

# БОЛЬ

жизненно важный **защитный** биологический **феномен**, в нормальных условиях играющий роль **основного физиологического механизма защиты**

**эволюционно** выработанная реакция, возникающая при действии на организм болевых (**повреждающих**) факторов, включающая своеобразные **субъективные** ощущения и **интегративный ответ** организма, и направленная на **защиту** организма от **повреждения** и **устранение** повреждающего фактора. Это интегративная функция организма, **мобилизующая** разнообразные функциональные системы для защиты организма от воздействия **повреждающего фактора**. **Боль** всегда **субъективна**

Отражает **психоэмоциональную** реакцию на повреждение

Направлен на **устранение** действия повреждающих факторов

**Боль**

ВОЗНИ

(пов

эмоциональный

двигательный

Участвует в формировании **субъективного отношения** к испытываемой боли на основе **накопленного опыта**

разн

КОГНИТИВНЫЙ

вегетативный

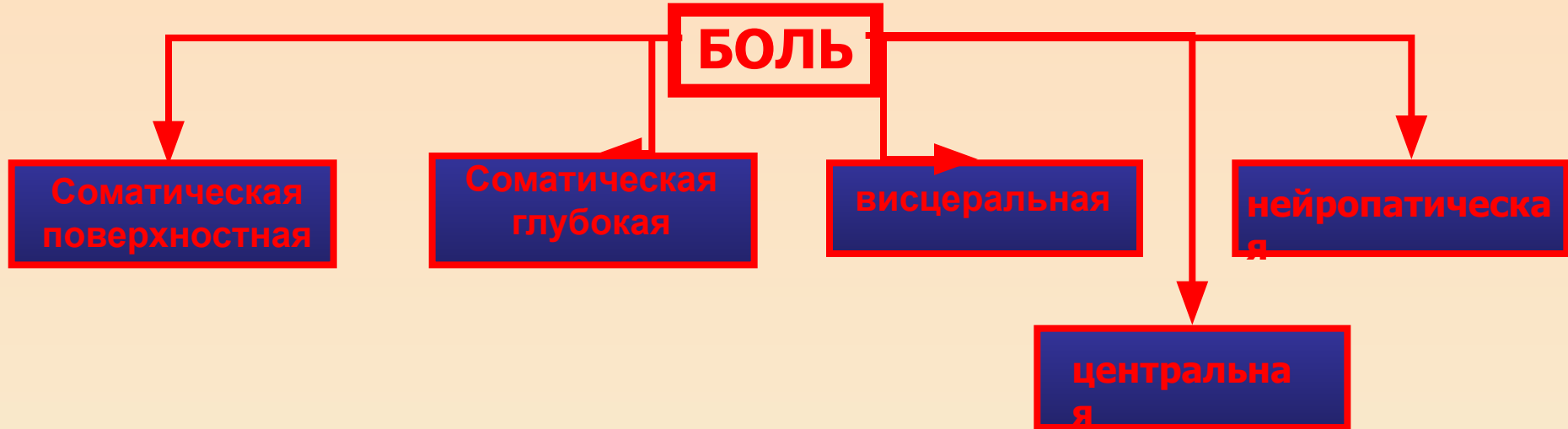
Позволяет **определить место повреждения**

**БОЛЬ**

Связан с изменением **тонуса САС**

Осуществление каждого **компонента** связано с определенными структурами **нервной системы**

## Классификация видов боли по её локализации



## Классификация видов боли по её патогенезу



# Классификация ноцицепторов

В зависимости от механизма возбуждения различают:

1. **Механо**ноцицепторы
2. **Термо**ноцицепторы
3. **Полимодальные** ноцицепторы

**Кожа:**

1. **Высокопороговые А-Δ механо**ноцицепторы ( $>30$  м/с)
2. **А-Δ механо-термо**ноцицепторы (3—20 м/с)
3. **С-полимодальные** ноцицепторы ( $<2,5$  м/с)

**Мышцы и суставы:**

Ноцицепторы **А-Δ** и **С-афференты**

**Внутренние органы** иннервируются

1. **Высокопороговые механо**ноцицепторы
2. Рецепторы "интенсивности"
3. "**Молчащие**" ноцицепторы

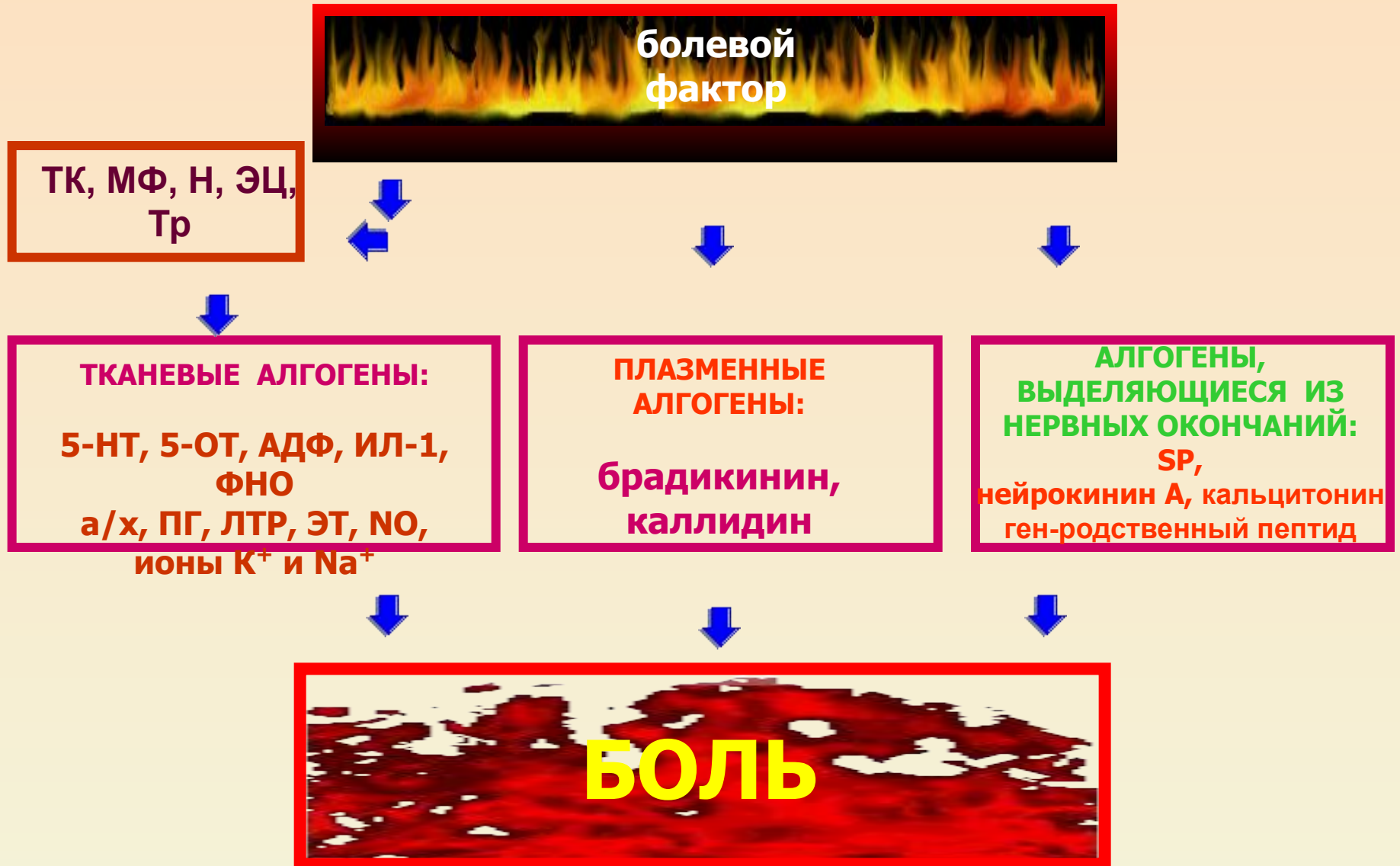
иннервируют в основном **внутренние органы**

представлены **свободными нервными окончаниями** (**миелинизированные волокна**).

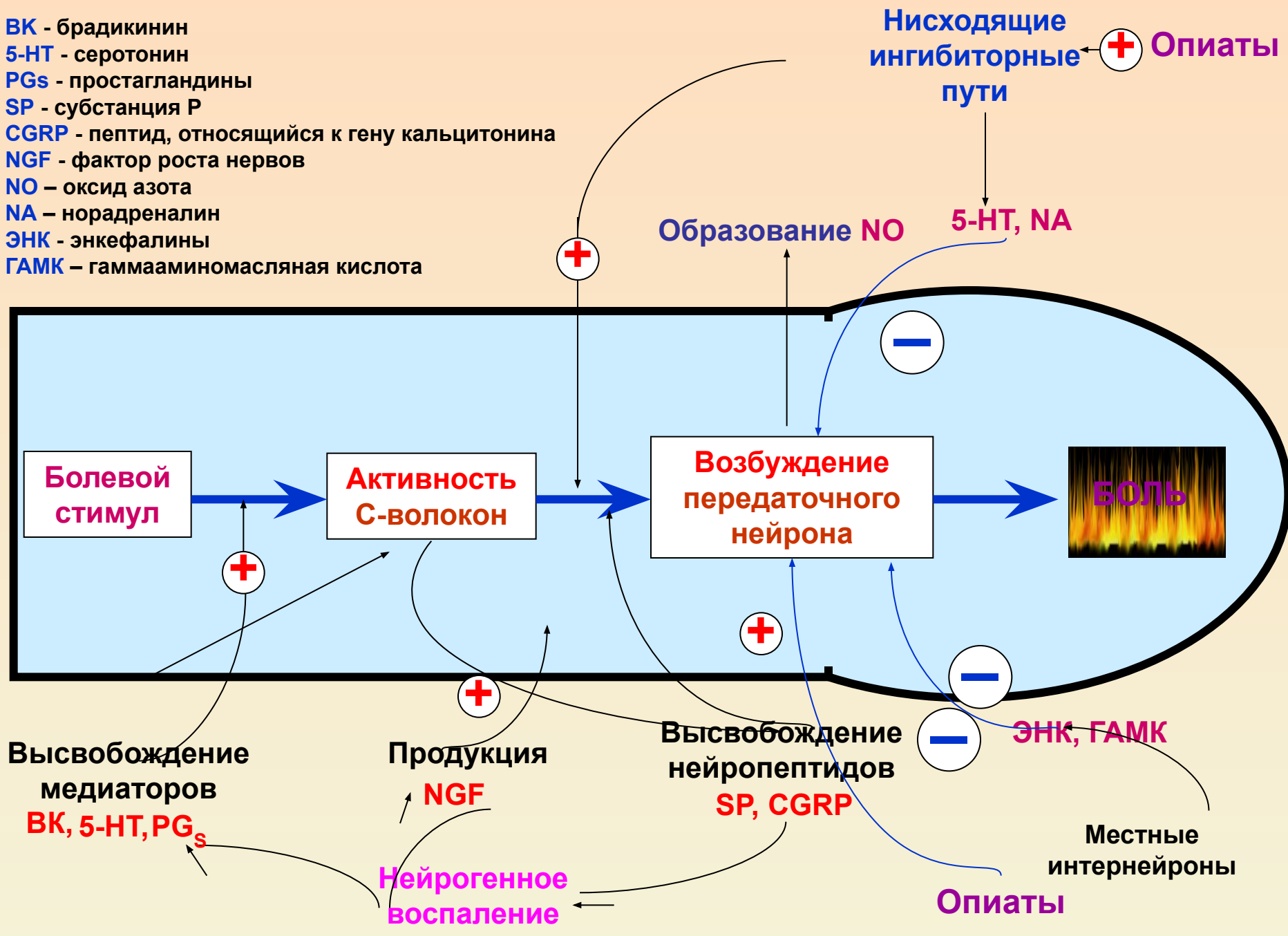
Они представляют собой быстрые **АΔ** – волокна

**Волокна**, связанные с рецепторами, воспринимающими повреждение тканей, содержат так называемые **сенсорные нейротрансммиттеры** (алгогены)

# Эндогенные алгогены (по: В.К.Решетняк, М.Л.Кукушкин)



- БК** - брадикинин
- 5-НТ** - серотонин
- PGs** - простагландины
- SP** - субстанция Р
- CGRP** - пептид, относящийся к гену кальцитонина
- NGF** - фактор роста нервов
- NO** - оксид азота
- NA** - норадреналин
- ЭНК** - энкефалины
- ГАМК** - гаммааминомасляная кислота

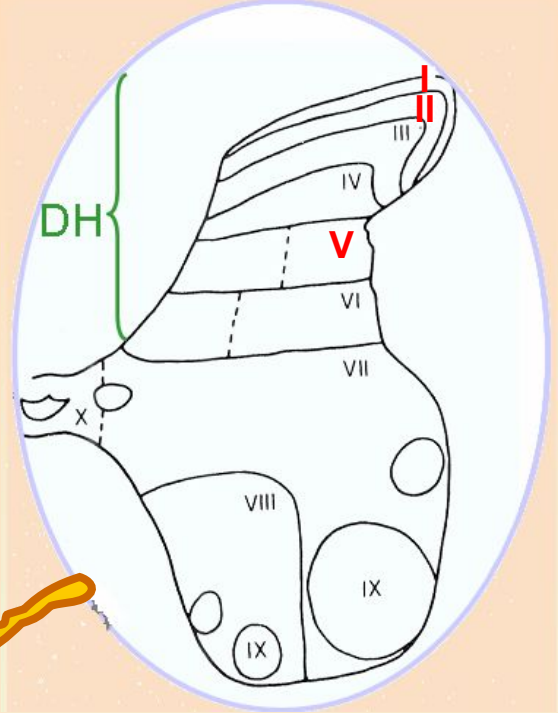


**Тканевые альгогены**, выделяются при повреждении мембран:

- а) **ТК** (5-НТ, ионы  $K^+$  и  $H^+$ )
- б) **Тр** (5-ОТ, АДФ)
- в) **МФ** (ИЛ, ФНО, 5-ОТ)
- г) **ЭЦ** (ИЛ-1, ФНО, ЭТ, ПГ, NO)
- д) **Н** (ЛТР)



**БОЛЬ**



**Первое центральное звено**

**ЦНС**

**болевого импульс**

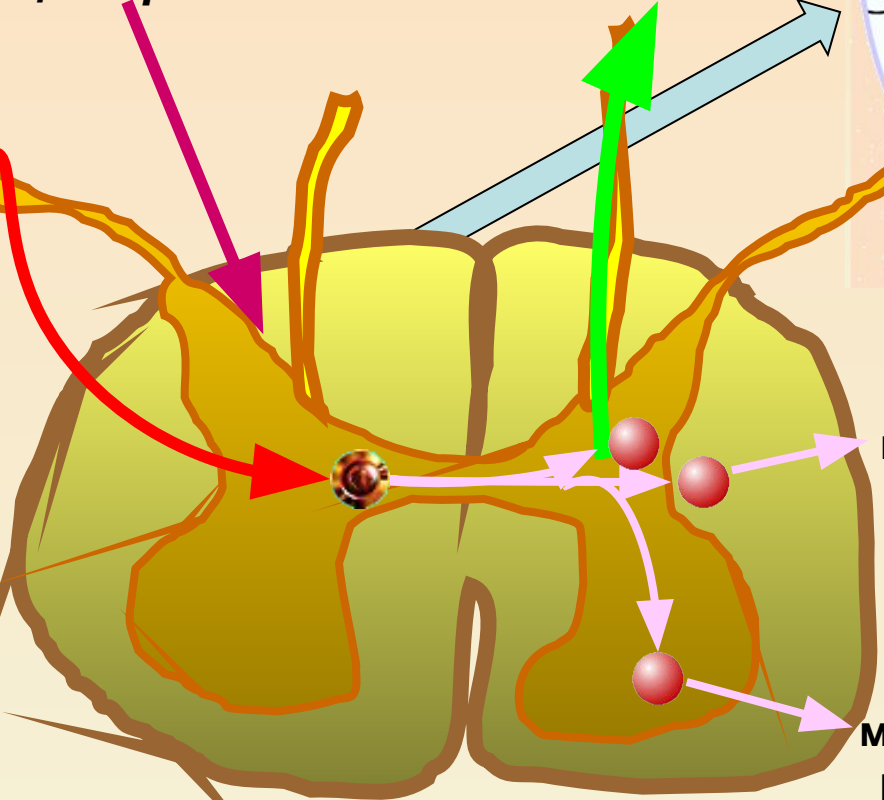


Альгогены, циркулирующие в плазме крови:

- а) **брадикинин**
- б) **каллидин**

Альгогены, секретирующиеся из периферических окончаний **C-афферентов**:

- а) **SP**
- б) **нейрокинин А**
- в) **кальцитонин ген-родственный пептид**



**вегетативные реакции**

**моторные реакции**

**СПИННОЙ МОЗГ**



Acutpain.swf



Brain.swf



Muspasm.swf



Receptor.swf



Centrlpn.swf



Painstr.swf



**Первый поток** специфической ноцицептивной афферентации участвует в механизмах возникновения **первичной быстрой**, хорошо **локализованной** боли. К этой системе проведения относятся высокопороговые **специфические ноцицепторы** в различных органах и тканях, связанные с **A-Δ** и **C**-волоконками, а также специфические ноцицептивные нейроны, локализованные на различных уровнях **ЦНС**, и в первую очередь в I пластине **DR SM**, в ноцицептивной зоне вентробазального комплекса **таламуса** и в области **S1** коры больших полушарий



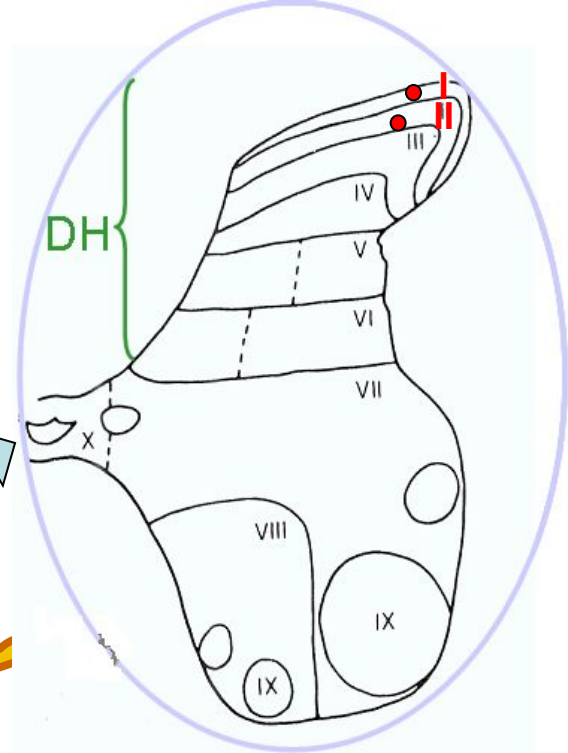
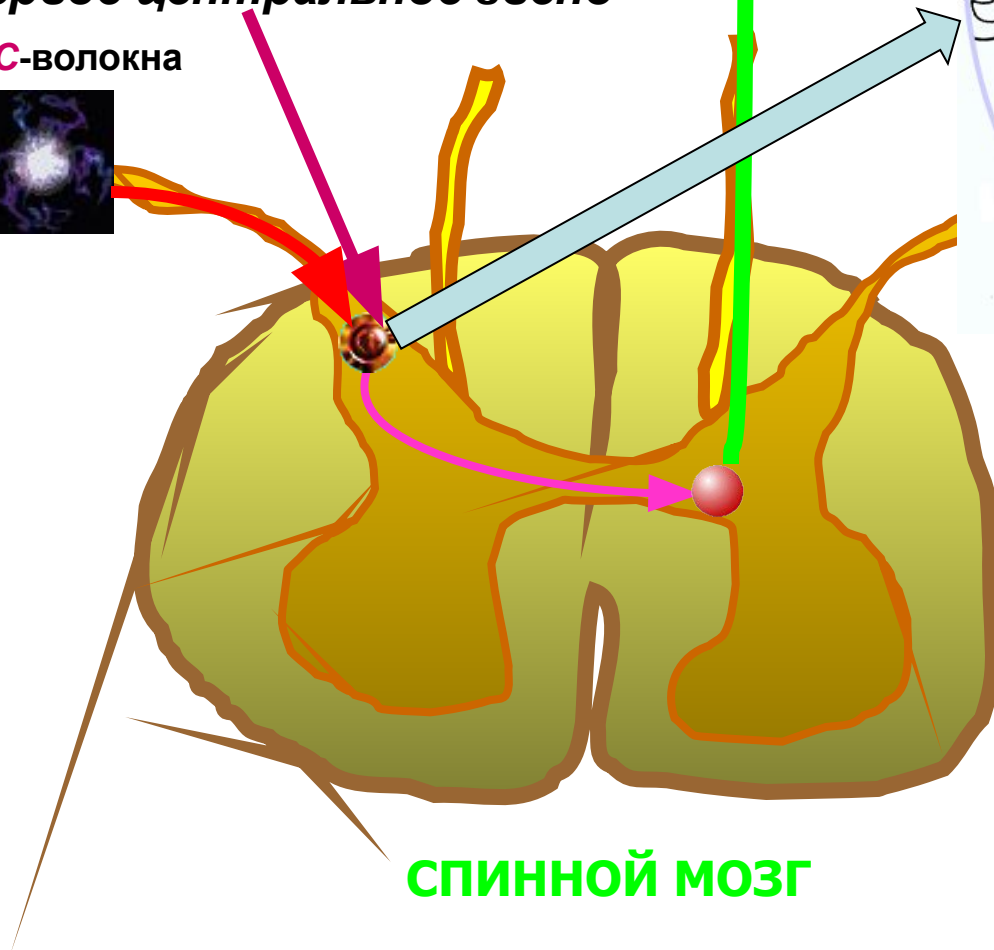
неоспинальный  
латеральный

СТГ ←

Первое центральное звено

A-Δ и C-волокна

болевой  
импульс



СПИННОЙ МОЗГ



**БОЛЬ**

постцентральная отделы  
теменной коры

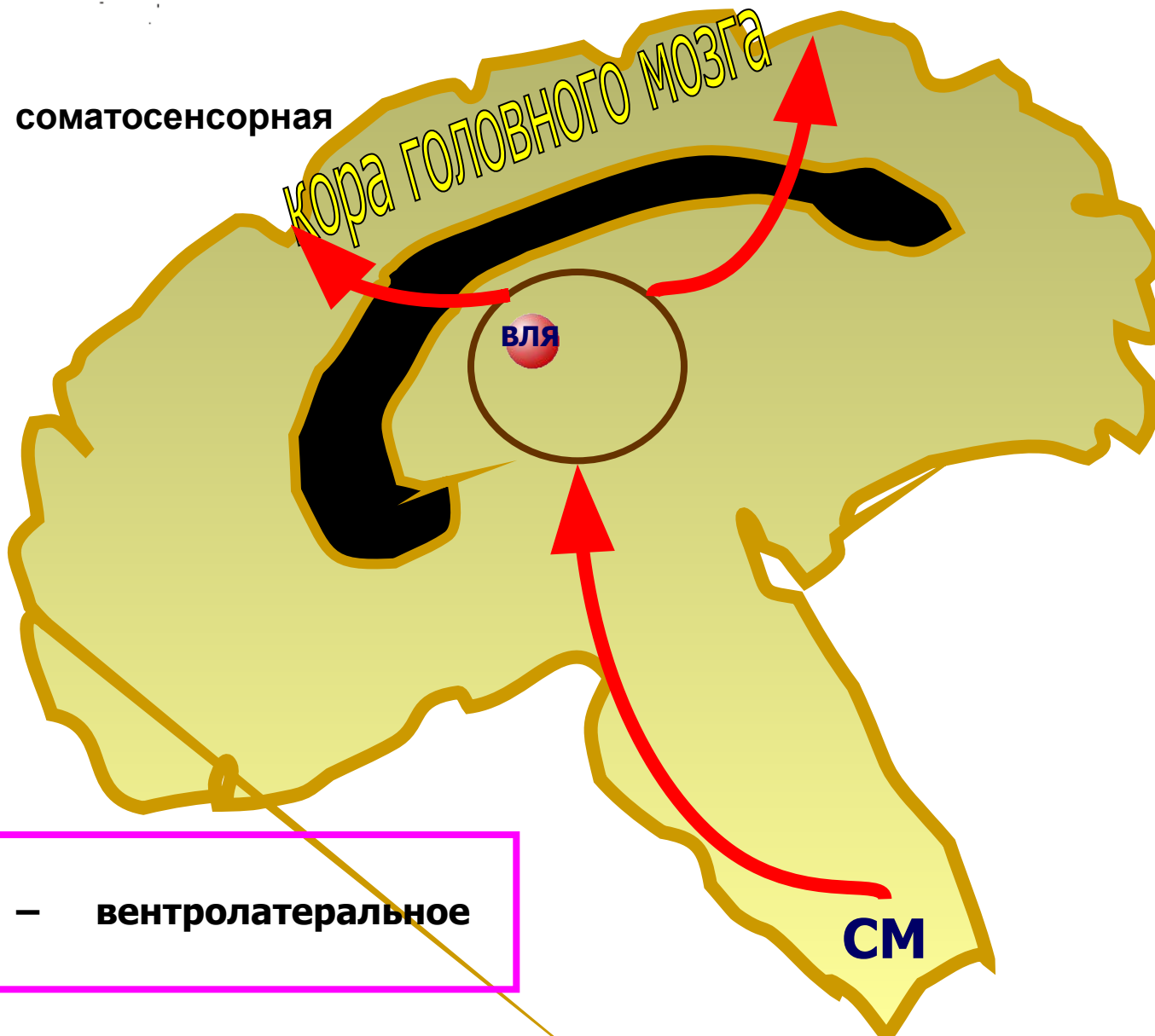
соматосенсорная

кора головного мозга

**ВЛЯ**

**ВЛЯ** – вентролатеральное  
ядро

**СМ**



**Второй поток** проведения ноцицептивных сигналов участвует в формировании ощущений **вторичной, плохо локализованной диффузной** боли, имеющей выраженные **эмоционально-аффективные** и **вегетативные** проявления. Ноцицептивная информация в данном случае передается по медленным немиелинизированным **C-афферентам** в **СМ** и через систему переднелатеральных канатиков **СМ** активирует супраспинальные ретикулярные структуры **ствола мозга, гипоталамуса**, ядра медиального **таламуса**, а также ассоциативные **фронтальные** и **париетальные** отделы **коры** больших полушарий



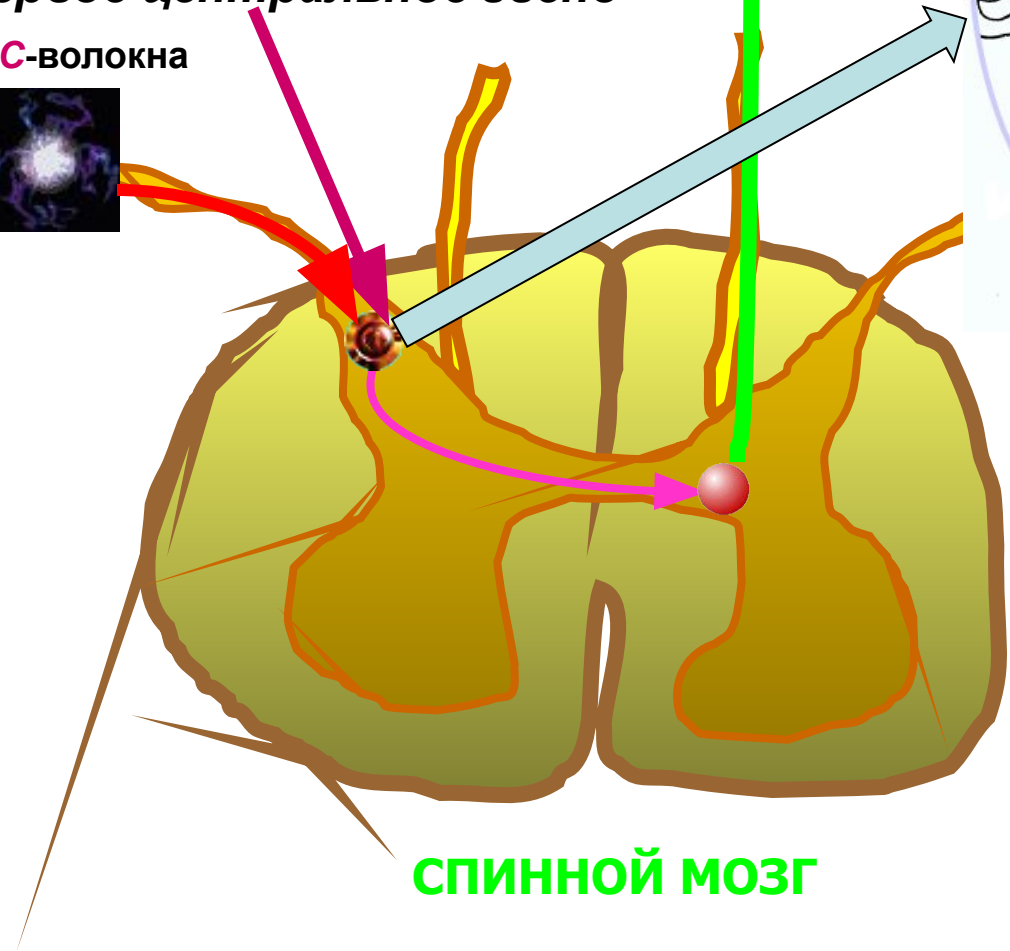
палеоспинулоталамический  
медиальный

СТТ ←

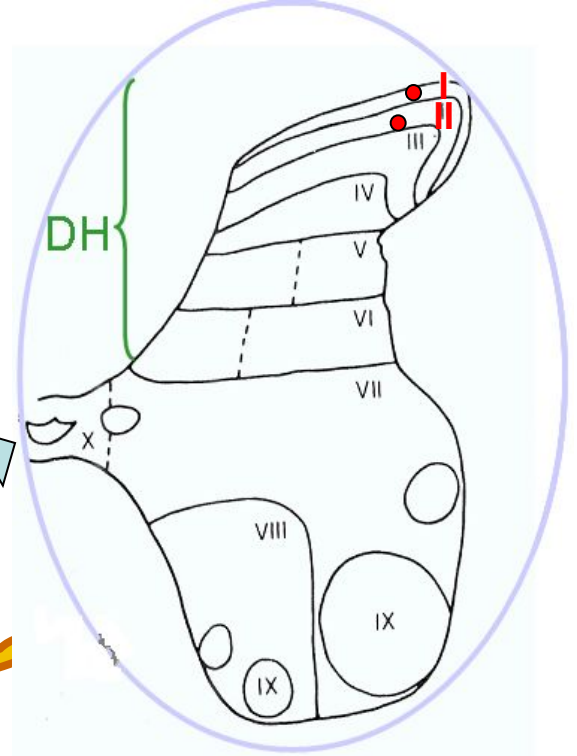
Первое центральное звено

A-Δ и C-волокна

болевой  
импульс

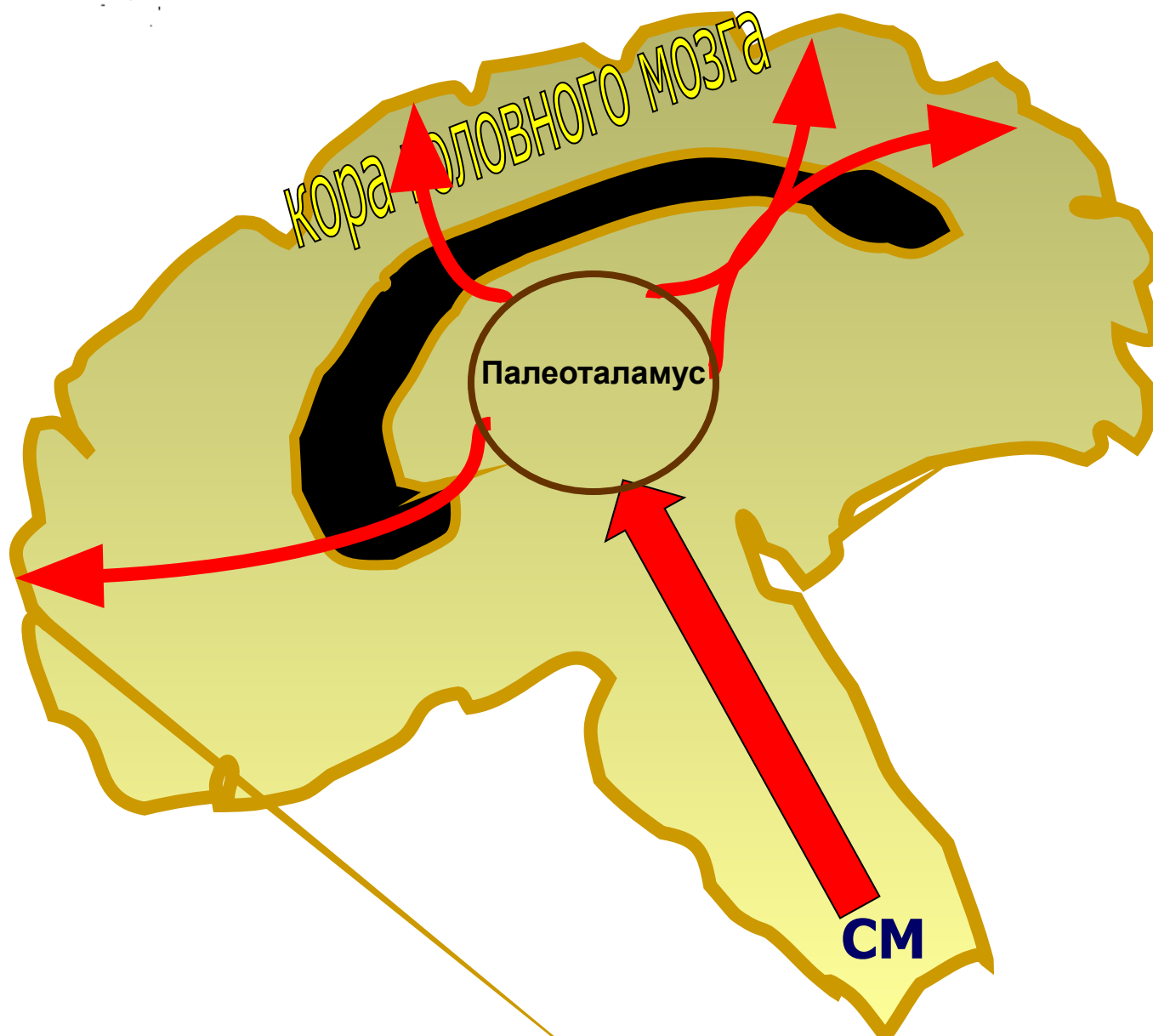


СПИННОЙ МОЗГ





**БОЛЬ**



**Третий поток** проведения ноцицептивных сигналов направлен на развитие **немедленной ответной реакции** организма, связанной с **устранением** действия **повреждающего стимула** и активацию структур **антиноцицептивной системы**.

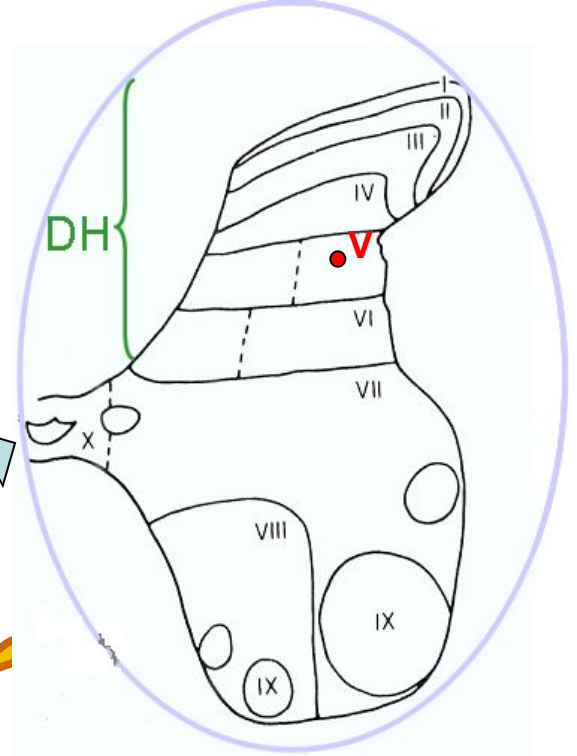
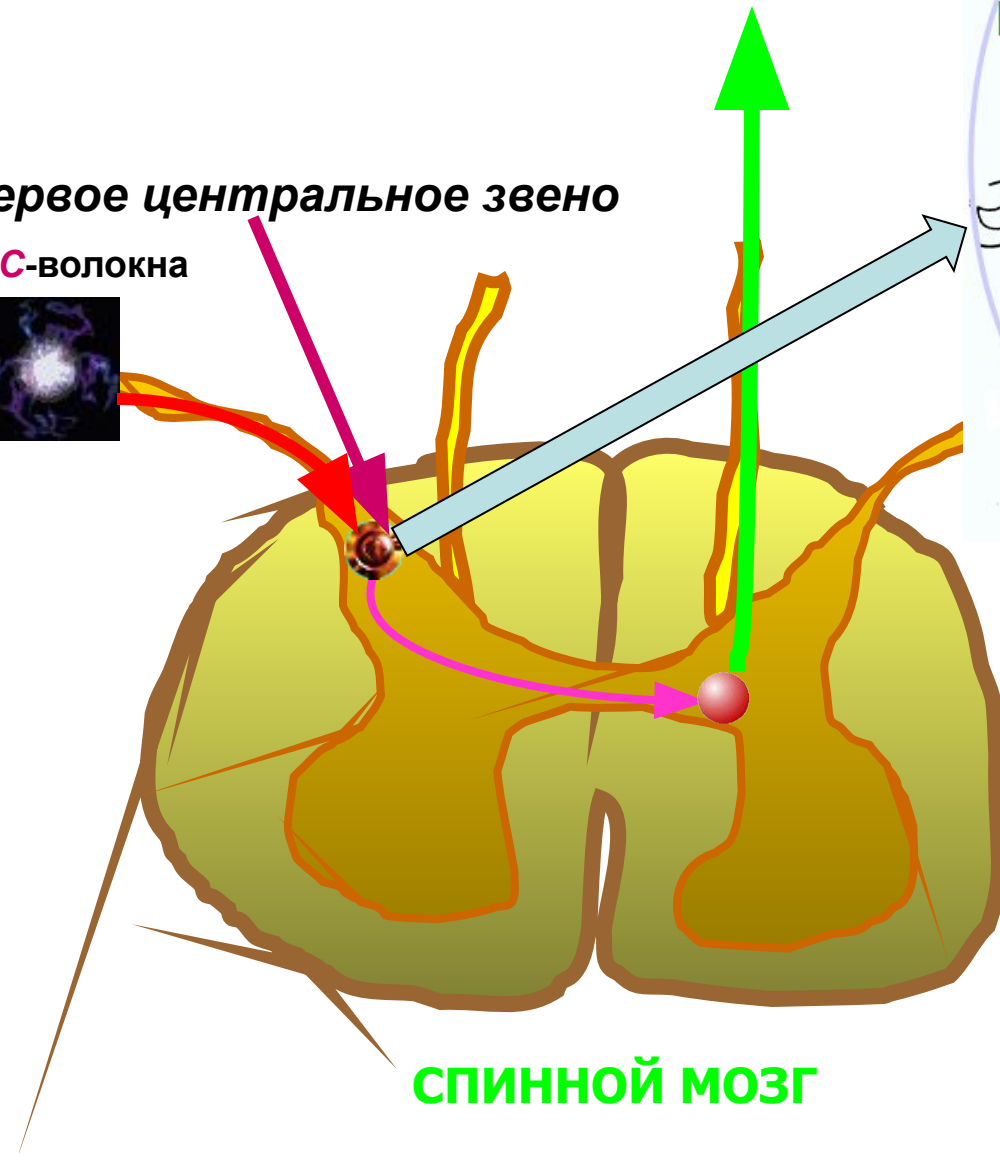
Анатомической основой данной системы являются, с одной стороны, **задние столбы, вентробазальный комплекс** и задняя группа ядер **таламуса, инсулярная** кора и **S2** коры головного мозга, а с другой стороны — афференты **спинномезенцефалического** тракта, проецирующиеся на **антиноцицептивные** структуры **ствола** и **среднего** мозга

← СРТ, СМТ

Первое центральное звено

A-Δ и C-волокна

болевой импульс

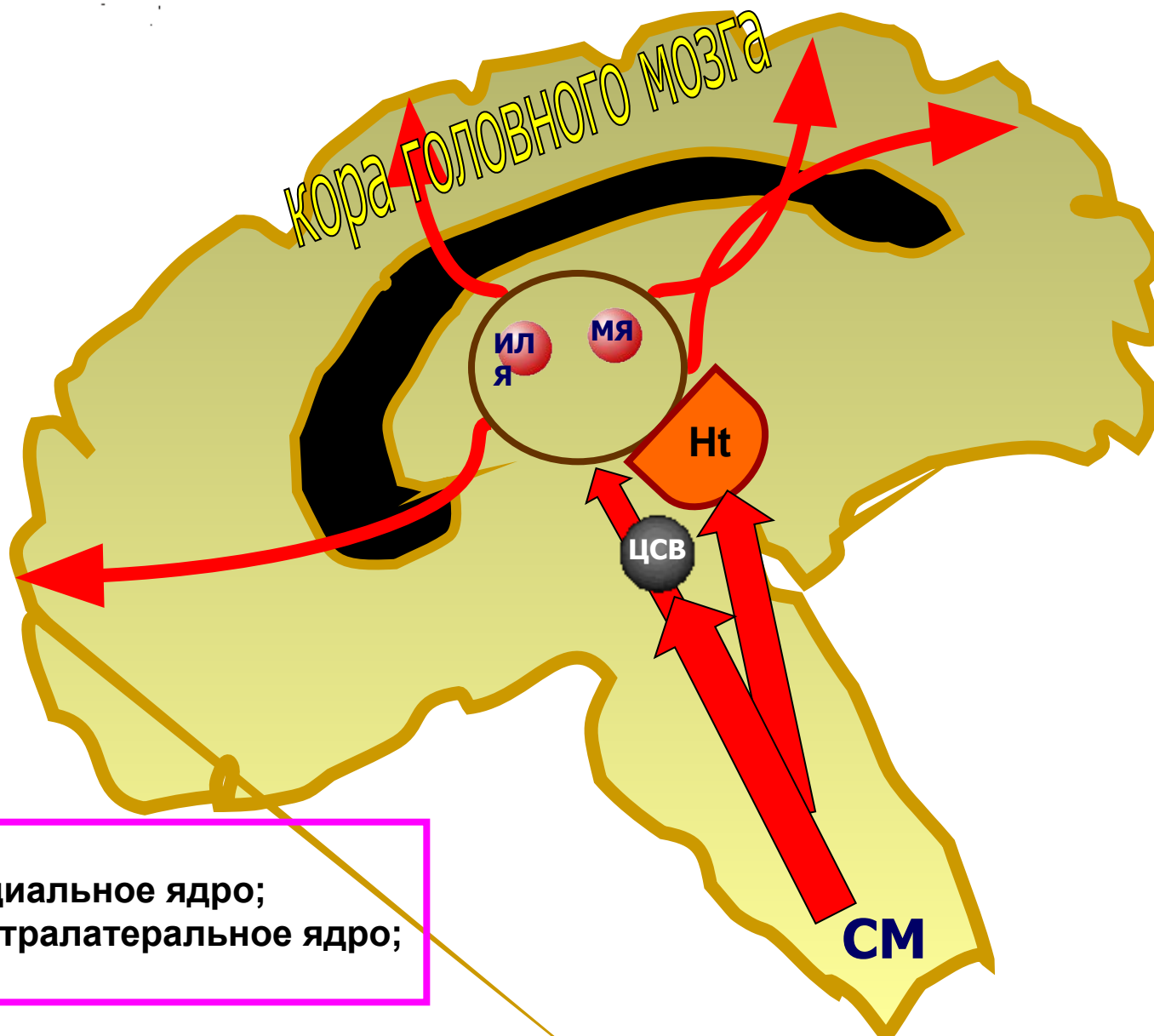


СПИННОЙ МОЗГ



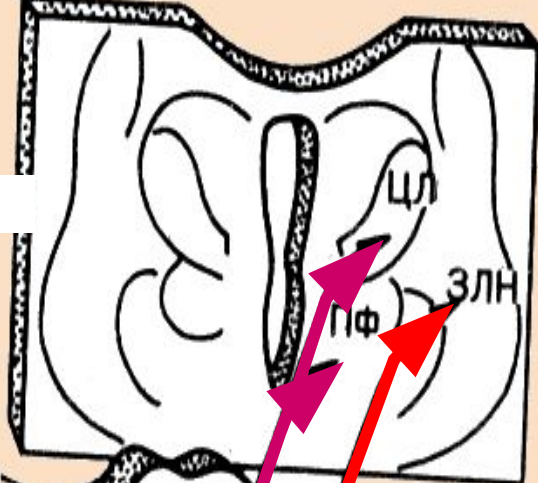


**БОЛЬ**



**МЯ** – медиальное ядро;  
**ИЛ я** – интралатеральное ядро;

**ТАЛАМУС**

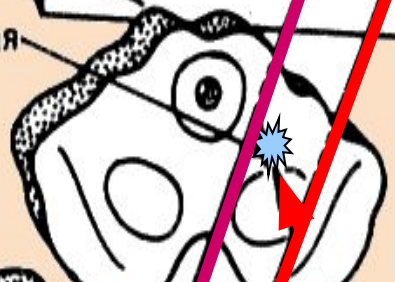


Область серого вещества  
вокруг  
водопровода



Средний  
мозг

Ретикулоталамическая  
система



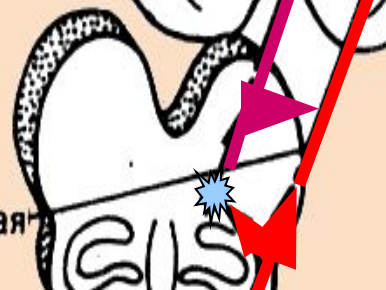
Голубоватое место

**Н/А**

Мост

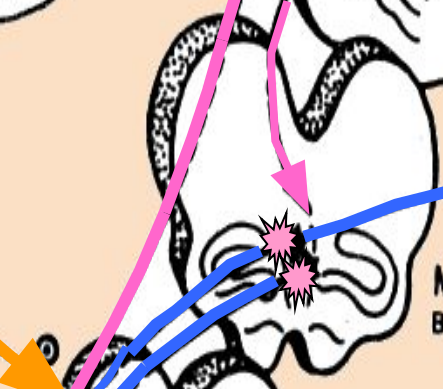


Спиноталамическая  
система

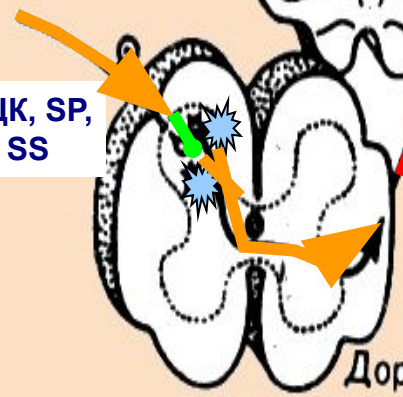


Шо **5-ОТ**

Мозговое  
вещество



**ХЦК, SP,  
SS**



**СМ**

Дорсолатеральный  
пучок

а

**Постсинаптическое торможение** возникает в результате **гиперполяризации** дендритов или сомы ноцицептивных нейронов. **Пресинаптическое торможение** уменьшает выброс **глутамата** и **нейрокининов** в синаптическую щель

далее идет торможение образования **ЭР**, что

1. **рецепторный** анализ информации в зоне рел

**5-ОТ** рецепторы относятся к **метаболическим** и **ионотропным** рецепторам

**Ол** **ГАМК-эргическая рецепторная система** основной является **М**, **роды**, **δ-** **к-** **стью** **ядр** **лимбическая зона** головного мозга. Она контролирует рец процессы переработки информации практически на всех рец уровнях **ЦНС**, оказывая **тоническое** тормозное **Сер** воздействие на нейроны. Через **ГАМК-эргические** нейроны **дается** **фр** **ЦСОВ** тормозят проведение болевой информации уже на **сть** **SP.** **СМ** сегментарном уровне **СМ** **ядер шва**, **ЦСОВ**

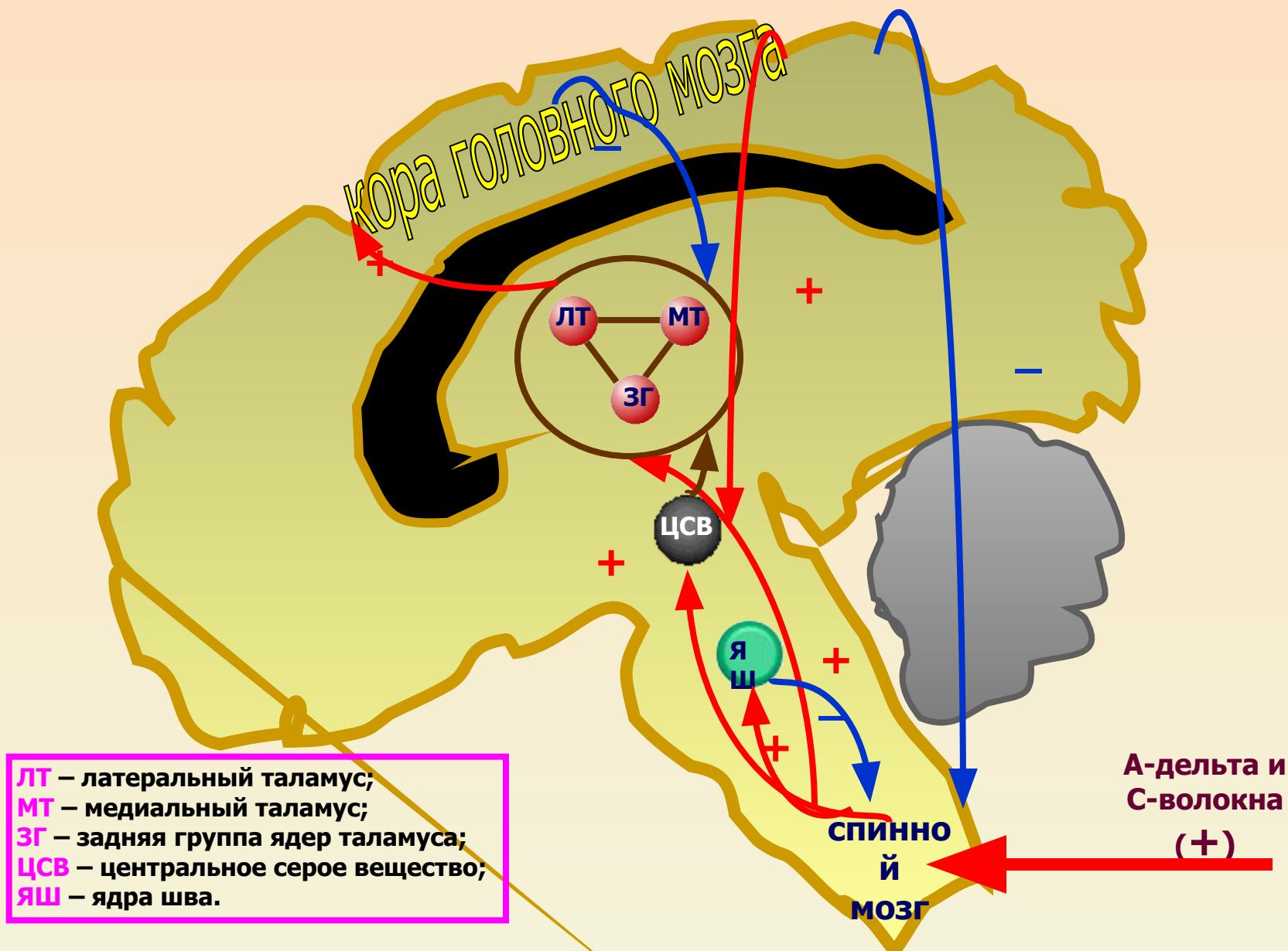
пластин приводит к глубокой **аналгезии** и **накоплению** в **Холинэр** спинномозговой жидкости **5-ОТ** и **на/д.** **5-ОТ** усиливает **ГАМК-эр** **опиатную** анестезию **в постсинап**

мембранах нейронов **головного мозга** и **пресинаптических** **ы** на **мембранах** **СМ** **бные**

**Адренэргические рецепторы** при сильном болевом воздействии **още** активируют зоны **Ht**, что и приводит к блокаде болевой чувствительности с последующим вовлечением **опиатной системы**

**АНЦС** мозга в **морфологическом** и **нейрохимическом** отношении **гетерогенное** образование, ее структуры функционируют взаимодействуя между собой, обеспечивают **избирательное включение** нейрохимических механизмов **подавления боли** в зависимости от места, силы и характера полученного организмом повреждения. **Активируясь** афферентными ноцицептивными сигналами, структуры **АНЦС** при помощи петли обратной связи **угнетают** передачу **болевого импульса**, постоянно адаптируя организм к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды

# Антиноцицептивная система мозга (по: В. К.Решетняк и М.Л.Кукушкин)



# ПАТОЛОГИЯ БОЛИ

**Патологическая боль** - проявление повреждения или заболевания **НС**. Она часто продолжается долго после того, как исчезли признаки нарушения тканей

Формирование **патологической (хронической)** боли начинается с **усиления** потока **болевого импульсации** с периферии и **изменения синаптических процессов**, осуществляющих передачу ноцицептивной информации

Существуют разновидности **хронической боли**:

**гипералгезия** - боль, возникающая под воздействием **мягких** повреждающих стимулов

**первичная** – охватывает **повреждённые** ткани

**вторичная**- локализуется **вне зоны повреждения**

**аллодиния** - боль, возникающая под воздействием стимулов **неповреждающей интенсивности**

В возникновении **патологической боли** играет роль **нарушение** баланса **нейрогуморальных** воздействий:

**снижение** порога чувствительности **периферических** ноцицептивных окончаний (**периферическая сенситизация**)

**воспаление** - провоспалительные **субстанции**, воздействуя на **кровеносные сосуды** и **ИКК (МФ)**, поддерживая **повышенную активность** нейрогенных афферентных волокон (**NK1-рецепторы нейронов**) (**нейрогенное воспаление**)

**облегчение** центральной передачи сигнала на уровне заднего рога **СМ** (**центральная сенситизация**)

происходит в результате выделения в зоне повреждения **медиаторов воспаления**

**сенситизация** повреждающих стимулов: **ноцицепторов** или **центральных**

**усиление** активации **NMDA-рецепторов**, приводящее к стойкой **гипервозбудимости** ноцицептивных **нейронов**. Реализация опосредуется через **AMPA-рецепторы**. **NMDA-рецепторы** обеспечивают **длительную гиперактивность**



Тканевое или нервное повреждение, высвобождение тканевых и пламенных аллогенов развитие периферической сенситизации



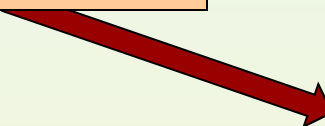
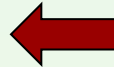
Усиление потока болевой импульсации с периферии



Развитие центральной сенситизации с последующим истощением и гибелью нейронов, развитие зон вторичной гипералгезии



Ослабление и дезинтеграция антиноцицептивной системы, развитие опиатной толерантности



Образование генераторов патологически усиленного возбуждения (в ДР СМ и других отделах ЦНС)



Формирование патологической алгической системы



# Основные формы болевых синдромов

возникают в случае **вовлечения** в патологический процесс **периферических** или **центральных** структур, связанных с проведением ноцицептивных сигналов

## Фантомные боли

возникают у больных **после ампутации конечностей**. Болит то место, которого на самом деле уже нет. Его нормальное **ощущение** обусловлено процессами в самом **головном мозге**. Возникает в **отсутствии** входных **проприоцептивных** сигналов, поскольку источники возникновения нервных паттернов, формирующих качество боли, находятся в нейрональных сетях головного мозга



# Невралгия

**приступообразная, интенсивная** боль, **распространяющаяся** по ходу **ствола** нерва или его **ветвей**, иногда сопровождающаяся нарушениями чувствительности в зоне иннервации пораженного нерва и **вегетативными расстройствами**

**локализация** боли соответствует зоне **иннервации** определенного нерва или **корешка**, часто выявляются характерные **болевы́е точки**, нередко имеются **нарушения чувствительности** по типу **гиперестезии** или **гипестезии** в зоне болевых ощущений

иногда во время приступа появляются **вегетативные нарушения** в виде местного **покраснения** и **отека кожи**, **расстройства потоотделения**. Вне приступа может сохраняться постоянная **тупая** боль с периодическим **приступообразным** ее усилением

# Особые типы боли

## Проецируемая боль

**раздражающий фактор** действует не в области болевых рецепторов, а в **других зонах нервного проводника**

механический **стимул** вызывает **генерацию импульсов**, идущих в кору головного мозга, а связанные с ними **болевые ощущения** проецируются на область, **иннервируемую пострадавшим нервом**

**Центростремительные импульсы**, возникающие в ноцицептивных волокнах, вызывают **боль**, которая **проецируется** на область, **иннервируемую** раздражаемым **спинальным нервом**. Таким образом, место, на которое действует вредящий стимул, не совпадает с тем, где эта боль ощущается

## Отраженная боль

**ощущение**, вызываемое **ноцицептивным** раздражением внутренних органов, часто **локализуется не** в **данном органе** (*или не только в нем*), а в **отдаленных поверхностных участках**. Она отражается всегда на участки периферии, иннервируемые **тем же сегментом СМ**, что и пораженный внутренний орган

по отношению к кожной поверхности боль отражается в **соответствующем дерматоме**. Если органы иннервируются более чем одним спинномозговым сегментом, то боль отражается на нескольких дерматомах (**зона Гедда**)

хорошо известный **пример**, боль, которая возникает **в сердце**, а ощущается как исходящая от груди и узкой полости вдоль медиального края левой руки