



# Форма студентов на лекции !



# Лекция № 31



Тема:

## ФИЗИОЛОГИЯ БОЛИ. НОЦИЦЕПЦИЯ.



Лечебный факультет  
2010 / 2011 учебный год

19 апреля 2011 г.

# Литература основная



## Физиология человека

Под редакцией

В.М.Покровского,

Г.Ф.Коротько

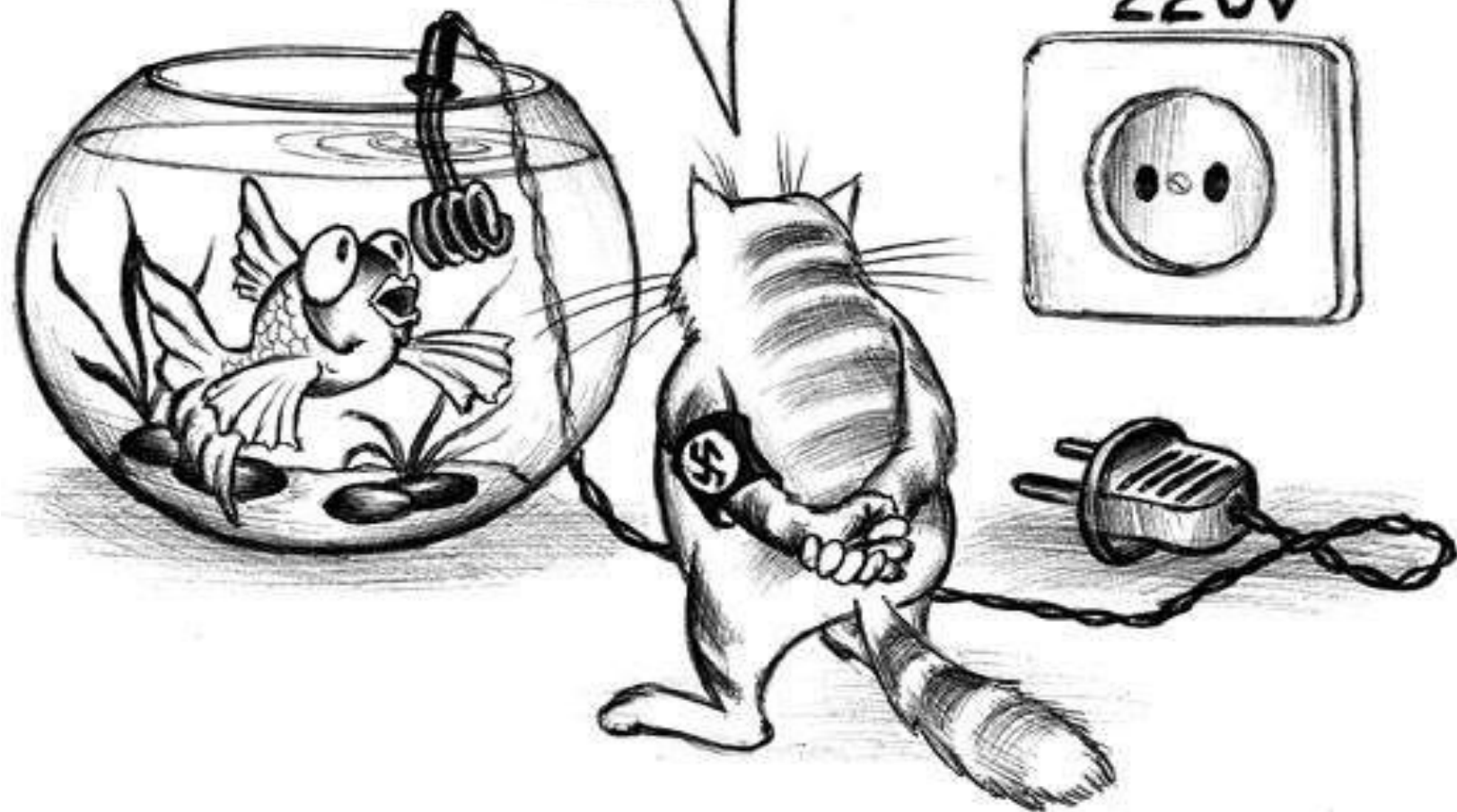
Медицина, 2003 (2007) г.



**С. 573-575.**

**...ТАК!  
ЗНАЧИТ БУДЕШЬ  
МОЛЧАТЬ?**

**220v**



# Вопрос **1**



**Понятия «боль»,  
«ноцицепция»**

# Понятия «боль», «ноцицепция»

- *Может ли боль рассматриваться в курсе нормальной физиологии?*
- *Определение понятия «боль»*
- *Определение понятия «ноцицепция»*

**Может ли боль  
рассматриваться в курсе  
нормальной физиологии?**

- Боль – одна из важнейших **нормальных** сенсорных модальностей и не может быть проигнорирована при изучении физиологии сенсорных систем.



**БОЛЬ - СТОРОЖЕВОЙ ПЁС  
ЗДОРОВЬЯ!**

**БОЛЬНО!**





International Association for the Study of Pain

**IASP**

Working together for pain relief

<http://www.iasp-pain.org>

**Международная ассоциация  
по изучению боли** (*International  
Association for the Study of Pain*)

## **Определение**

**Боль** — неприятное сенсорное ощущение опосредованное эмоциональным переживанием и связанное с истинным или потенциальным повреждением ткани или описываемое в терминах такого повреждения.

# Анализ определение понятия «боль»

## *Боль*

1. неприятное сенсорное ощущение
2. опосредованное эмоциональным переживанием
3. связанное с истинным или потенциальным повреждением ткани или описываемое в терминах такого повреждения.

Согласно Международной ассоциации изучения боли, необходимо проводить различие между болью и ноцицепцией.

Термин *боль* обозначает субъективное переживание, которое обычно сопровождается *ноцицепцией*, но может также возникать и безо всяких стимулов.

# *Определение понятия «ноцицепция»*

***Ноцицепция – рецепция  
болевых стимулов, т.е.  
стимулов, повреждающих ткани  
или потенциально способных  
повредить ткани.***

- Ноцицепция от лат. **nocens** вредный + рецептор;
- Синоним – ноцирецепция, рецепция боли.

- Голый землекоп практически нечувствительно к боли.
- Клетки его кожи лишены нейротрансмиттера «вещество Р», отвечающего за передачу болевых импульсов в ЦНС.
- После инъекции нейротрансмиттера болевые ощущения на время появляются

## Интересные факты



# Интересные факты

- Чувство зависти и боли вызывают активность в одном и том же регионе мозга человека

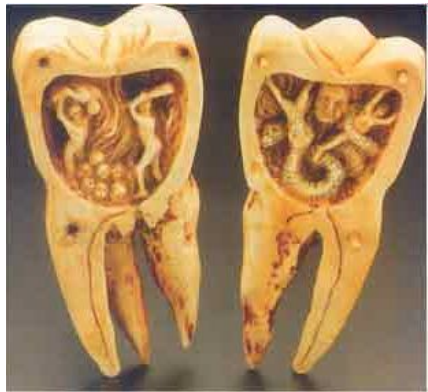




# Вопрос 2



## Факторы, вызывающие боль



**Факторы**, вызывающие боль  
(**причины боли**, стимулы,  
модальности боли)

- Физические
- Химические
- Биологические

# *Физические факторы,* вызывающие боль

- Механические
- Температуры (высокая, низкая)
- Электрический ток
- Ультрафиолетовое излучение
- И т.п.

# *Химические факторы,* вызывающие боль

- Кислоты
- Щёлочи
- Окислители
- Соли кальция и калия  
введённые в ткани

# *Биологические факторы,* вызывающие боль

Высокие концентрации:

- Кининов
- Гистамина
- Серотонина
- $H^+$

# Вопрос 3



## *Характеристика боли*

# Критерии выделения типов боли

- **месту** возникновения
- **времени** возникновения
- **продолжительности**
- **механизму формирования**

*Часто эти характеристики бывают взаимосвязаны.*

# Вопрос 4



## **Типы боли по месту возникновения.**

**Сравнительная характеристика  
соматической, висцеральной и  
нейропатической боли.**



# Типы боли по **месту** ВОЗНИКНОВЕНИЯ

- **Соматическая**
  - **Поверхностная** (возникает в коже)
  - **Глубокая** (в мышцах, суставах, соединительной ткани)
- **Висцеральная**
- **Нейропатическая**

Поверхностная и глубокая боль - это два (под)типа соматической боли

Сравнительная характеристика  
соматической (висцеральной) и  
нейропатической боли

**по причине возникновения**

**Соматическая,  
висцеральная**

**Нейропатическая**

**Повреждение  
поверхностных тканей,  
мышц, органов**

**Повреждение нервной  
ткани**

Сравнительная характеристика  
соматической (висцеральной) и  
нейропатической боли

**ПО ВЫЯВЛЯЕМОСТИ  
(идентифицируемости) болевого  
раздражителя**

**Соматическая,  
висцеральная**

**Нейропатическая**

Выявляется **легко**

Выявляется **с трудом**

Сравнительная характеристика  
соматической (висцеральной) и нейропатической  
боли

по выявляемости  
(идентифицируемости) болевого  
раздражителя

Соматическая,  
висцеральная

Нейропатическая

Выявляется **легко**

Выявляется **с трудом**

Сравнительная характеристика  
соматической (висцеральной) и нейропатической  
боли

**по локализованности боли**

**Соматическая,  
висцеральная**

**Нейропатическая**

**Выраженная  
(выявляется в  
месте действия  
патогенного  
фактора)**

**Плохая  
(диффузная,  
«миграция» места  
ощущения боли)**

Сравнительная характеристика  
соматической (висцеральной) и нейропатической  
боли  
по характеру боли

<i>Соматическая, висцеральная</i>	<i>Нейропатическая</i>
Привычная, обычная, ощущавшаяся ранее при различных повреждениях или болезнях.	См. ниже

Сравнительная характеристика  
соматической (висцеральной) и нейропатической  
боли

по характеру боли

<i>Соматическая, висцеральная</i>	<i>Нейропатическая</i>
См. выше	Непривычная, необычная, не ощущавшаяся ранее при различных повреждениях или болезнях, гиперпатия («непереносимая», «нестерпимая», «ужасная» «всепоглощающая» боль)

**Сравнительная характеристика  
соматической (висцеральной) и нейропатической  
боли**

**по устранению боли  
наркотическими анальгетиками**

<b>Соматическая, висцеральная</b>	<b>Нейропатическая</b>
<b>Выраженное (вплоть до полного прекращения)</b>	<b>Слабое</b>



# Вопрос 5



**Типы боли по времени  
возникновения.**

**Сравнительная характеристика  
первой и второй боли.**

# Типы боли по **времени** возникновения

- **Первая** (син. Эпикритическая)
- **Вторая** (син. Протопатическая)

## *Понятия эпикритическа и протопатическая чувствительность !?*

- **Введены Геддом в 1920 г.**
- **Широко используются (в неврологии, патофизиологии)**

- **Эпикритическая чувствительность** (от греч. epikritikós — решающий, определяющий), тонко дифференцированный, точно локализованный вид кожной чувствительности, обеспечивающий восприятие слабых механических и температурных воздействий.

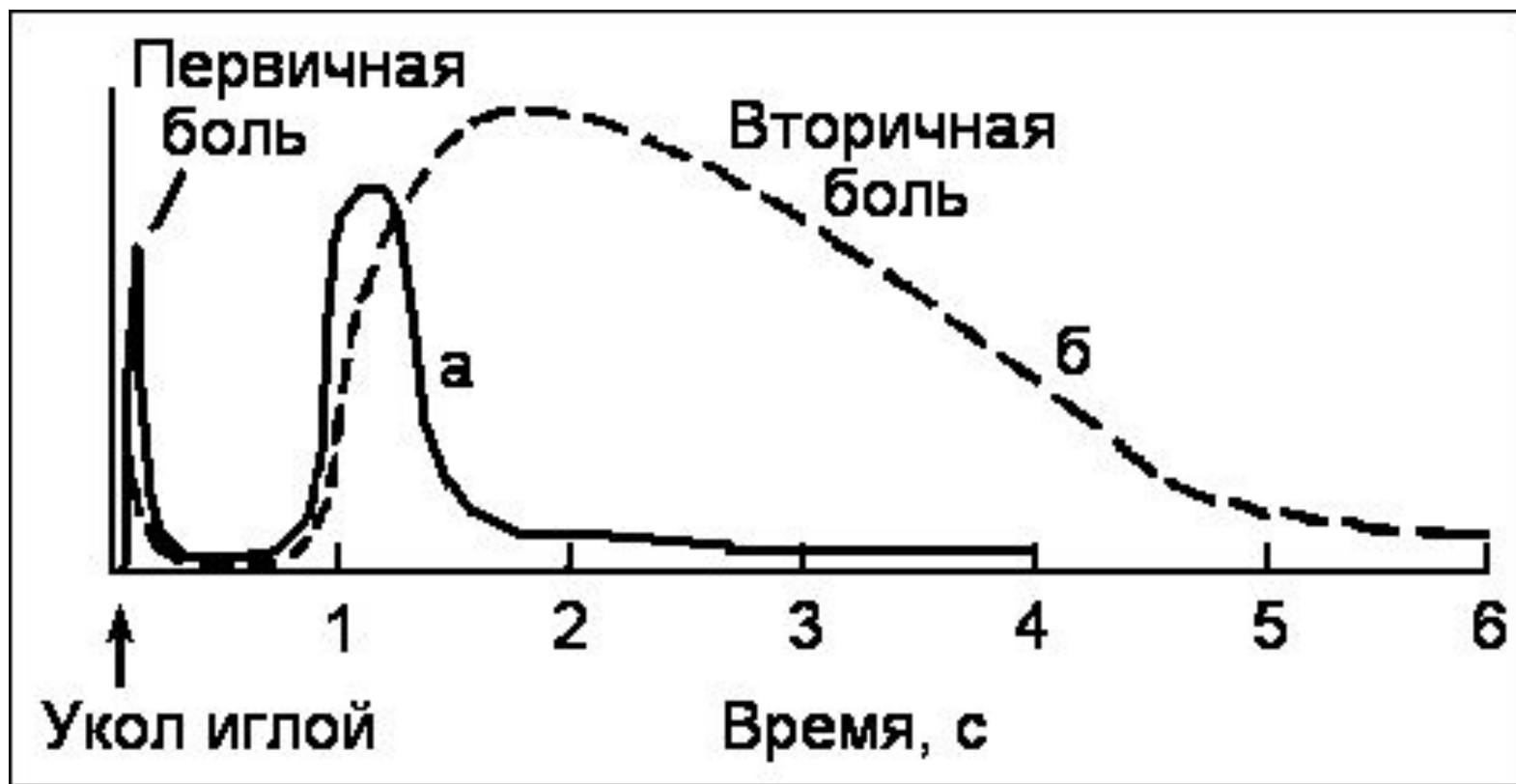
- **Протопатическая чувствительность** (от прото... и греч. páthos - страдание), примитивный вид кожной чувствительности, воспринимающей лишь сильные механические и температурные раздражения.

# СИНОНИМЫ

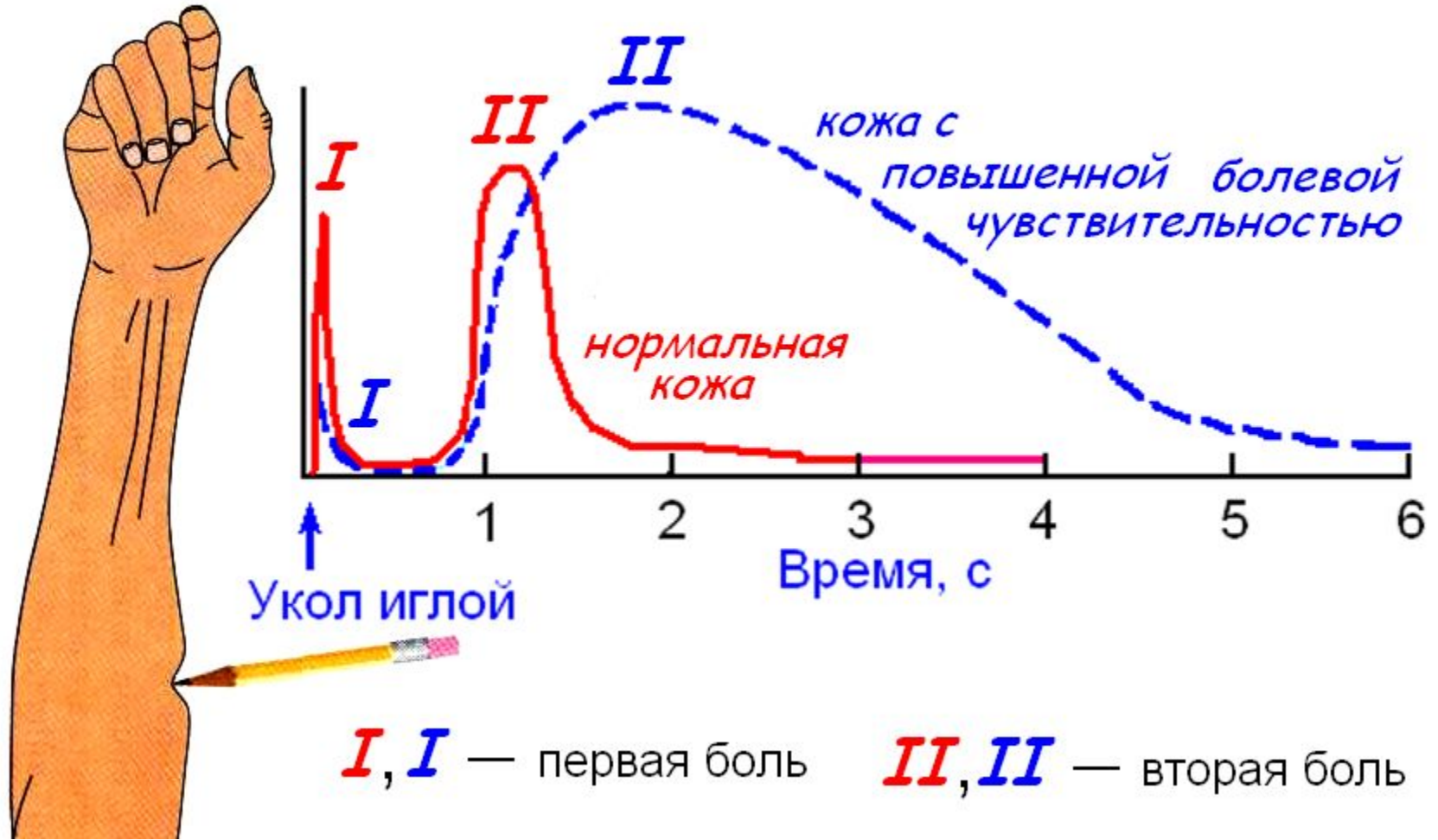
<b>Первая</b>	<b>Вторая</b>
<i>Эпикритическая</i>	<i>Протопатическая</i>
<b>Быстрая</b>	<b>Медленная</b>
<b>Предупредительная</b>	<b>Тягостная</b>
	<b>Древняя</b>

Рис. 14.20. Развитие болевого ощущения во времени.

а — нормальная кожа; б — кожа с повышенной болевой чувствительностью.



# Развитие болевого ощущения во времени





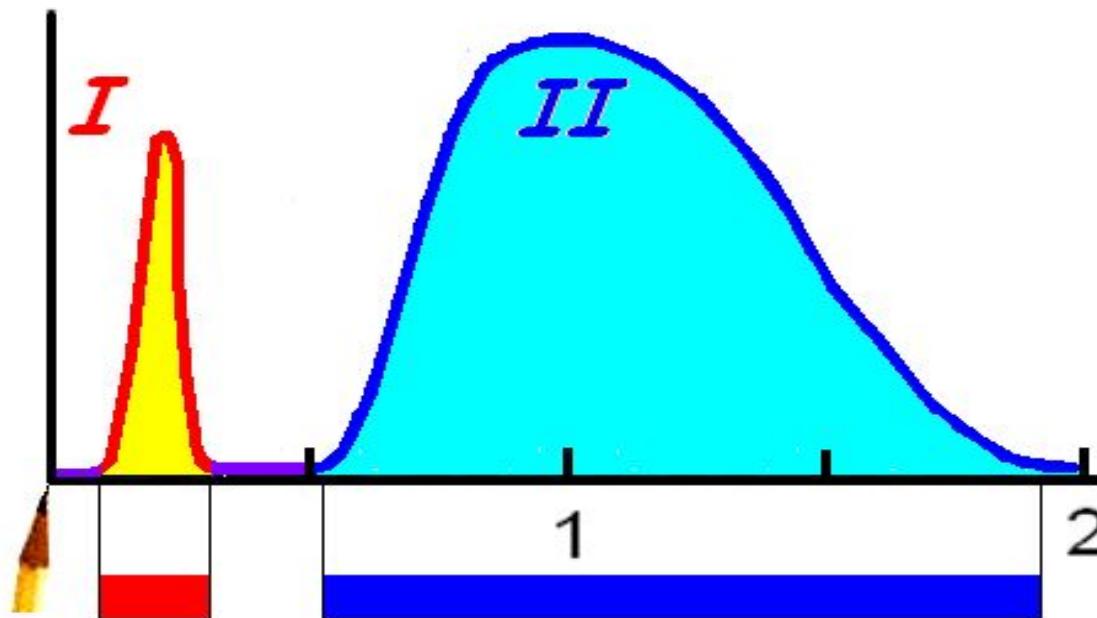
Сравнительная характеристика  
первой и второй боли  
по латентному периоду



# Сравнительная характеристика первой и второй боли

## ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ

(продолжительности после устранения раздражителя)



*Эпикритическая* — быстро стихает  
*Протопатическая* — длится долго

## Сравнительная характеристика первой и второй боли

<b>Эпикритическая</b>	<b>Протопатическая</b>
<b>Коротко</b> латентная	<b>Длинно</b> латентная
<b>Точно</b> локализована	<b>Плохо</b> локализована
<b>Локальная</b> (точно отграничена)	<b>Диффузная</b> (плохо отграничена)
Качественно <b>детерминирована</b>	<b>Плохо</b> детерминирована
<b>Быстро</b> стихает	Длится <b>долго</b>
Используются <b>Аδ-волокна</b>	Используются <b>С-волокна</b>
Используется <b>спиннобульбарный</b> тракт	Используется <b>спинноталамический</b> тракт

**Сравнительная характеристика  
первой и второй боли  
по порогу восприятия**

**Эпикритическая**

**Низкий**

порог восприятия

**Протопатическая**

**Высокий**

порог восприятия

**Сравнительная характеристика  
первой и второй боли  
по локализованности**  
(возможности определения  
источника боли, что болит?)

**Эпикритическая**

**Протопатическая**

**Точно** локализована

**Плохо** локализована

**Сравнительная характеристика  
первой и второй боли  
по локализованности  
(возможности определения  
границ повреждения)**

**Эпикритическая**

**Протопатическая**

**Локальная** (точно отграничена)

**Диффузная** (плохо отграничена)

**Сравнительная характеристика  
первой и второй боли**

**по степени детерминированности**  
(возможности определения  
причины (фактора) боли)

**Эпикритическая**

**Протопатическая**

Качественно  
**детерминирована**

**Плохо** детерминирована

**Сравнительная характеристика  
первой и второй боли  
по характеру проводящих путей  
(типа волокон, трактов)**

<b>Эпикритическая</b>	<b>Протопатическая</b>
<b>Аδ-волокна</b>	<b>С-волокна</b>
<b>спиннобульбарный</b> тракт (дорзальные столбы спинного мозга)	<b>спинноталамический</b> тракт (антеролатеральные отделы спинного мозга)



**Сравнительная характеристика  
первой и второй боли  
по роли в восприятии боли**

<b>Эпикритическая</b>	<b>Протопатическая</b>
<b>тонкое дифференцирование воспринимаемых раздражений</b>	<b>грубое распознавание стимулов</b>
	<b>эмоциональная окраска боли</b>

*Сравнительная характеристика  
первой и второй боли*

*по времени развития в филогенезе*

*Эпикритическая*

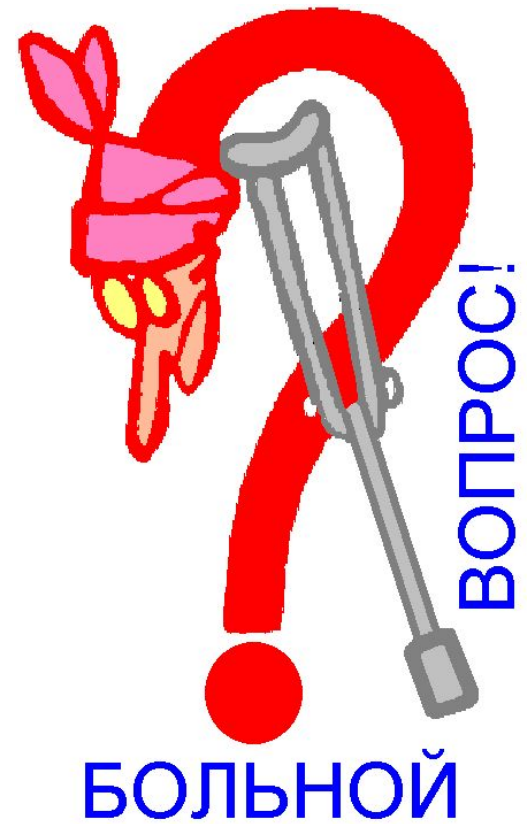
*Протопатическая*

**филогенетически более  
молодая**

**филогенетически  
древняя**

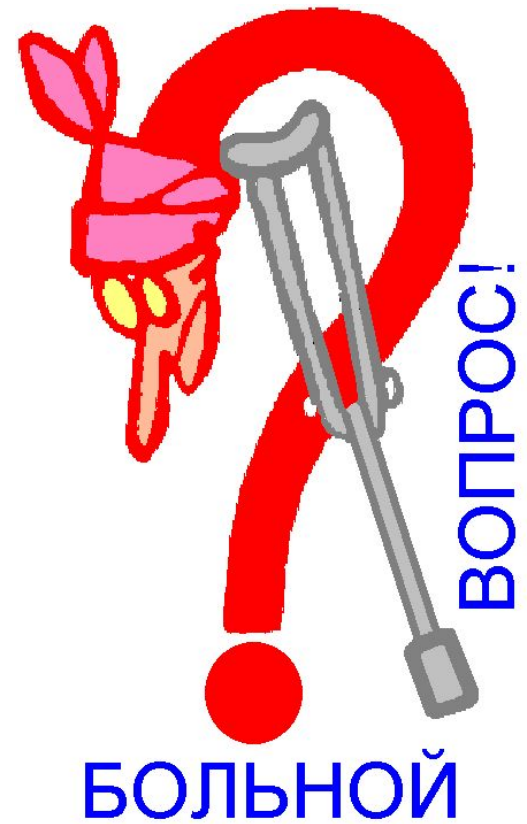
# К вопросу об эпикритической и протопатической чувствительности

- Теоретические и **экспериментальные доказательства** правомочности такого разделения **отсутствуют.**



# К вопросу об эпикритической и протопатической чувствительности

- Дорзальная система волокон, обеспечивающая **эпикритическую** чувствительность, имеется уже у низших позвоночных и **не может рассматриваться как эволюционно молодое образование**



# Вопрос 5



**Типы боли по  
продолжительности.**

**Сравнительная характеристика  
острой и хронической боли.**

# Типы боли

## по продолжительности

- Острая
- Хроническая (устойчивые и рецидивирующие формы)

# Разграничение типов боли по продолжительности

<b><i>Острая</i></b>	<b><i>Хроническая</i></b>
Минуты, часы, дни <b>(меньше полугода)</b>	Недели, месяцы, годы <b>(больше полугода)</b>
ЭТО ВСЕГО ЛИШЬ УСЛОВНОСТЬ	

# Примеры типов боли по продолжительности

<b><i>Острая</i></b>	ожога кожи
<b><i>Устойчивая</i></b>	в спине при радикулитах, при опухолях
<b><i>Рецидивирующая</i></b>	головные боли (мигрень), боли в сердце при стенокардии



# Характеристика типов боли по продолжительности

Признак	<i>Острая</i>	<i>Хроническая</i>
Ограничена поврежденной областью?	Обычно да	Не всегда
Знаем, где она возникла?	Точно знаем	Не всегда знаем
Её сила прямо зависит от интенсивности стимуляции	Да	Нет

# Разграничение типов боли по функции

<i><b>Острая</b></i>	<i><b>Хроническая</b></i>
<b>Чёткая сигнальная (предупреждающая) функция</b>	Нельзя приписать какой-либо физиологической функции. В этом отношении она «бессмысленна».

# Вопрос 6



## Теории боли



# *Теории боли*

- **Специфичности боли**
- **Паттерновые (pattern theory)**
  - интенсивности
  - распределения
- **Воротного контроля** (спинальной переработки ноцицептивной информации).

# *Теория специфичности боли*

**БОЛЬ** - это **независимое ощущение** со своим собственным специализированным нервным аппаратом из рецепторов, проводящих путей и центров, т.е. сенсорные структуры организованы в отдельную ***ноцицептивную систему***

# *Теория специфичности боли*

## экспериментальные подтверждения

1. Болевая чувствительность не распределена по коже равномерно; болевые стимулы воспринимаются только в дискретных **болевых точках**.

# *Теория специфичности боли*

## экспериментальные подтверждения

2. Болевых точек *гораздо больше*, чем точек давления (отношение 9 : 1). Холодовых и тепловых точек на коже еще меньше, чем давления.

# **Теория специфичности боли**

## **экспериментальные подтверждения**

3. Информация связанная с ноцицепцией **передается по системе переднебокового канатика** вместе с терморецепцией, в то время как механо- и проприоцептивная информация — по системе заднего столба (лемнисковой).



# *Паттерновые теории боли*

- ноцицептивные теории  
интенсивности и  
распределения импульсов

# *Паттерновые теории боли*

Боль возникает всегда, когда интенсивность стимуляции низкопороговых механо- и терморецепторов превышает определенный уровень.

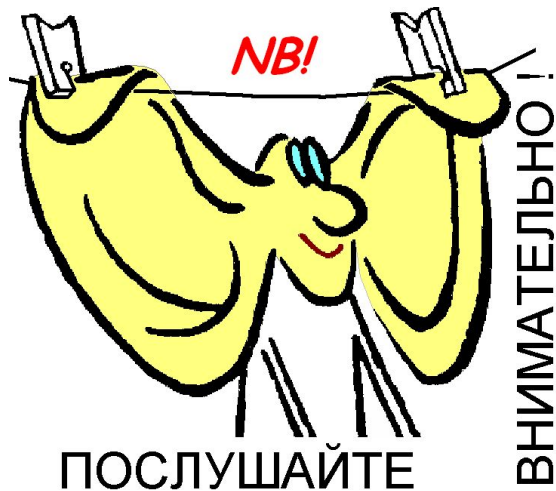
# *Паттерновые теории боли*

Огромное разнообразие вредных стимулов (т.е. отсутствие единственного адекватного стимула) несовместимо с существованием специализированных ноцицепторов.

# Вопрос 7



## Теория воротного контроля при ноцицепции



# Теория воротного контроля

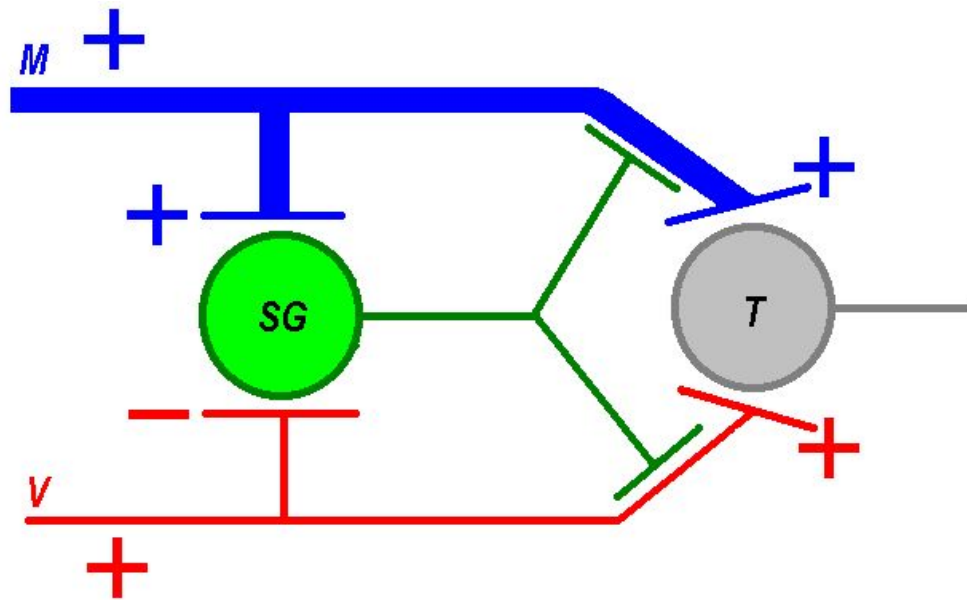
Предложена в 1965 г.

- канадским психологом

Роналдом **Мелзак**ом (**Melzack R.**)

- и **Уоллом** (**Wall P.D.**).

# Схема взаимодействия элементов спинного мозга, участвующих в формировании болевого ощущения (по Melzack и Wall)



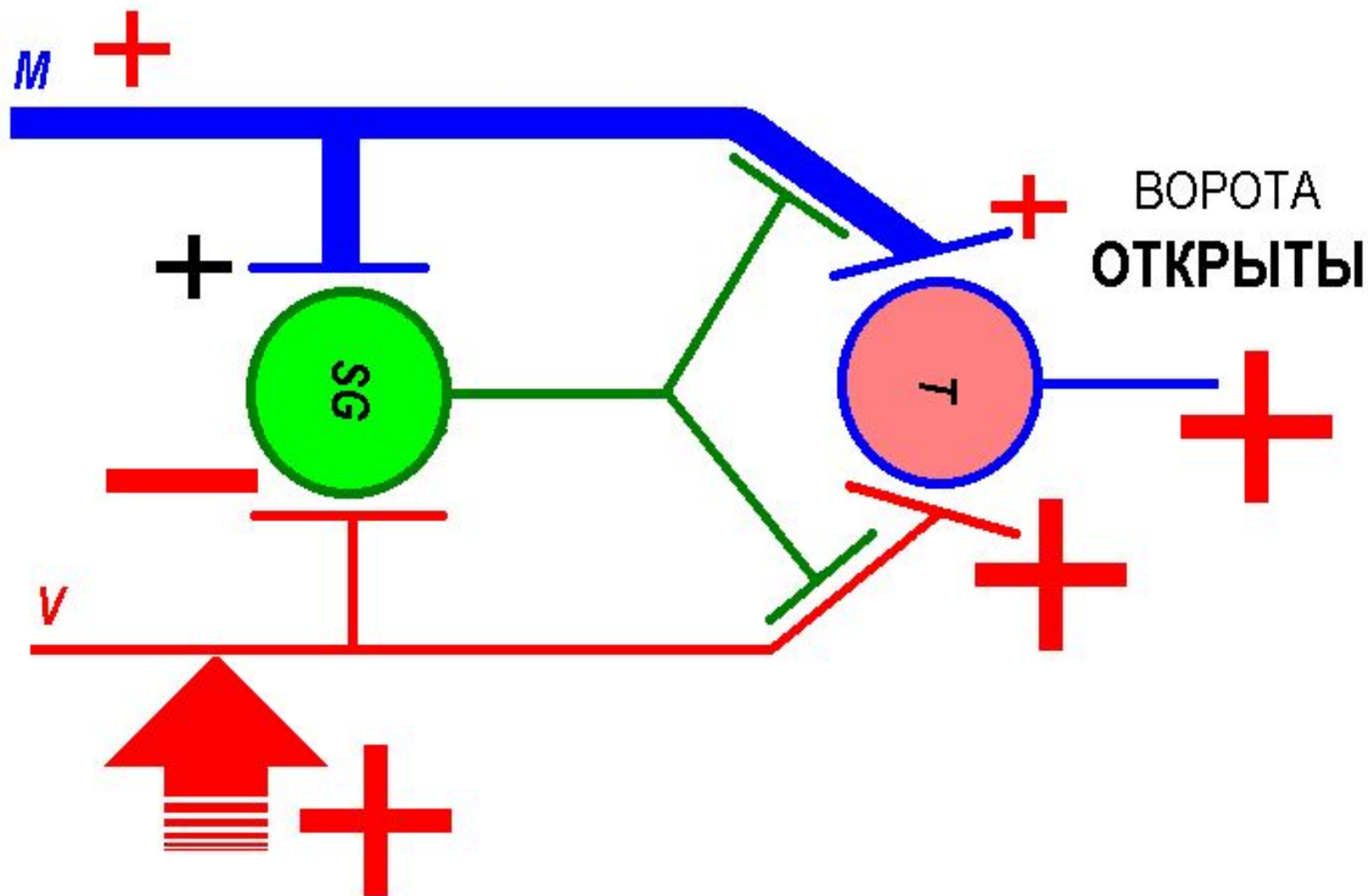
**SG** — нейрон студенистого вещества,

**T** — нейрон задних рогов спинного мозга

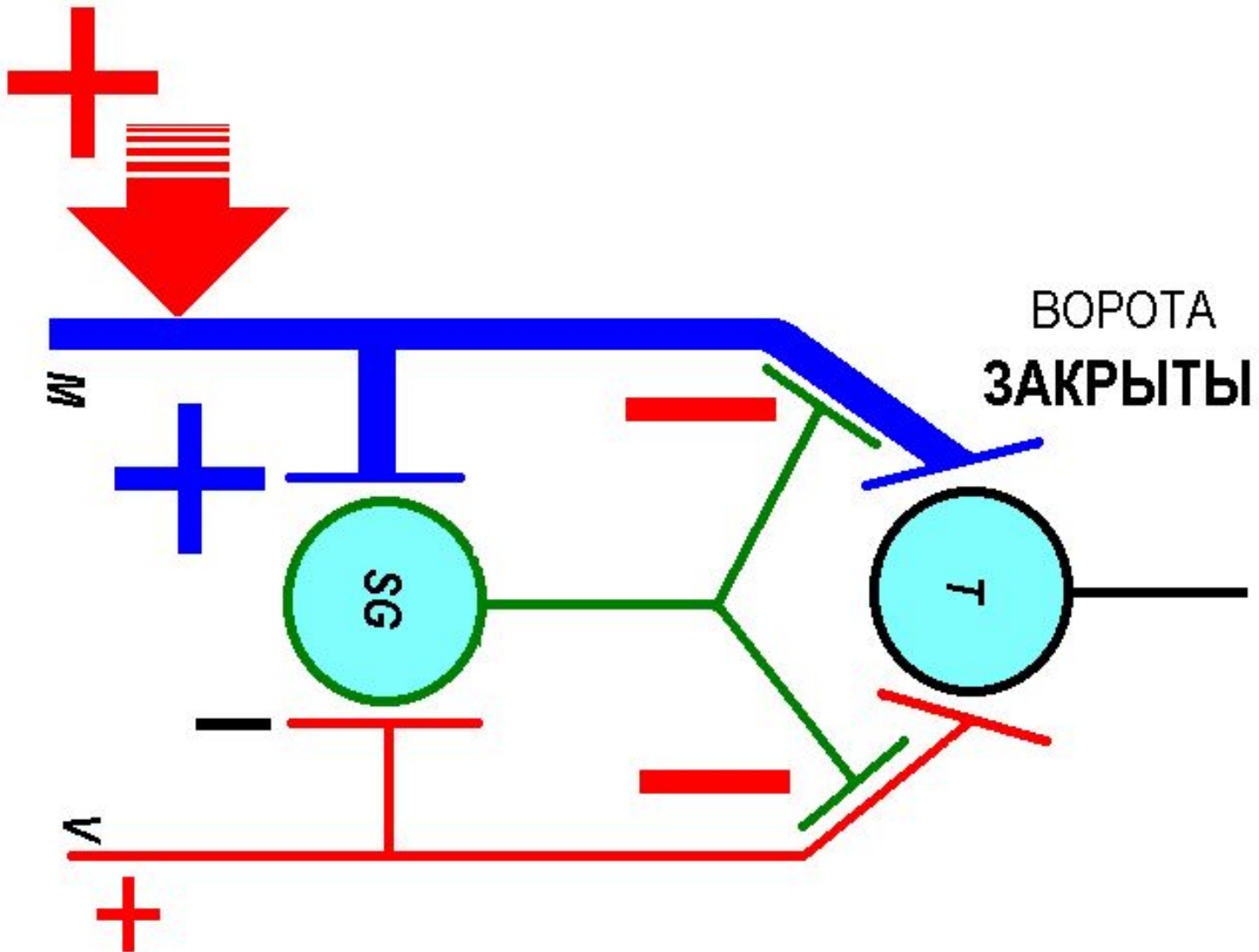
**M** — толстые миелиновые волокна лемнисковой системы

**V** — тонкие волокна антеролатеральной системы

# Схема **открытия** воротного механизма при ноцицепции

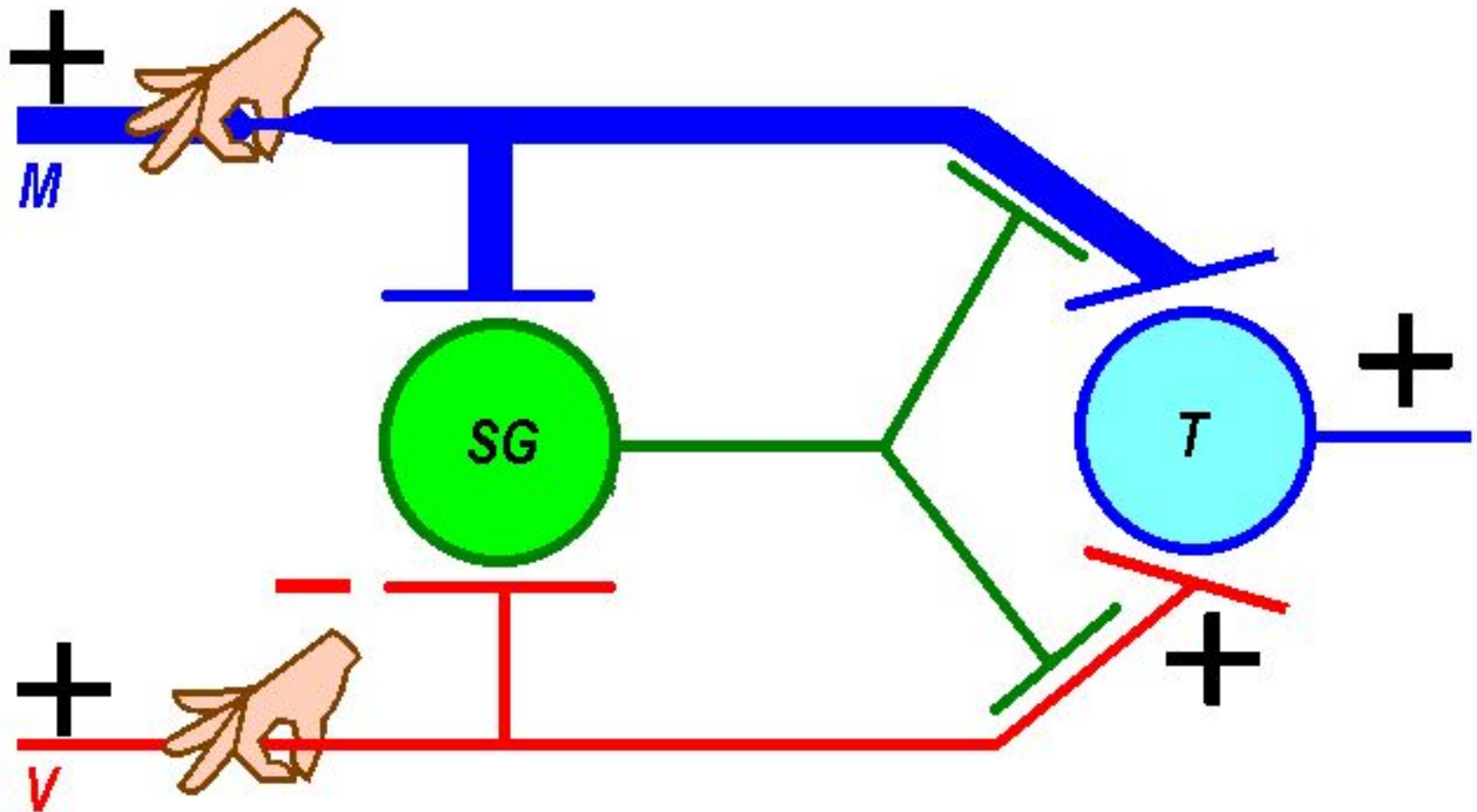


# Схема **закрытия** воротного механизма при ноцицепции



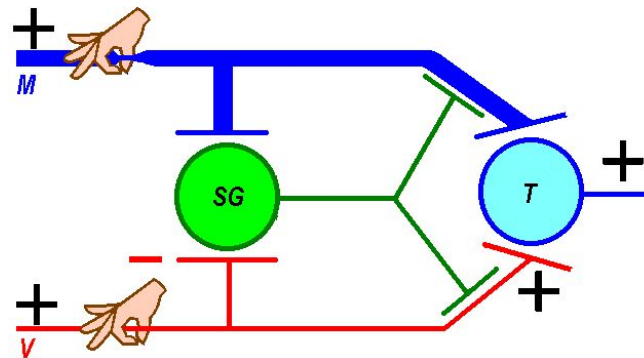


# Схема открытия воротного механизма в опыте с манжетой



# Схема открытия воротного механизма

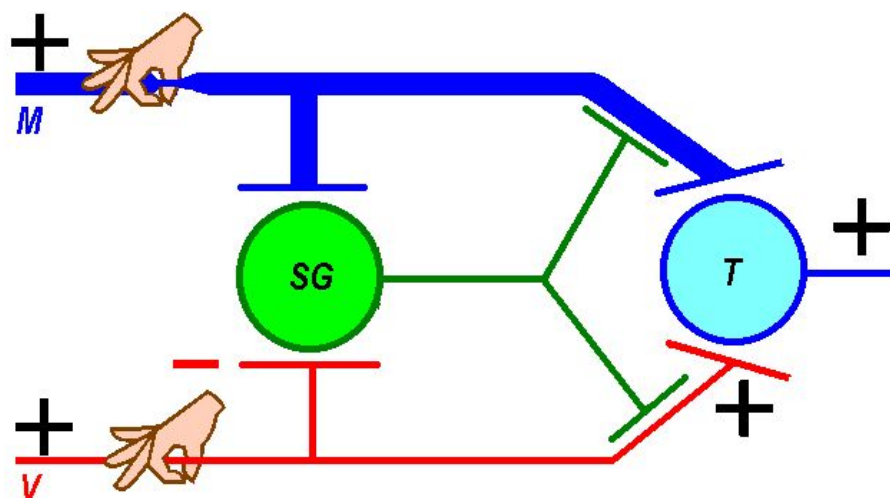
## В опыте с манжетой



- Если сдавить сосуды руки манжетой, то через 15—20 мин исчезают тактильная и другие виды чувствительности, а ощущение боли обостряется .

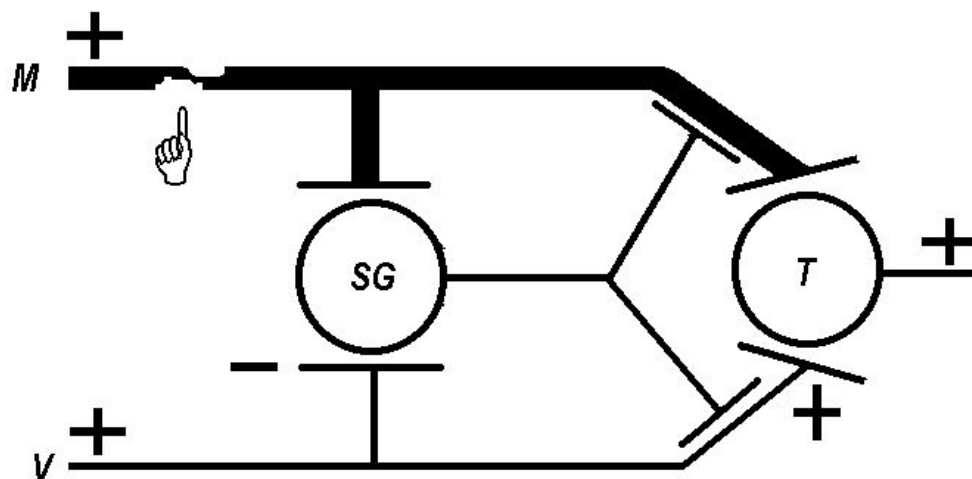
Любое прикосновение воспринимается как боль.

## Объяснение **опыта с манжетой**



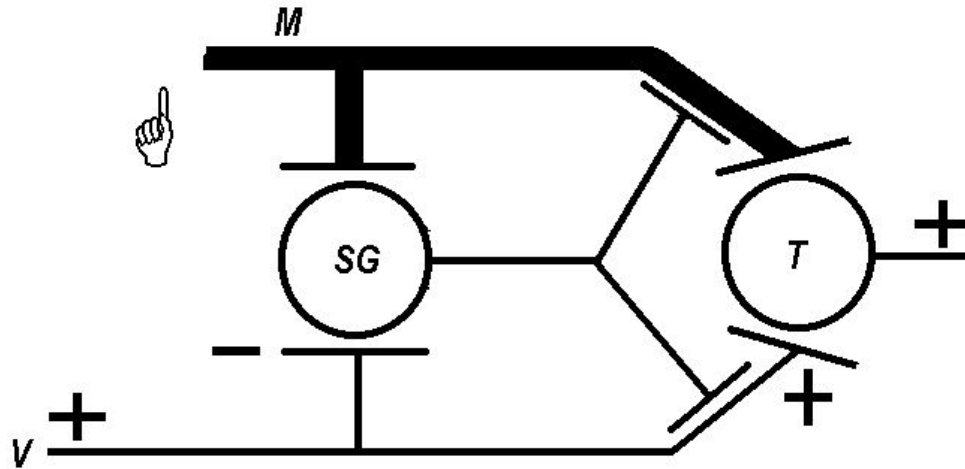
- Волокна малого диаметра более резистентны, чем крупные, к аноксии и продолжают проводить болевые импульсы в течение длительного времени.

## Объяснение каузалгии по теории воротного контроля



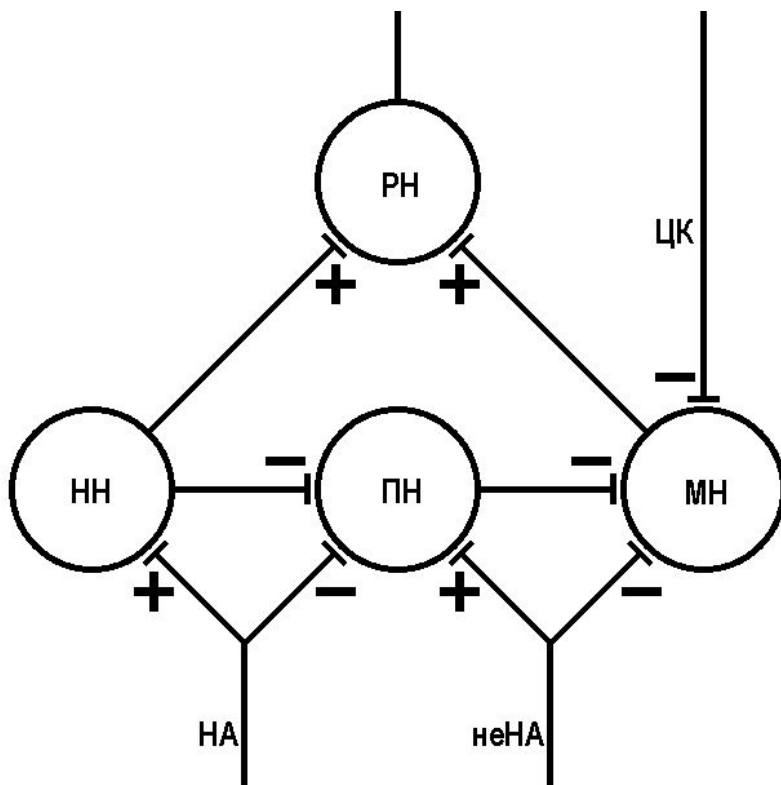
- Уменьшение потока импульсов к нейронам задних рогов спинного мозга при повреждении нервного ствола — «ворота открываются».

# Объяснение фантомных болей по теории воротного контроля



- Уменьшение потока импульсов к нейронам задних рогов спинного мозга при отсутствии неноцицептивных нервных стволов — «ворота открываются».

# Современные трактовки теории воротного контроля



- НА — ноцицептивное афферентное волокно, неНА — неноцицептивное афферентное волокно, НН — ноцицептивный нейрон, ПН — передаточный нейрон, МН — мультирецепторный нейрон, РН — релейный нейрон, ЦК — центральный контроль.

# Вопрос 8



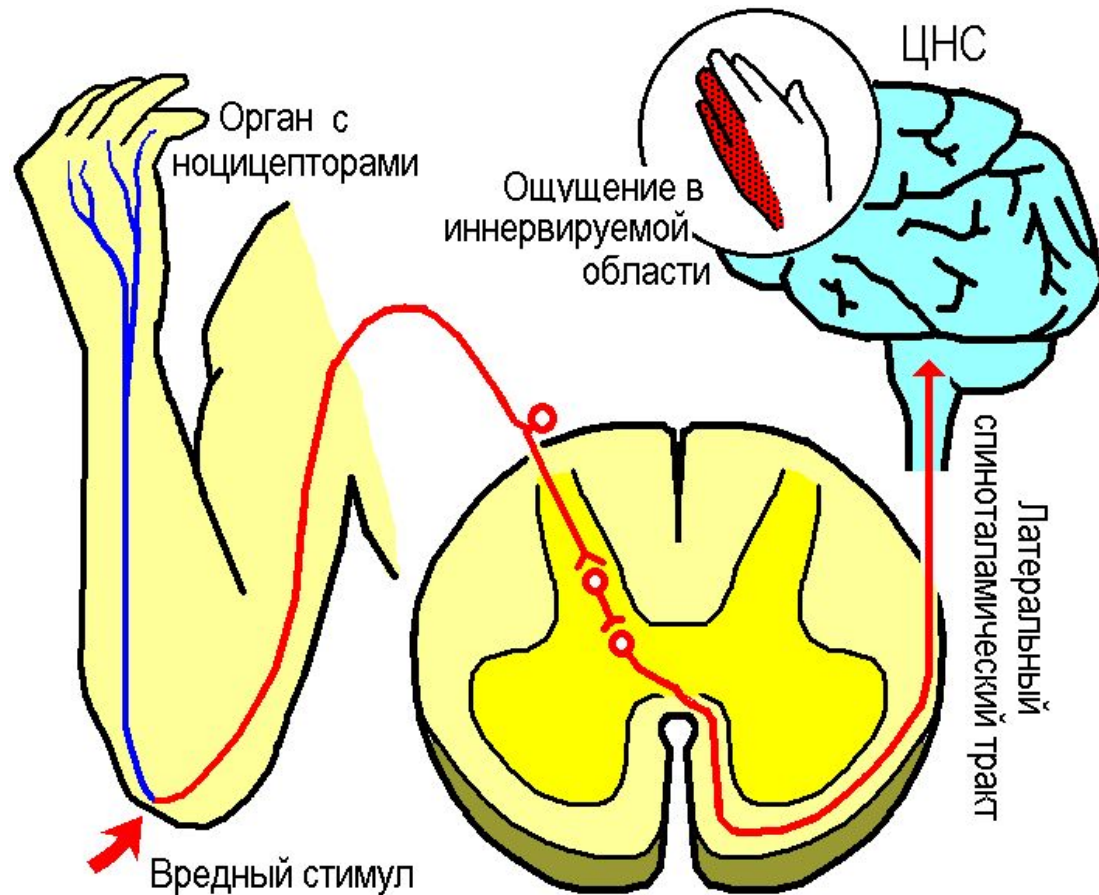
*Типы боли при  
несовпадении места боли с  
местом повреждения*

## Типы боли при несовпадении места боли с местом повреждения

- **Проецируемая** - возникает в ноцицептивных афферентных волокнах
- **Отражённая** - возникает в рецепторах вне места боли



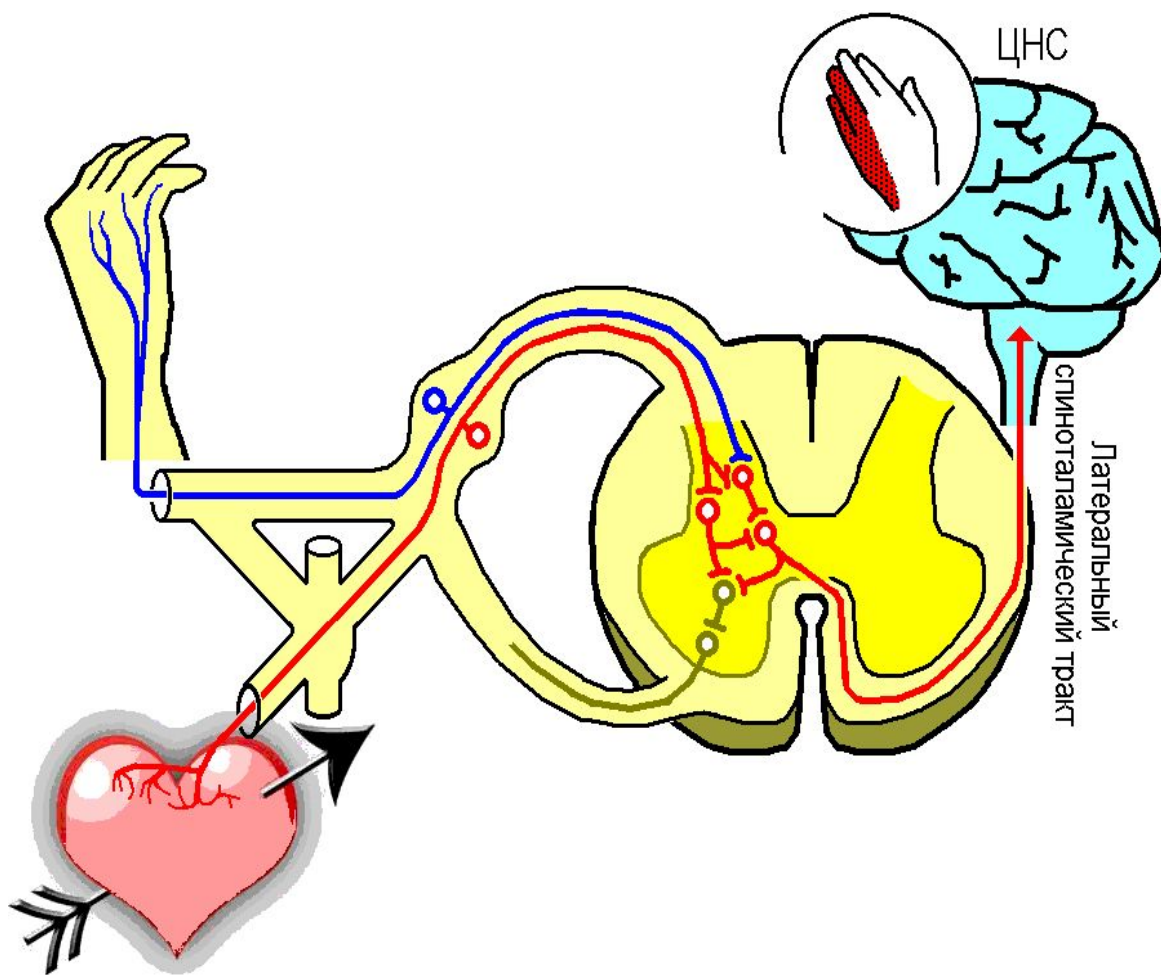
# Схема возникновения проецируемой боли



# Проецируемая боль

- Импульсация афферентных волокон, генерируемая в локте, **проецируется нашим сознанием на область**, содержащую их сенсорные окончания, поскольку обычно она возникает именно в этих рецепторах.

# Схема возникновения отражённой боли



- Некоторые из ноцицептивных афферентов от внутренних органов оканчиваются в заднем роге на тех же нейронах, что и ноцицептивные афференты от КОЖИ

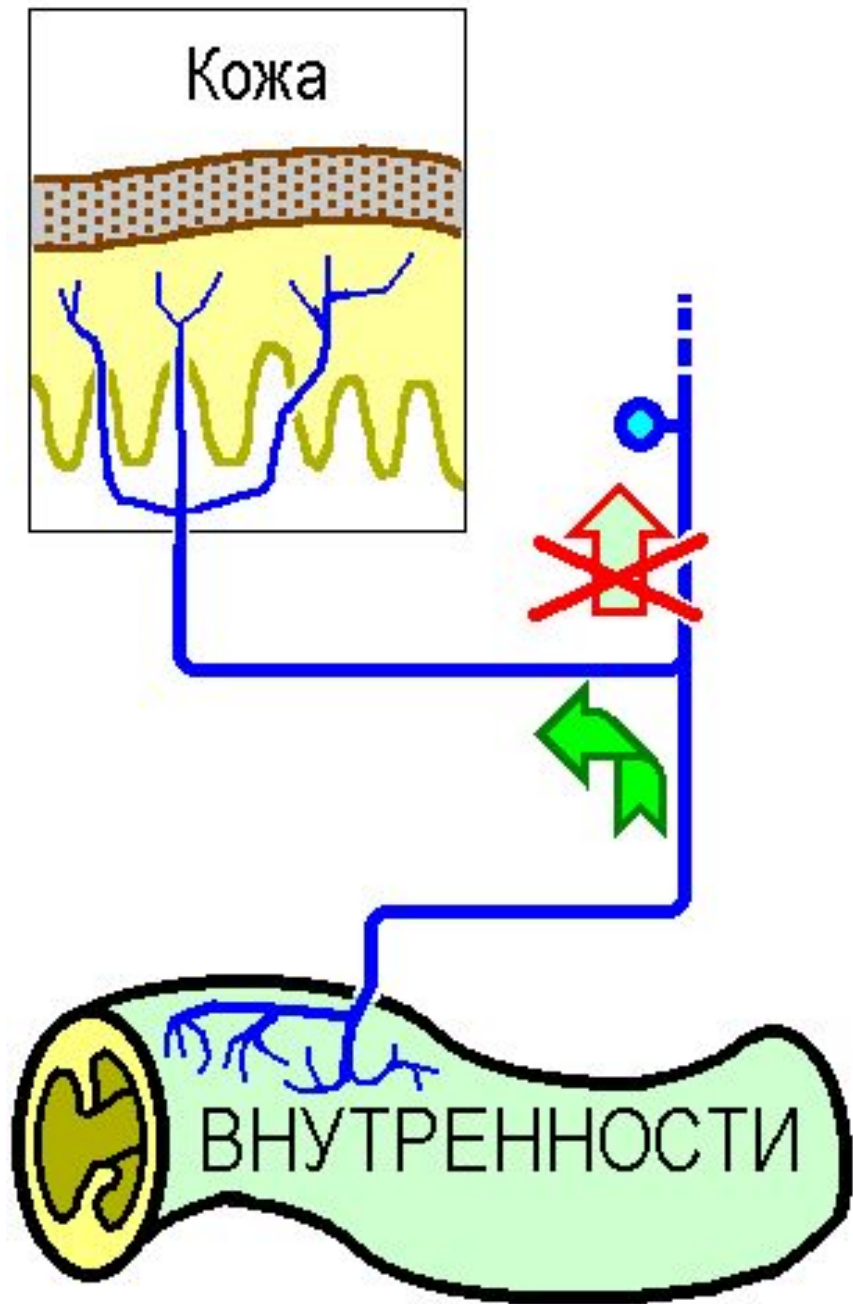


Схема  
аксон-рефлекса

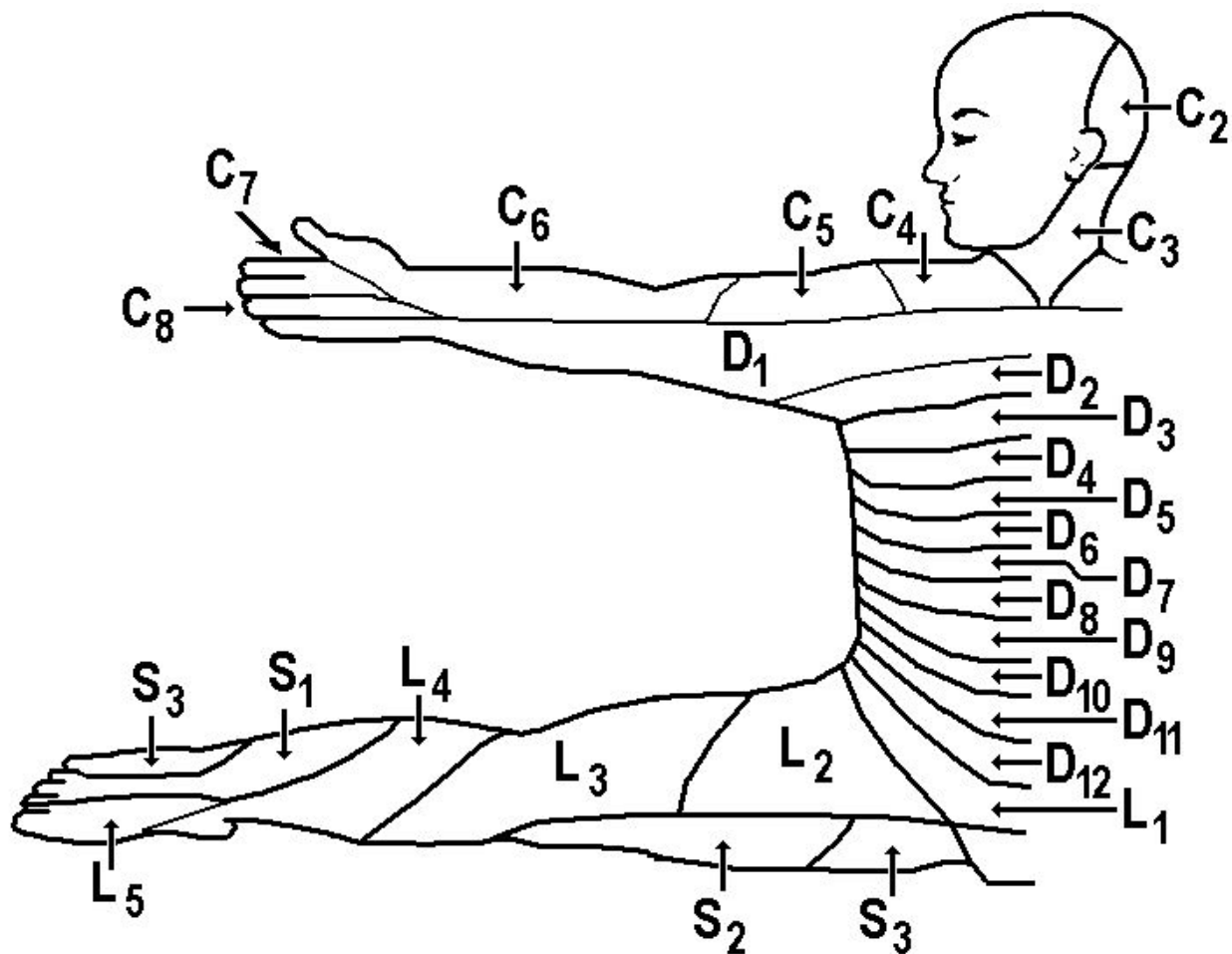
# Отражённая боль

- Ноцицептивная стимуляция внутреннего органа вызывает ощущение боли не в нем самом, а в отдаленных, поверхностных частях тела, или не только в нем самом, а также в отдаленных частях тела.
- На поверхности кожи боль проявляется в соответствующем *дерматоме*.

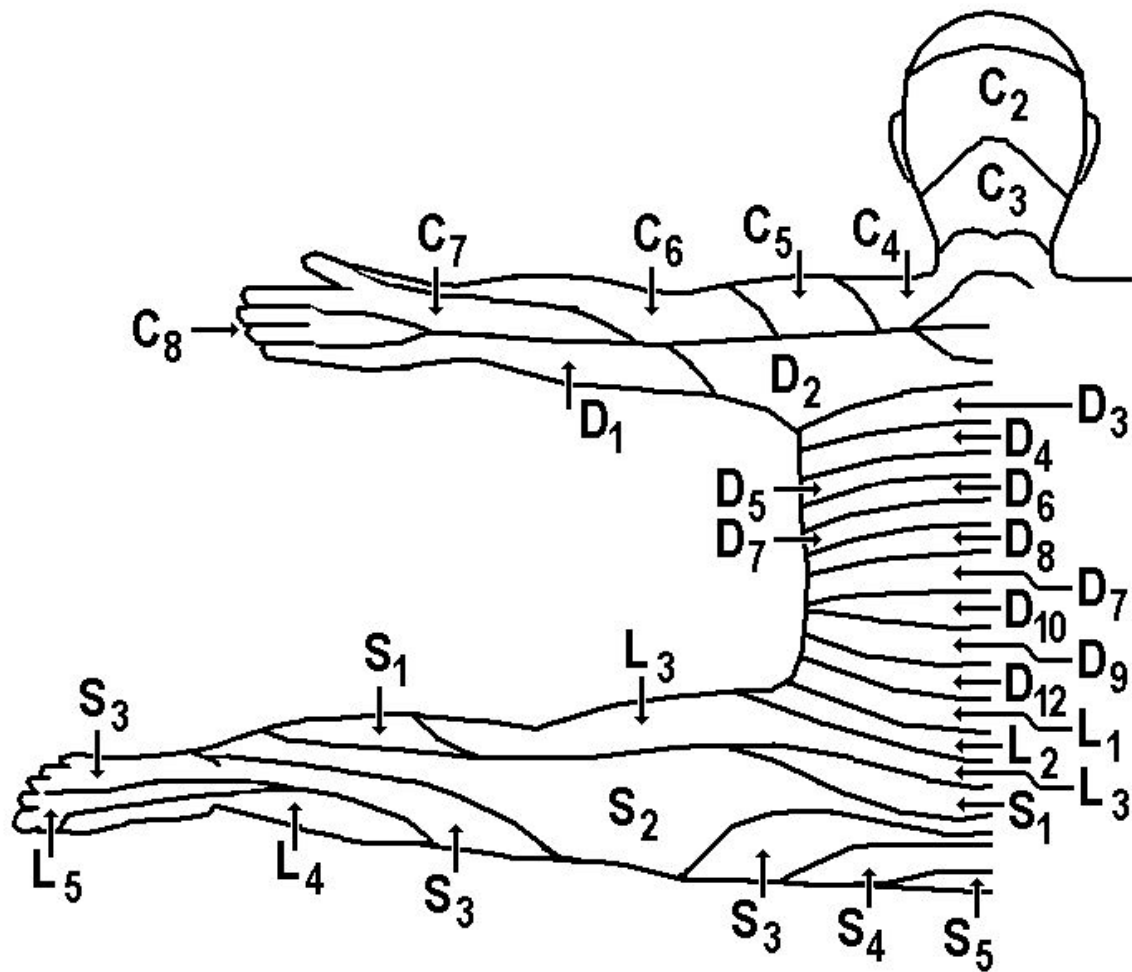
# Вспомним!

- **Дерматом** – ограниченная область кожи, которую иннервирует афференты одного заднего корешка. В скелетной мускулатуре эквивалентами дерматомов являются *миотомы*.

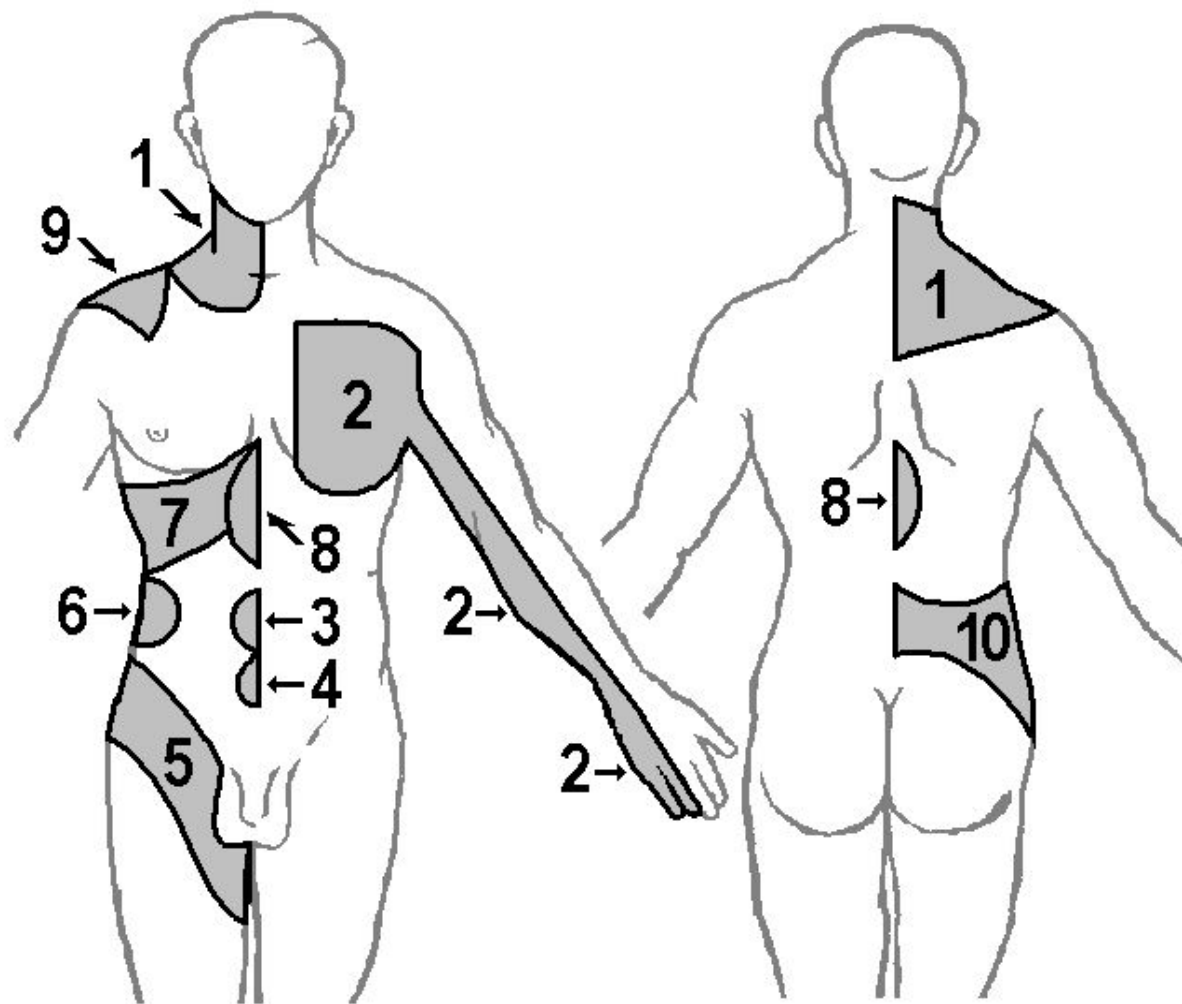
# Дерматомы. Вид спереди



# Дерматомы. Вид сзади







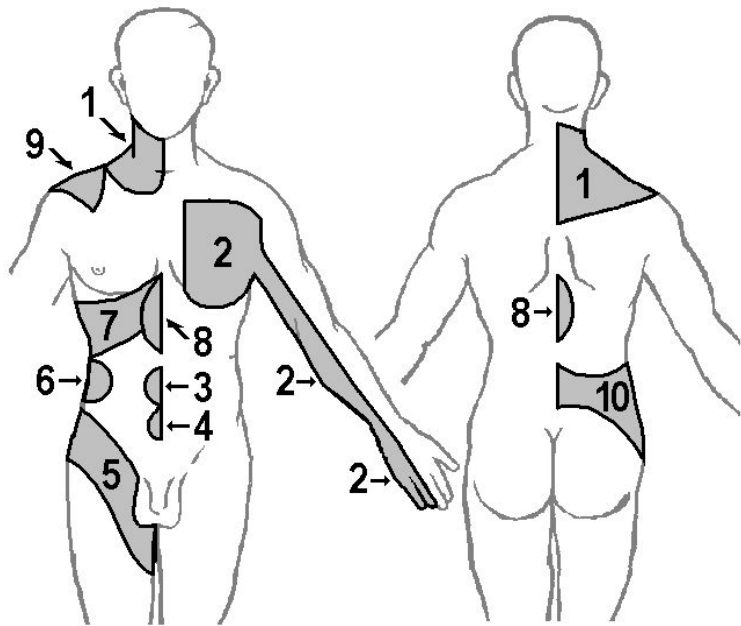
## *Зоны Захарьина-Гед*

- **Г.А.Захарьин (1829 – 1897)**  
— русский терапевт,
- **Г.Гед (H.Head, 1861 - 1940)**  
— английский  
невропатолог.

# *Зоны Захарьина-Геда*

- определенные области кожи, имеющие диагностическое значение, в которых при заболевании внутренних органов часто появляются отраженные боли, а также болевая и температурная гиперестезия.

# Зоны Захарьина-Геда



- 1 — легкие и бронхи,
- 2 — сердце,
- 3 — кишечника,
- 4 — мочевого пузыря,
- 5 — мочеточника,
- 6 — почек,
- 7 и 9 — печени,
- 8 — желудка,  
поджелудочной  
железы,
- 10 — мочеполовой  
системы

# Вопрос 9



## *Компоненты боли*

# *Компоненты боли*

- **Сенсорный (сенсорно-дискриминативный)**
- **Аффективный (эмоциональный)**
- **Вегетативный**
- **Моторный**

# Сенсорный *компонент* *боли*

Афферентные импульсы передают информацию о

- *местонахождении* стимула
- *начале и окончании его действия* стимула
- *интенсивности* стимула

# **Сенсорный компонент боли**

***Мы осознаем сенсорную  
информацию в виде  
ощущения.***

***Ощущение – это субъективная  
сторона отражения  
человеком раздражения***



# **Аффективный (эмоциональный) компонент боли**

**Аффект (лат. affectus переживание, душевное волнение) — кратковременная и сильная, положительная или отрицательная эмоция, возникающая в ответ на возникновение боли**

# **Вегетативный компонент** **компонент боли**

- **это реакции (рефлексы) на болевую стимуляцию автономной (вегетативной) нервной системы. Характер вегетативного компонента во многом зависит от характера самого болевого ощущения и его локализации.**

# **Вегетативный компонент** **компонент боли**

- **особенно силен при висцеральной боли;**
- **например, при желчной колике он может принять форму тошноты, рвоты, потоотделения и падения кровяного давления.**

# *Компоненты боли*

- **Сенсорный (сенсорно-дискриминативный)**
- **Аффективный (эмоциональный)**
- **Вегетативный**
- **Моторный**

# *Компоненты боли*

- **Сенсорный (сенсорно-дискриминативный)**
- **Аффективный (эмоциональный)**
- **Вегетативный**
- **Моторный**

# *Компоненты боли*

- **Сенсорный (сенсорно-дискриминативный)**
- **Аффективный (эмоциональный)**
- **Вегетативный**
- **Моторный**

# **Двигательный**

## ***компоненты боли***

- **проявляется как рефлекс избегания или защиты.**
- **Например, когда рука случайно прикасается к горячему, она отдергивается еще до того, как мы осознаем боль и принимаем решение отреагировать на неё произвольно.**

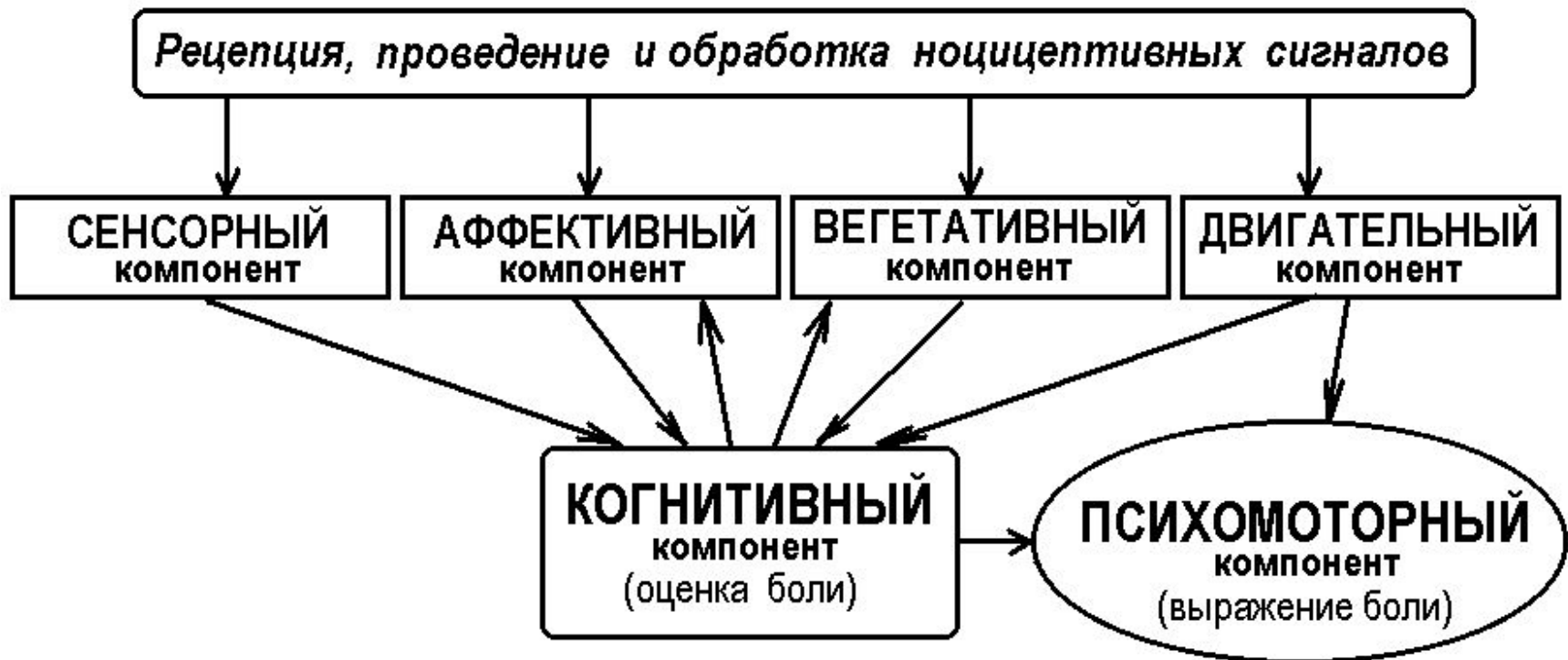
# **Двигательный**

## ***компоненты боли***

- **особенно важен в случае вредных стимулов наружного происхождения, но может быть найден даже у глубокой и висцеральной боли, например в форме *мышечного напряжения***



# Взаимоотношения компонентов боли



# Вопрос **10**



**Оценка и выражение боли.  
Измерение боли.**

# Оценка и выражение боли

- Жалобы человека на боль зависят от его *социального положения. семейного воспитания и этнического происхождения.*
- Поведение индейского воина под пытками будет с точки зрения выражения боли совсем иным, чем у домохозяйки с желчной коликой, даже если они испытывают боль одинаковой интенсивности.

# *Измерение боли*

- Измерение боли – *алгезиметрия* (греч. **algesis** ощущение боли + **metreo** измерять, определять).

# *Виды алгезиметрии*

- **экспериментальная**
  - **субъективная**
    - по болевому порогу
    - по интенсивности боли
    - по порогу болеустойчивости
  - **объективная**
- **клиническая**
- **многомерная**

# Субъективная алгезиметрия

В алгезиметрии измеряют:

- **болевым порог**, т.е. наименьшую интенсивность стимула, вызывающую ощущение боли;
- **интенсивность боли**, выражаемую словесно или каким-нибудь другим сигналом;
- **порог болеустойчивости** - интенсивность стимуляции, при которой испытуемый просит её прекратить.

# Объективная алгезиметрия

- Термин «объективная» просто означает, что измеряются переменные, регистрируемые наблюдателем, а не «субъективные» ответы испытуемого.
- **Применительно к человеку - измерение двигательных и вегетативных реакций на боль и записи вызванных потенциалов коры головного мозга**

# *Клиническая алгезиметрия*

## **Субъективная**

- Больного просят в разное время отражать свои болезненные ощущения на простой аналоговой шкале - от отсутствия боли до ее нестерпимости.
- Списки вопросов типа широко применяемой «Болевой анкеты Магилла» (McGill) -разработана канадским психологом Роналдом Мелзаком.



# *Клиническая алгезиметрия*

**Соотнесение клинической боли по интенсивности с экспериментальной.**

Например, при определении коэффициента турникетной боли больной сравнивает свои ощущения с экспериментально вызванной (наложением жгута) ишемической мышечной болью.

# Многомерная алгезиметрия

- Применение нескольких методов (например, запись вызванных потенциалов при слежении за диаметром зрачка как за показателем симпатического тонуса),
- Субъективные тесты могут сочетаться с объективными

# Вопрос *11*



**Внутренние системы  
подавления боли  
(антиноцицептивная  
система)**

# Внутренние системы подавления боли

- Наличие опиатных рецепторов и связывающихся с ними лигандов, вырабатываемых самим организмом (эндорфинов, энкефалинов, динарфина).
- Наличие супраспинальных областей, в которых электрическая стимуляция вызывает аналгезию.

# Вопрос *12*



**Экзогенное торможение боли.  
Физиологические основы  
обезболивания**

# *Экзогенное торможение боли; терапия при болях*

- **Фармакологические**
- **Физические**
- **Психологические**

# Фармакологическое торможение боли

- Ненаркотические аналгетики
- Наркотические аналгетики
- Психотропные препараты
- Локальные анестетики

# *Физическое торможение боли*

- Нагревание и охлаждение
- Гимнастика и массаж
- Электростимуляция
- Нейрохирургия



# *Психологическое торможение боли*

- Биологическая обратная связь
- Инструментальные методы
- Расслабление и медитация
- Гипноз