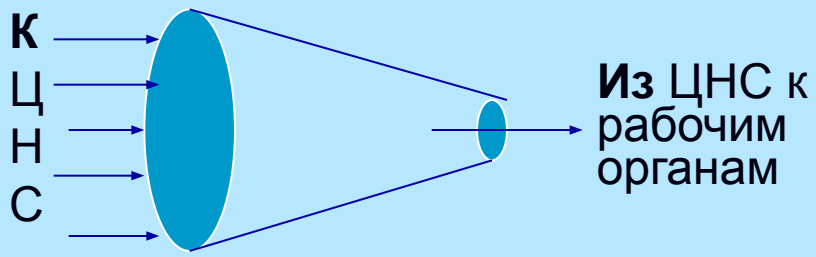
- общего конечного пути;
- доминанты;
- иерархии и субординации (соподчинения);
- иррадиации;
- индукции;
- обратной связи.

•*Принципы координации нервных центров:* ***«общий конечный путь» (конвергенция)***

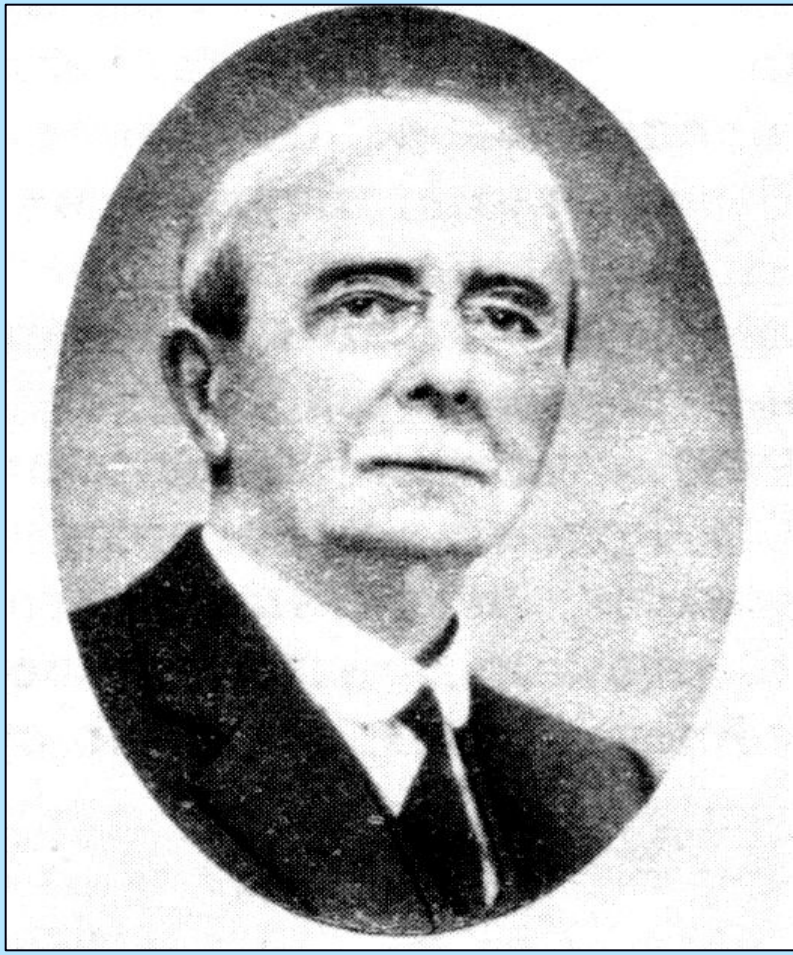
Выдвинут Ч.С. Шеррингтоном в 1906 г.

Конвергенция – морфологическая основа координации, – исходит из анатомического соотношения между афферентными и эфферентными нейронами (5:1).

Такое соотношение Шеррингтон схематически представил в виде воронки:



Воронка Шеррингтона

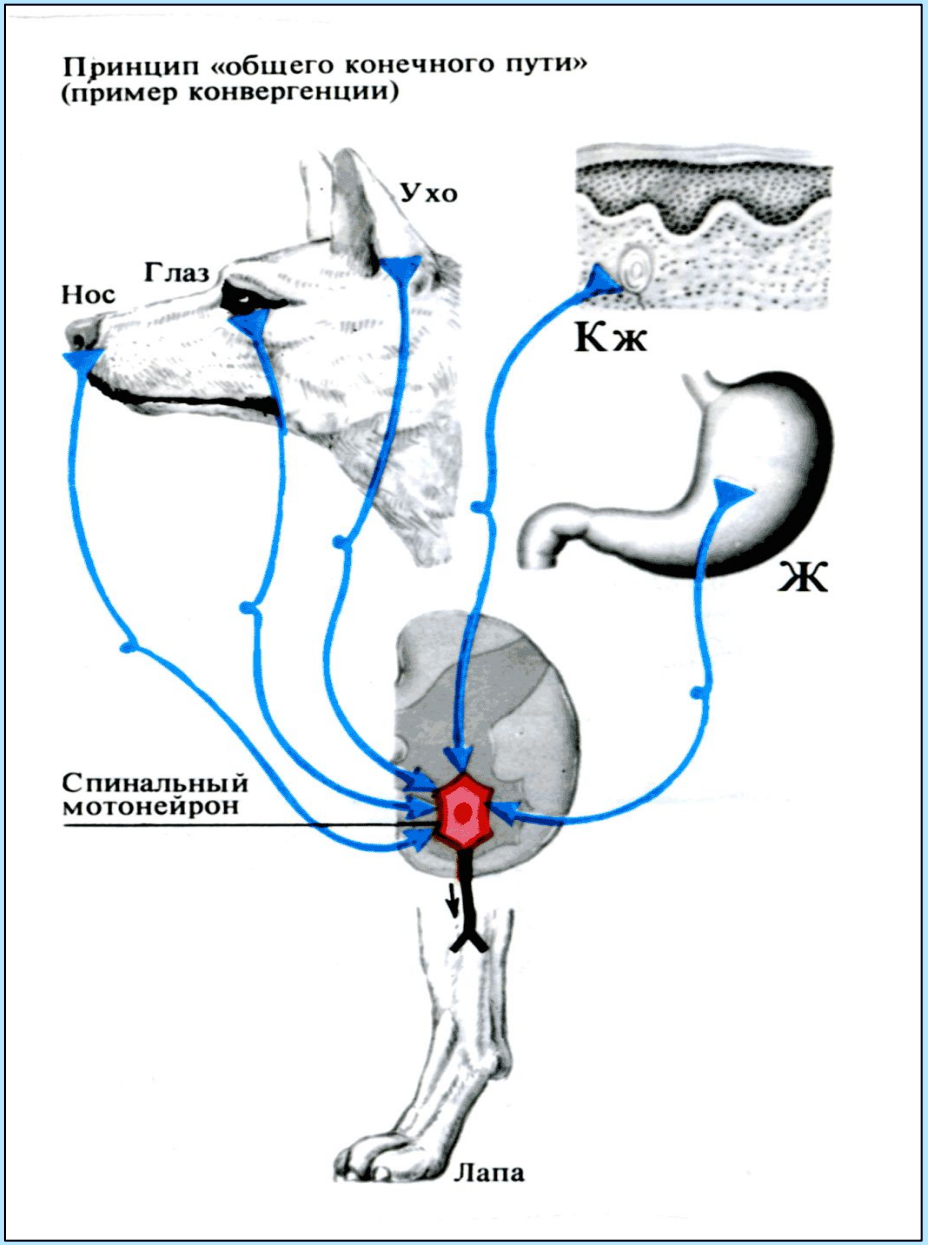


•*Принципы координации нервных центров:* «***общий конечный путь»***

Согласно этому принципу к *одному* мотонейрону приходит множество импульсов от различных рефлексогенных зон, но только некоторые из них приобретают рабочее значение.

Самые разнообразные стимулы могут стать причиной одной и той же рефлекторной реакции, т.е. происходит *борьба* за «общий конечный путь».

Функциональные особенности нервных центров определяют какой из импульсов, сталкивающихся на пути к мотонейрону, окажется победителем и завладеет общим конечным путем.



•*Принципы координации нервных центров:* ***доминанта***

Принцип доминанты (лат. dominare господствовать) – установлен А. А. Ухтомским (1923).

По Ухтомскому: **доминанта** – *господствующий очаг возбуждения, предопределяющий характер текущих реакций нервных центров в данный момент.*

Доминантный центр (очаг) может возникнуть в различных этажах ЦНС при длительном действии гуморальных или рефлекторных раздражителей.

«…Внешним выражением доминанты является стационарно поддерживаемая работа или рабочая поза организма…». (А.А. Ухтомский. Т.1. С. 165. 1950)

Алексей Алексеевич Ухтомский

•*Доминанта*

Свойства доминантного очага**:**

1. Повышенная возбудимость;
2. Инерционность;
3. Способность к суммации;
4. Способность к торможению центров, функционально несовместимых с деятельностью центров доминантного очага.

Доминанта определяет вероятность возникновения той или иной рефлекторной реакции в ответ на текущие раздражители.

Доминанта

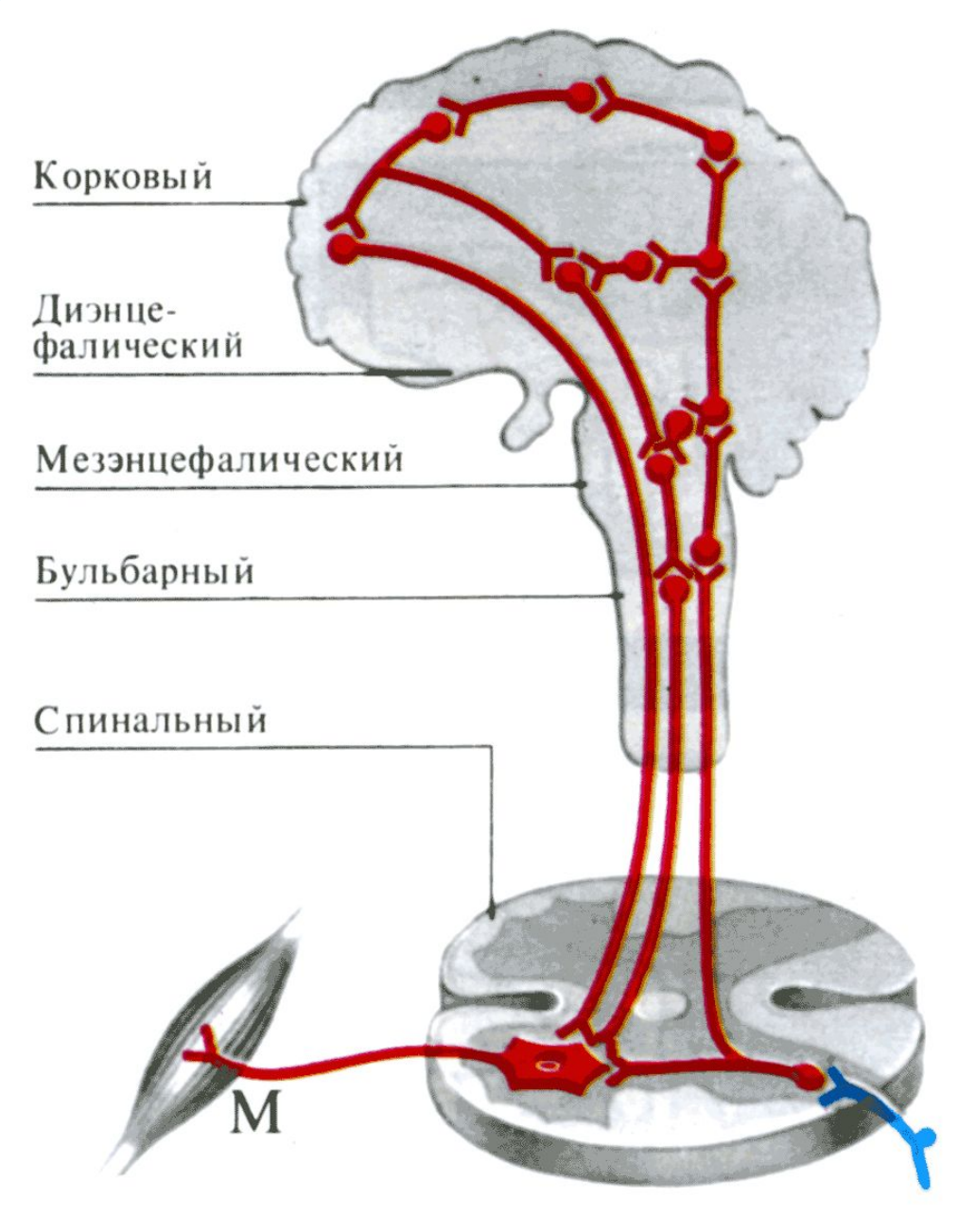
- А.А. Ухтомский о (+) и (–) *доминанты:*

«… Доминанта, как общая формула, ещё ничего не обещает. Как общая формула, *доминанта говорит лишь то,* что из самых умных вещей глупец извлечет повод для продолжения глупостей, а из самых неблагоприятных условий умный извлечет умное.»

•*Принципы координации нервных центров:* **иерархия** и **субординация**

В ЦНС имеют место:

- *Иерархические* взаимоотношения (греч. hierarchia < hieros – священный + arche – власть) – высшие отделы мозга контролируют нижележащие;
- *Субординация* (соподчинение) – нижележащий отдел подчиняется вышележащим отделам.



•*Принципы координации нервных центров:* ***иррадиация***

- **Иррадиация** (лат. irradio освещать, озарять) – *распространение процессов возбуждения (торможения).*
- Иррадиация тем шире, чем сильнее и длительнее афферентное раздражение.
- В основе иррадиации – многочисленные связи *аксонов* афферентных нейронов с *дендритами и телами* вставочных нейронов, объединяющих нервные центры.
- Иррадиация лежит в основе формирования временной (условно-рефлекторной) связи.
- Иррадиация (как возбуждения, так и торможения) имеет свои пределы: →*концентрация* (формирование доминанты, исключение хаотичности).

•*Принципы координации нервных центров:* ***индукция***

Индукция («*наведение*») – один из важных принципов координации:

- при возникновении возбуждения в одном из участков ЦНС по индукции в сопряженных центрах возникает противоположный процесс – *торможение*.

И наоборот:

- при возникновении торможения в одних центрах в одном из участков ЦНС по индукции в сопряженных центрах возникает *возбуждение.*
- Пример: центры мышц-сгибателей правой и левой конечностей

Возрастные особенности свойств нервных центров

- Для организма ребенка характерна более *высокая утомляемость* нервных центров по сравнению со взрослыми, связанная с меньшими запасами медиаторов в синапсах и их быстрым истощением в результате ритмических раздражений.
- Нервные центры детей *более чувствительны к недостатку кислорода и глюкозы* вследствие высокого уровня обмена веществ.
- На ранних стадиях развития нервные центры обладают *большей компенсаторной способностью и пластичностью.*

Возрастные особенности координации нервных процессов

- Ребенок рождается с несовершенной координацией рефлекторных реакций.
- Ответная реакция у новорожденного всегда связана с обилием ненужных движений и широкими неэкономичными вегетативными сдвигами.
- В основе рассматриваемых явлений лежит более высокая степень *иррадиации* нервных процессов, которая

1. *во многом* связана с плохой «изоляцией» нервных волокон (отсутствием у многих периферических и центральных нервных волокон миелиновой оболочки) → процесс возбуждения с одного нерва легко переходит на соседний.
2. на первых этапах постнатального развития ведущее значение в регуляции рефлекторной деятельности имеет не кора, а *подкорковые структуры* головного мозга.

Возрастные особенности координации нервных процессов

Дети, в сравнении со взрослыми, имеют:

- меньшую специализацию нервных центров,
- более распространенные явления конвергенции и
- более выраженные явления индукции нервных процессов.
- Доминантный очаг у ребенка возникает быстрее и легче (неустойчивость внимания детей). Новые раздражители легко вызывают и новую доминанту в мозге ребенка.

- Своего совершенства координационные процессы достигают только к 18 – 20 годам.