



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

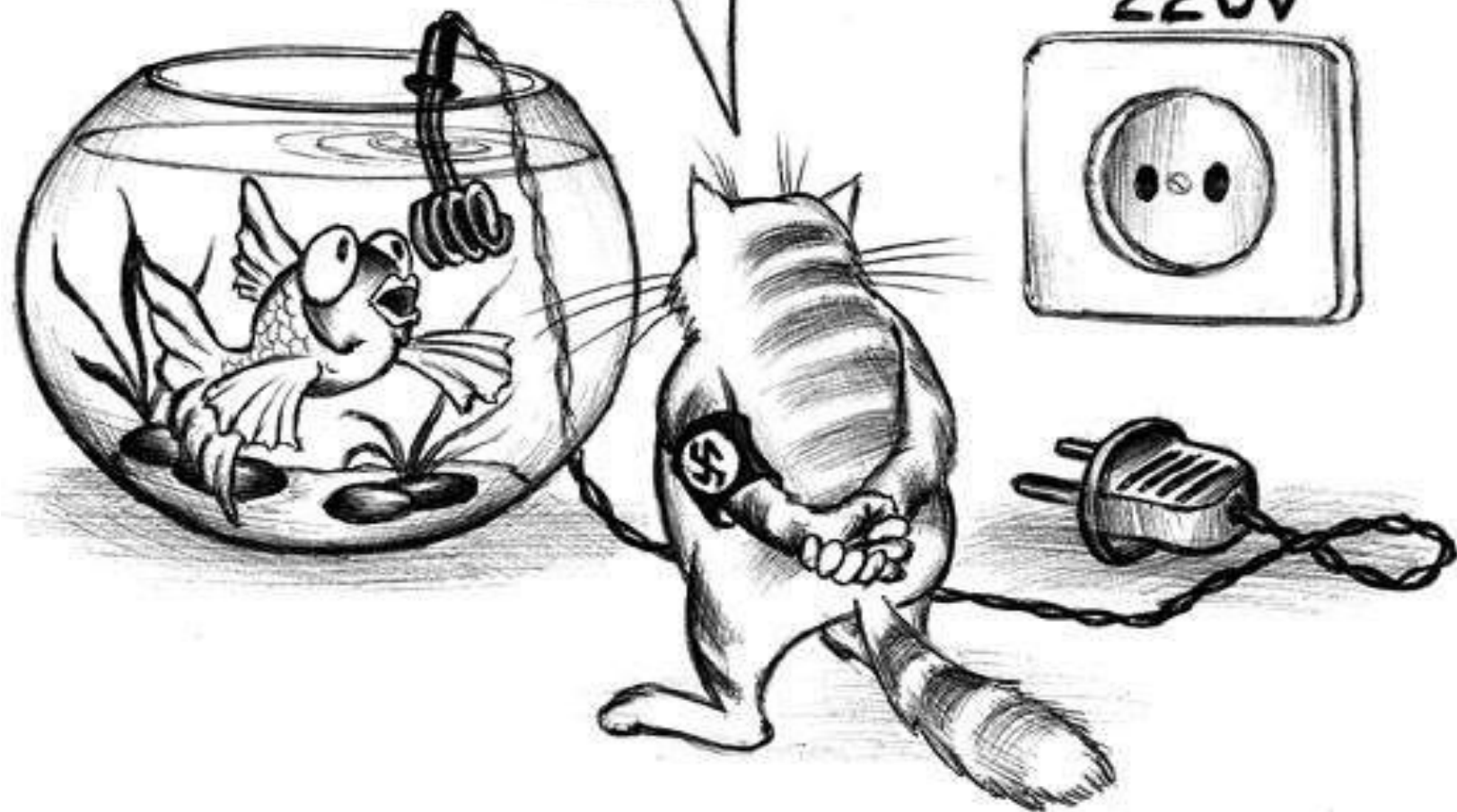
Медицина, 2003 (2007) г.



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
болевого 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

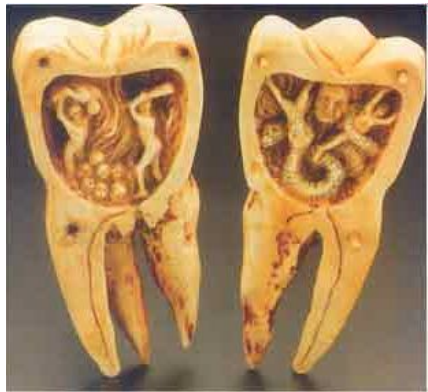
- Чувство зависти и боли вызывают активность в одном и том же регионе мозга человека



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

Соматическая, висцеральная	Нейропатическая
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

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

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.

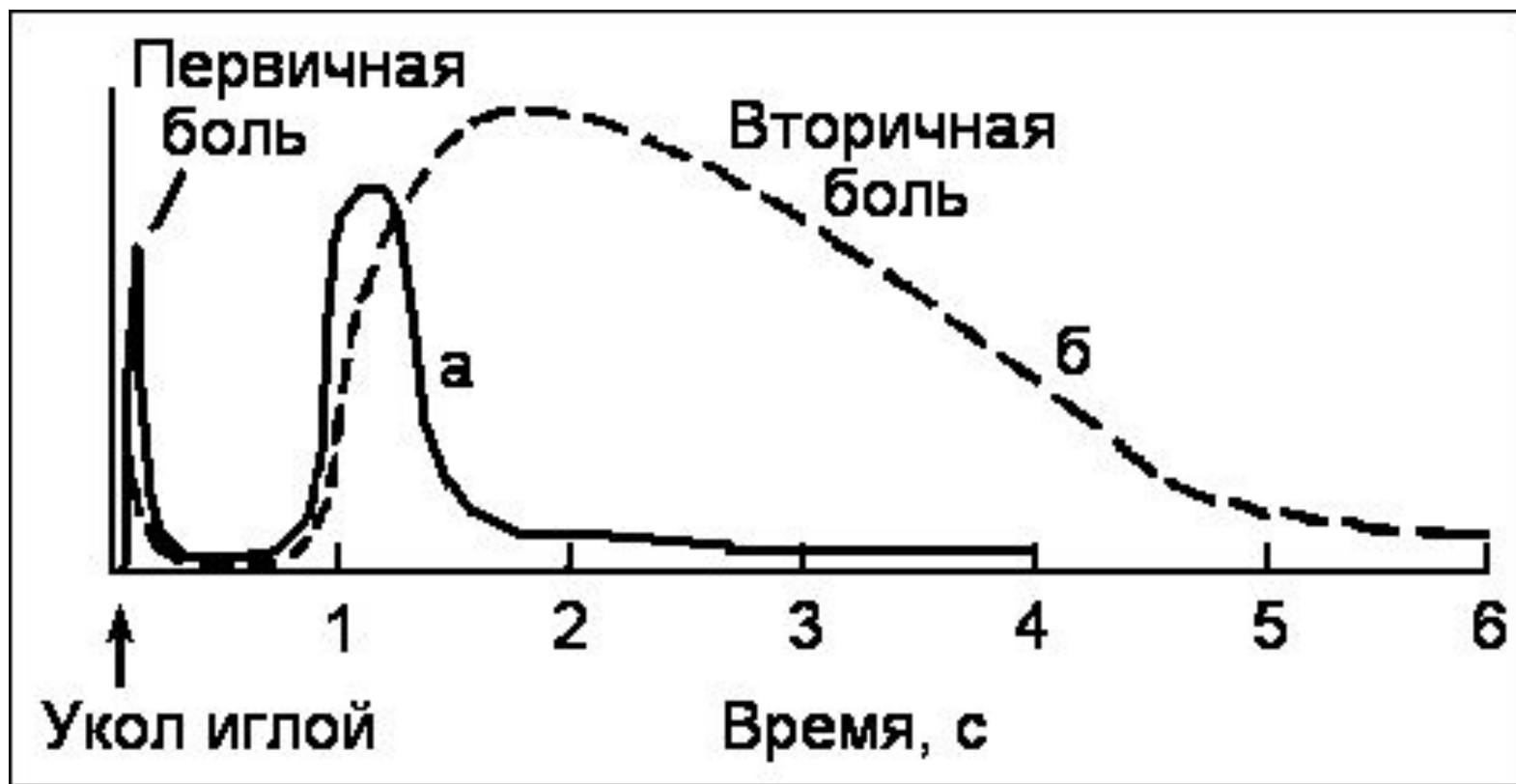
- **Протопатическая чувствительность** (от прото... и греч. páthos - страдание), примитивный вид кожной чувствительности, воспринимающей лишь сильные механические и температурные раздражения.

СИНОНИМЫ

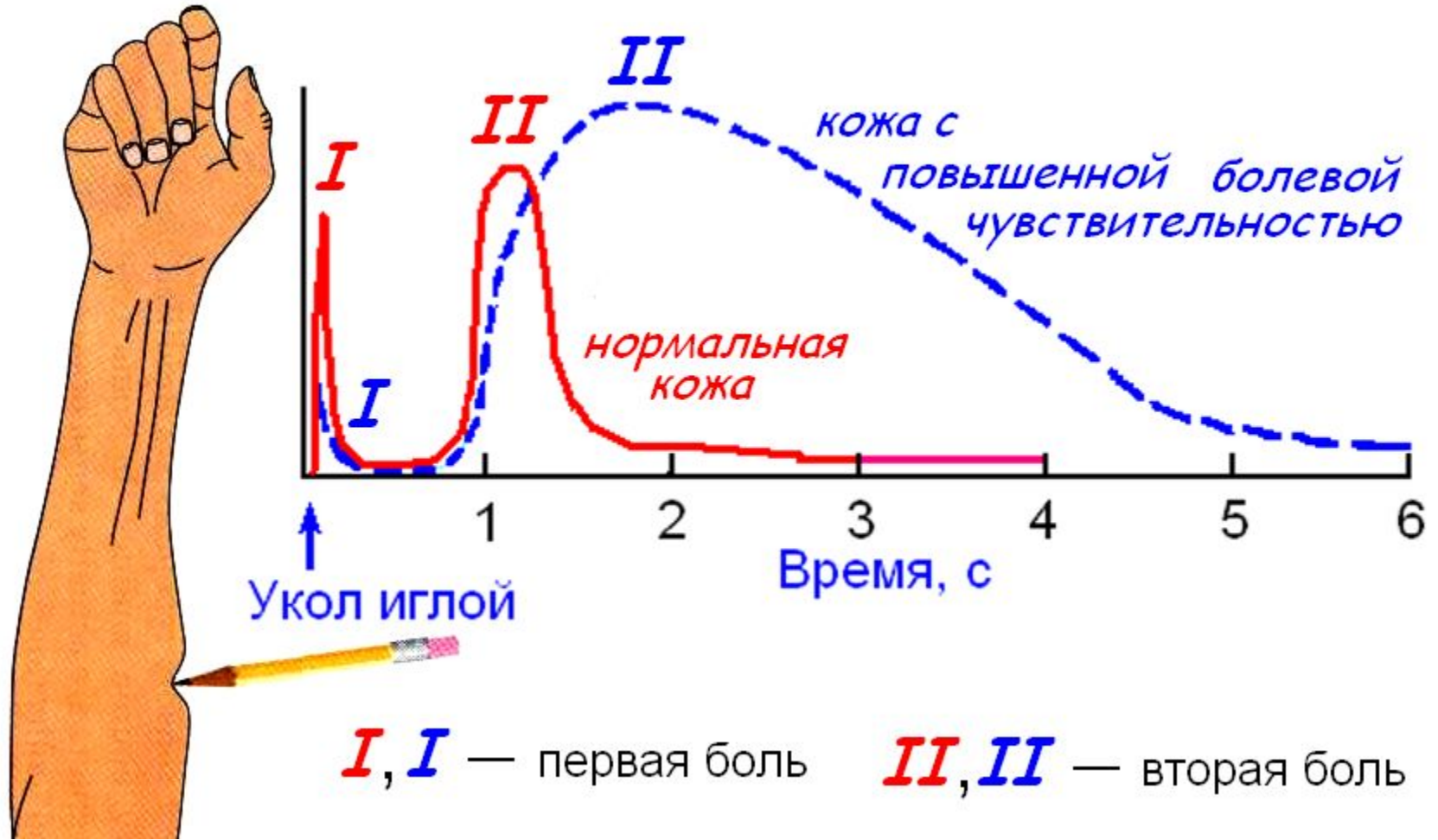
Первая	Вторая
<i>Эпикритическая</i>	<i>Протопатическая</i>
Быстрая	Медленная
Предупредительная	Тягостная
	Древняя

Рис. 14.20. Развитие болевого ощущения во времени.

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



Развитие болевого ощущения во времени



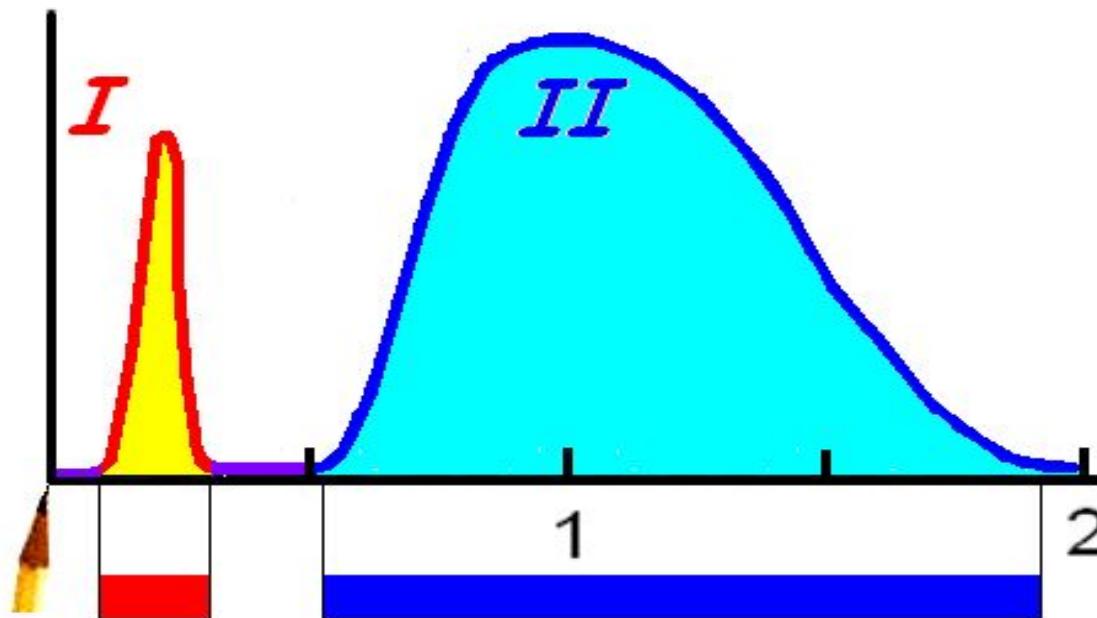
Сравнительная характеристика
первой и второй боли
по латентному периоду



Сравнительная характеристика первой и второй боли

ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ

(продолжительности после устранения раздражителя)



Эпикритическая — быстро стихает
Протопатическая — длится долго

Сравнительная характеристика первой и второй боли

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

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

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

Эпикритическая	Протопатическая
тонкое дифференцирование воспринимаемых раздражений	грубое распознавание стимулов
	эмоциональная окраска боли

*Сравнительная характеристика
первой и второй боли*

по времени развития в филогенезе

Эпикритическая

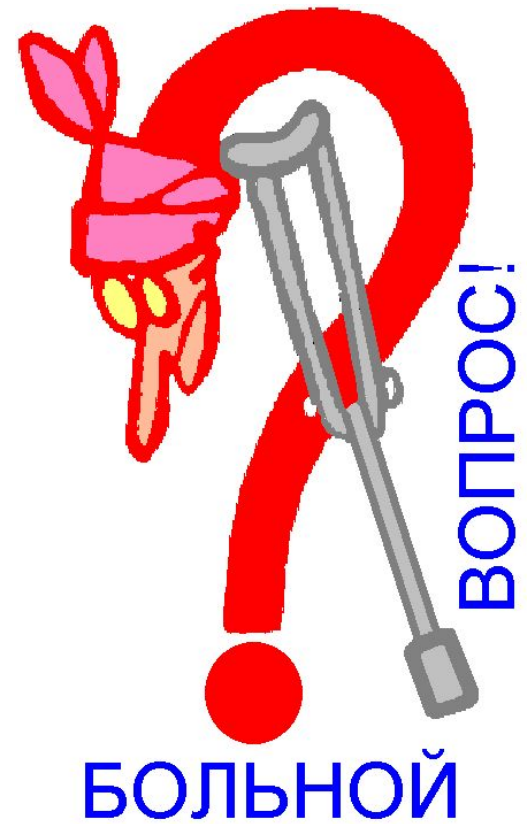
Протопатическая

**филогенетически более
молодая**

**филогенетически
древняя**

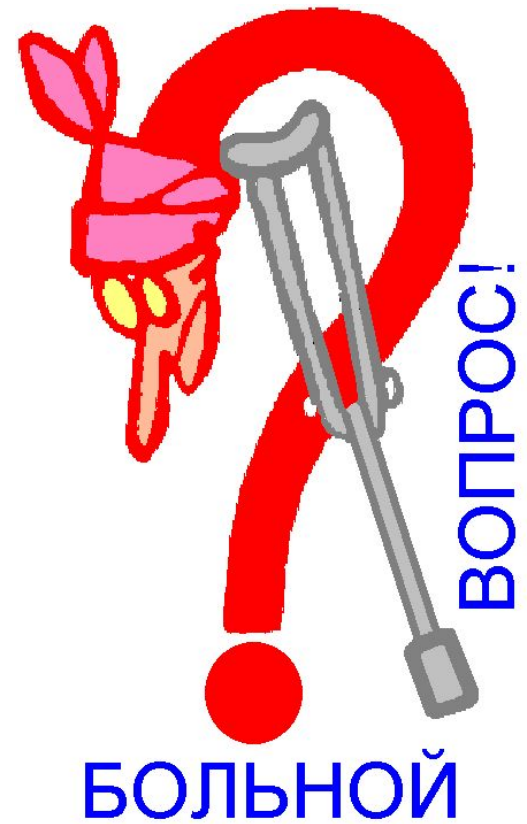
К вопросу об эпикритической и протопатической чувствительности

- 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

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

Примеры типов боли по продолжительности

<i>Острая</i>	ожога кожи
<i>Устойчивая</i>	в спине при радикулитах, при опухолях
<i>Рецидивирующая</i>	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>Острая</i>	<i>Хроническая</i>
Чёткая сигнальная (предупреждающая) функция	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.

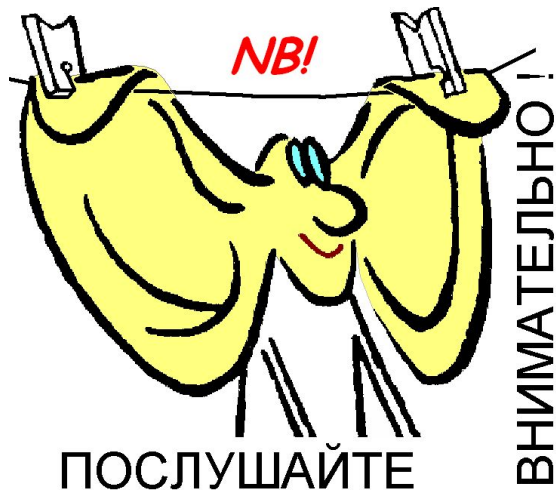
Паттерновые теории боли

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

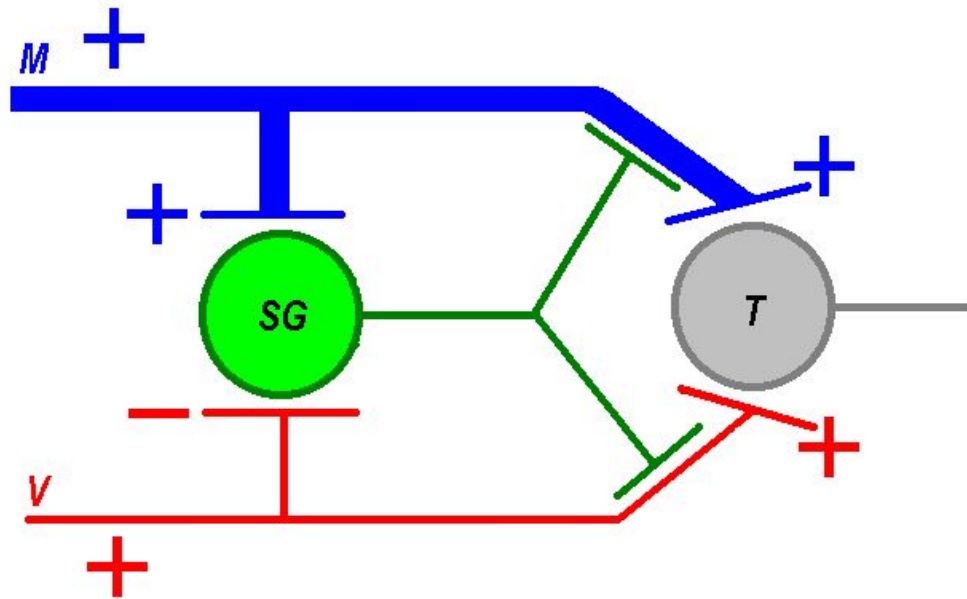
Предложена в 1965 г.

- 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

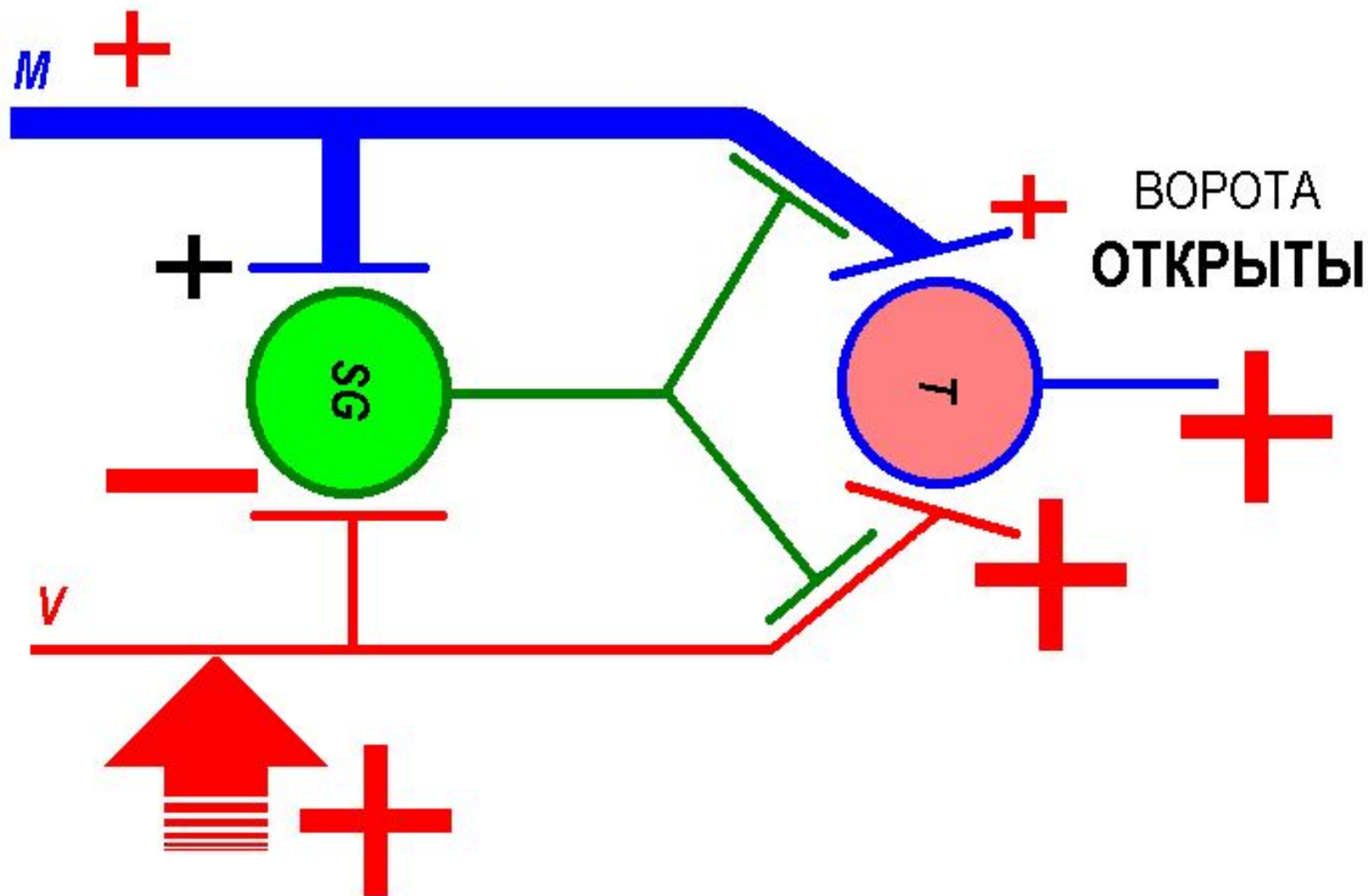


Схема **закрытия** воротного механизма при ноцицепции

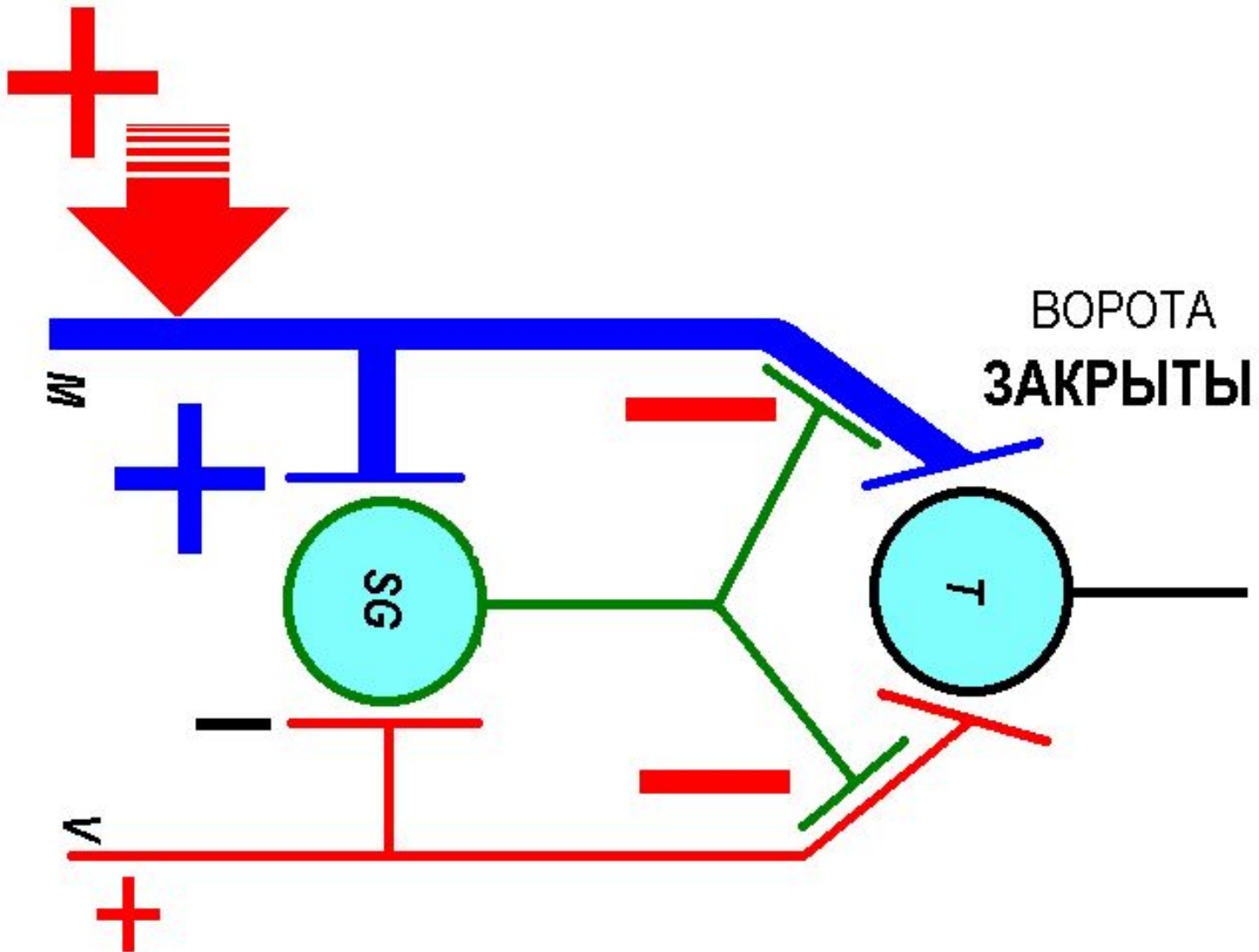


Схема открытия воротного механизма в опыте с манжетой

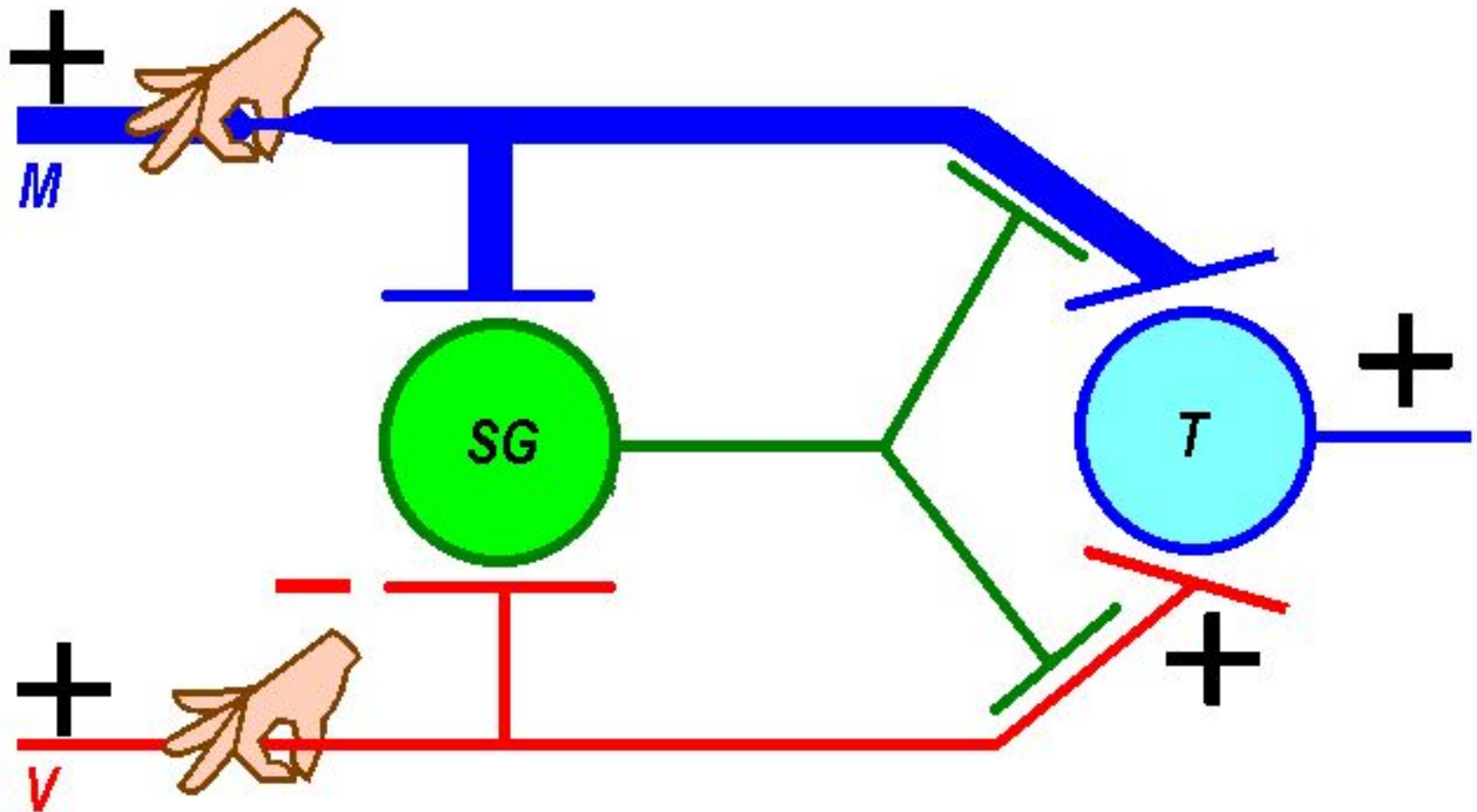
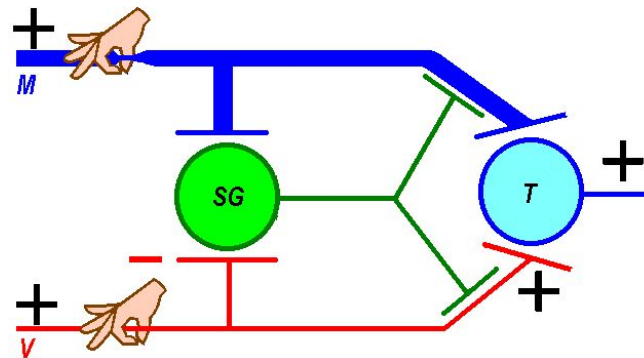


Схема открытия воротного механизма

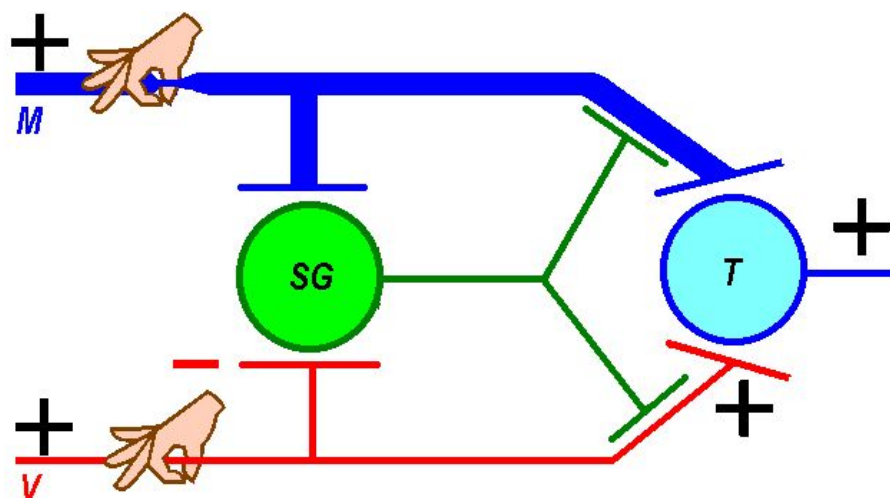
В опыте с манжетой



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

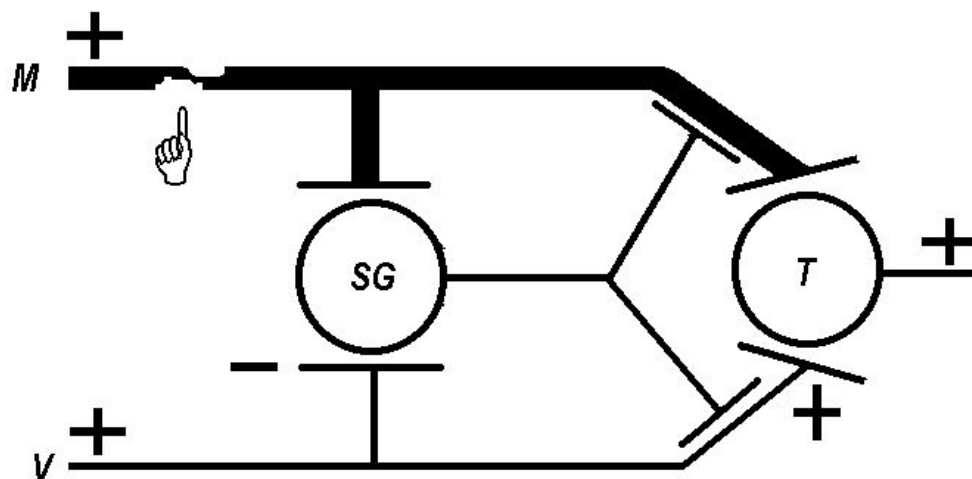
Любое прикосновение воспринимается как боль.

Объяснение **опыта с манжетой**



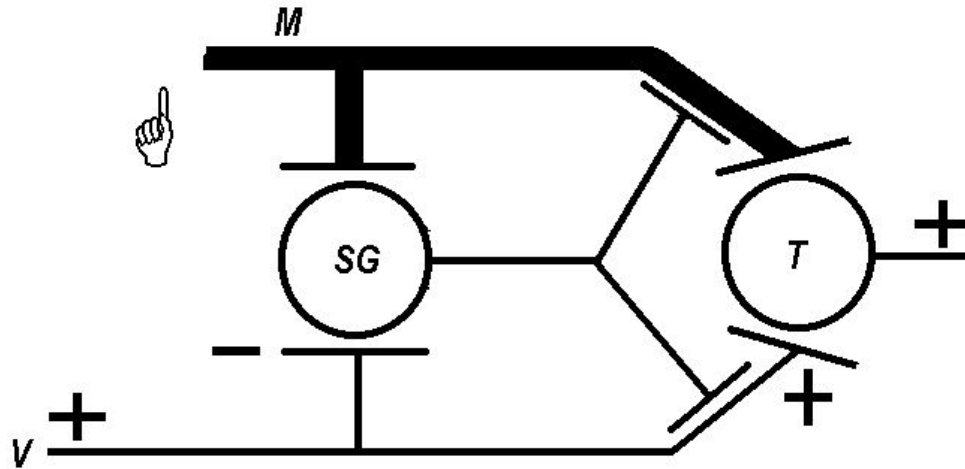
- Волокна малого диаметра более резистентны, чем крупные, к аноксии и продолжают проводить болевые импульсы в течение длительного времени.

Объяснение каузалгии по теории воротного контроля



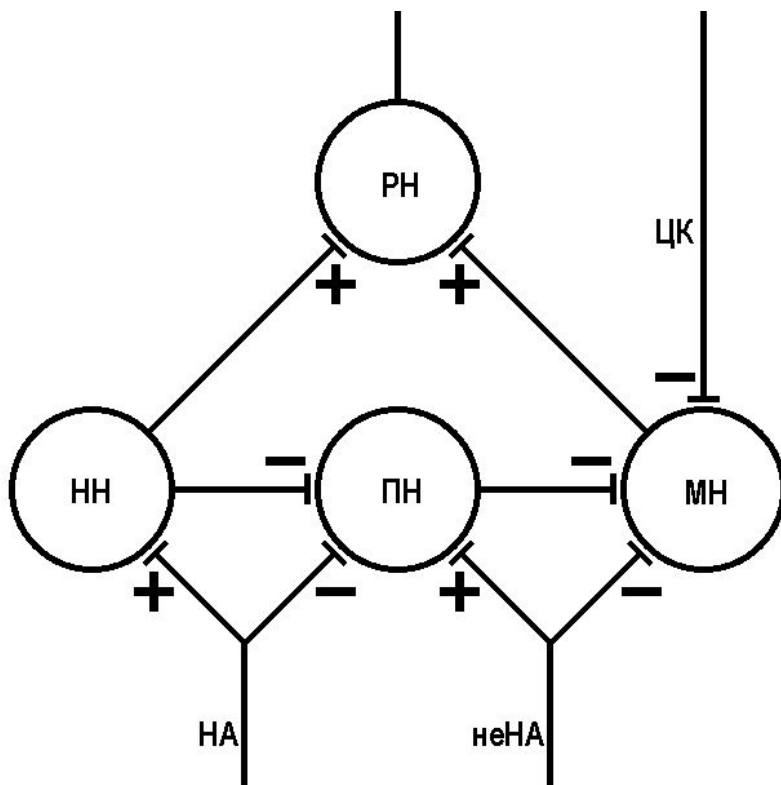
- Уменьшение потока импульсов к нейронам задних рогов спинного мозга при повреждении нервного ствола — «ворота открываются».

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 аfferентное волокно, неНА — неноцицептивное аfferентное волокно, НН — ноцицептивный нейрон, ПН — передаточный нейрон, МН — мультирецепторный нейрон, РН — релейный нейрон, ЦК — центральный контроль.

Вопрос 8

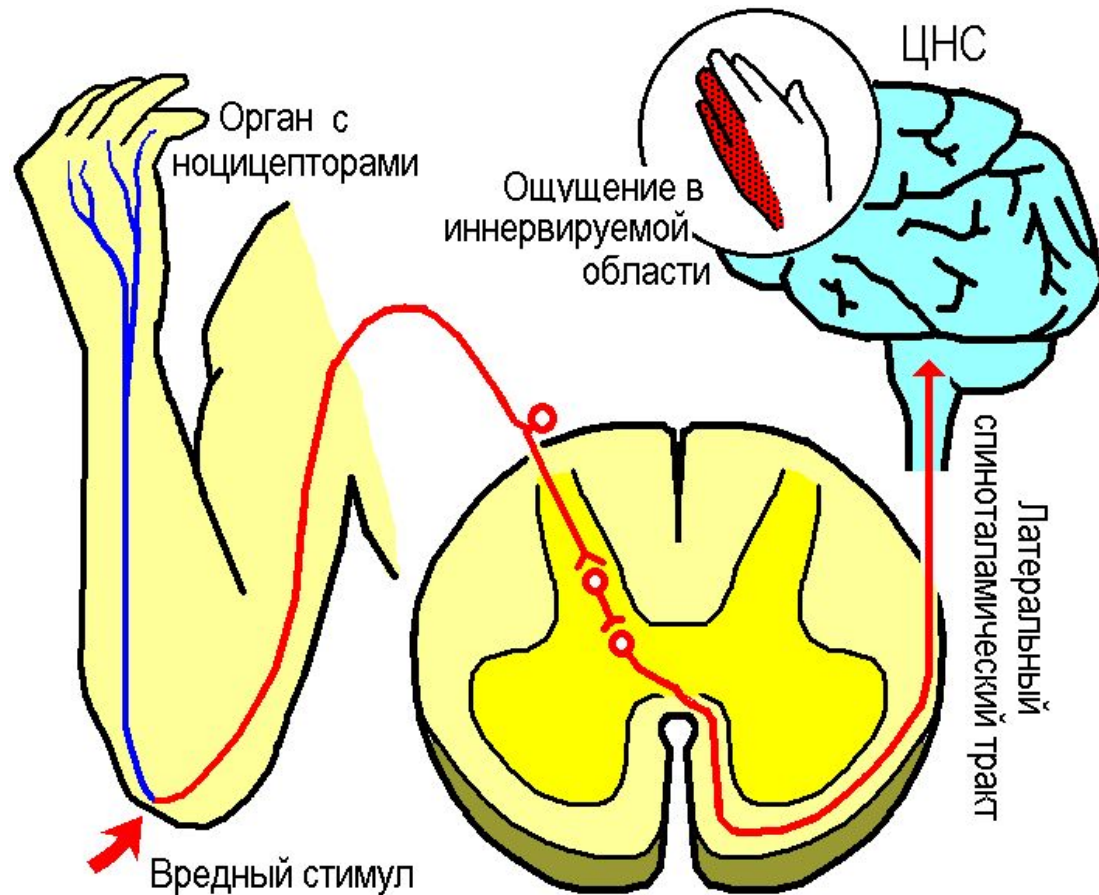


*Типы боли при
несовпадении места боли с
местом повреждения*

Типы боли при несовпадении места боли с местом повреждения

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

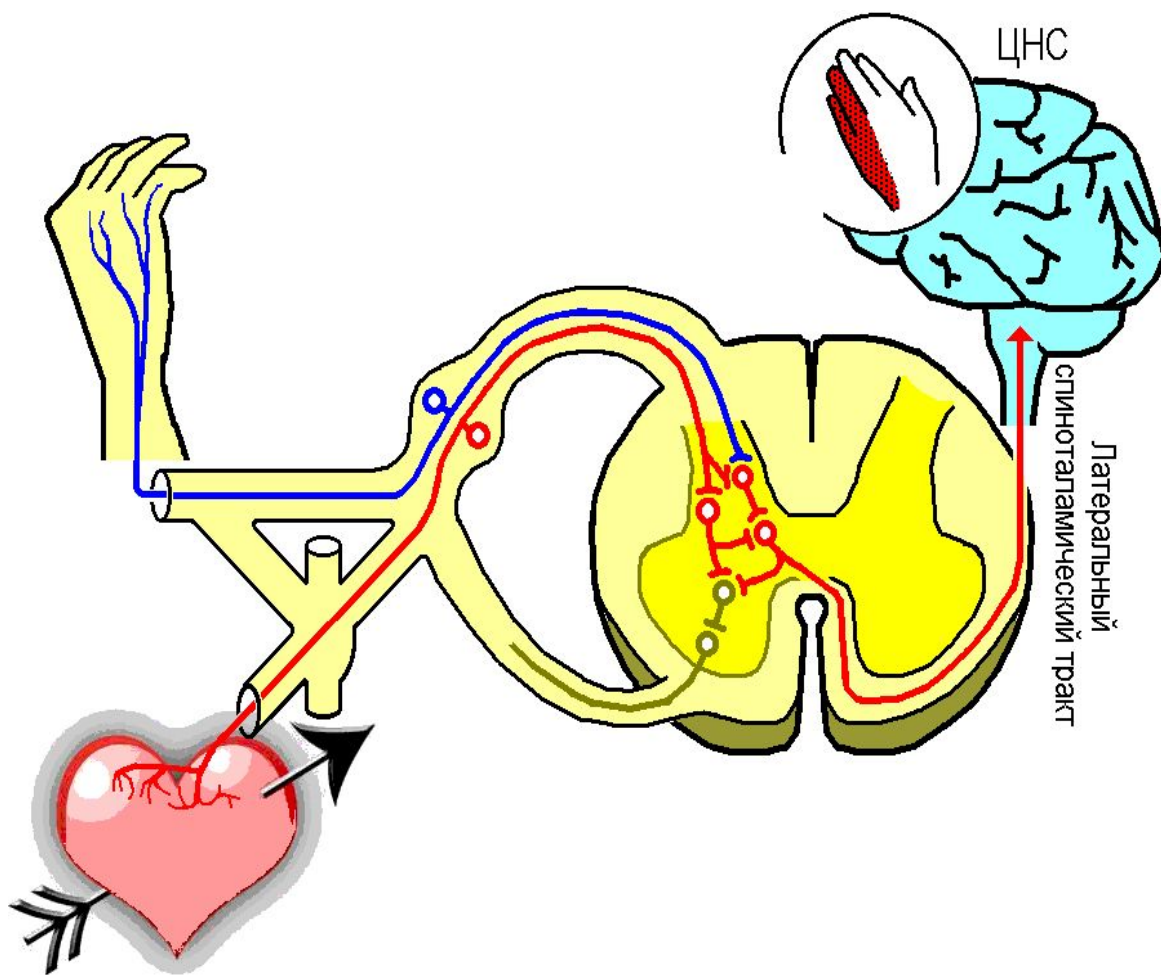
Схема возникновения проецируемой боли



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

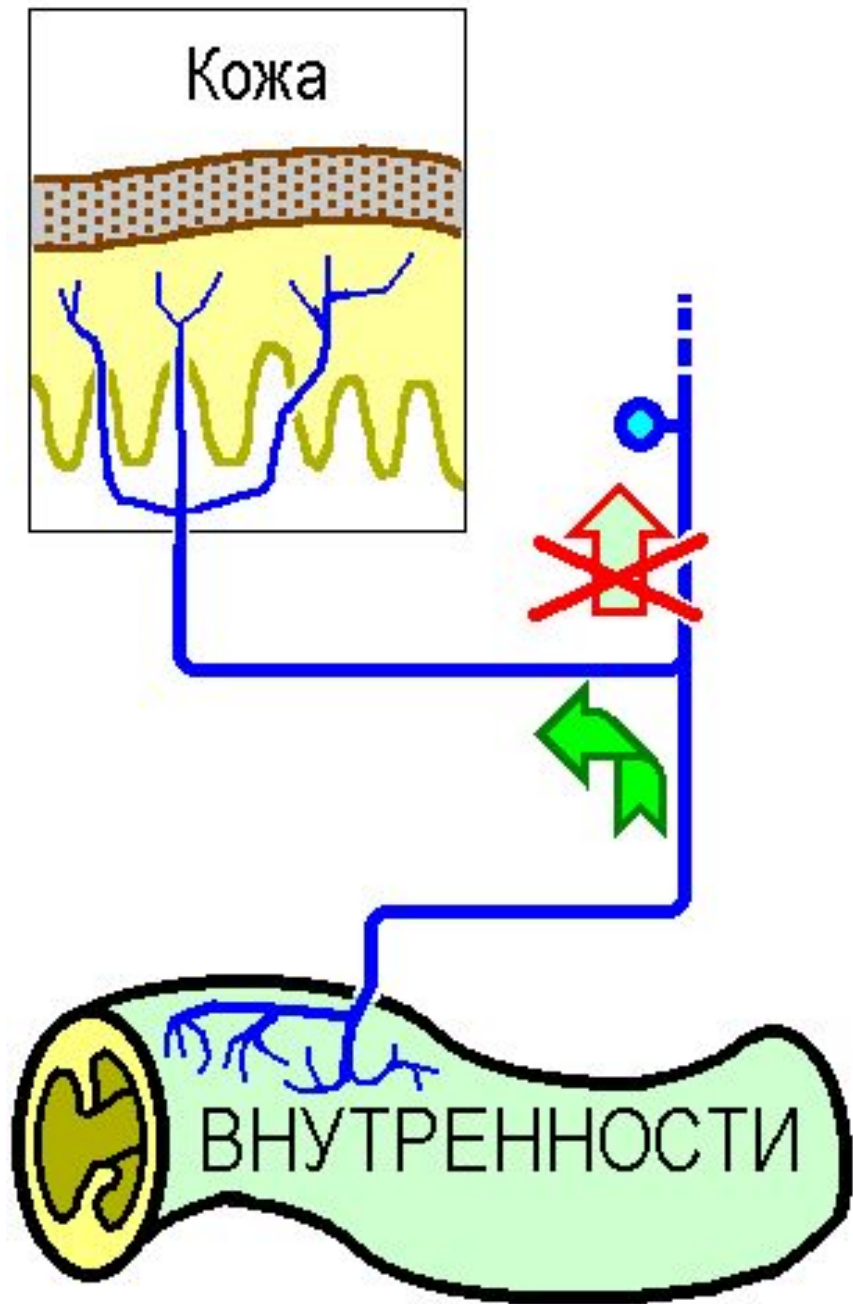


Схема
аксон-реф лекса

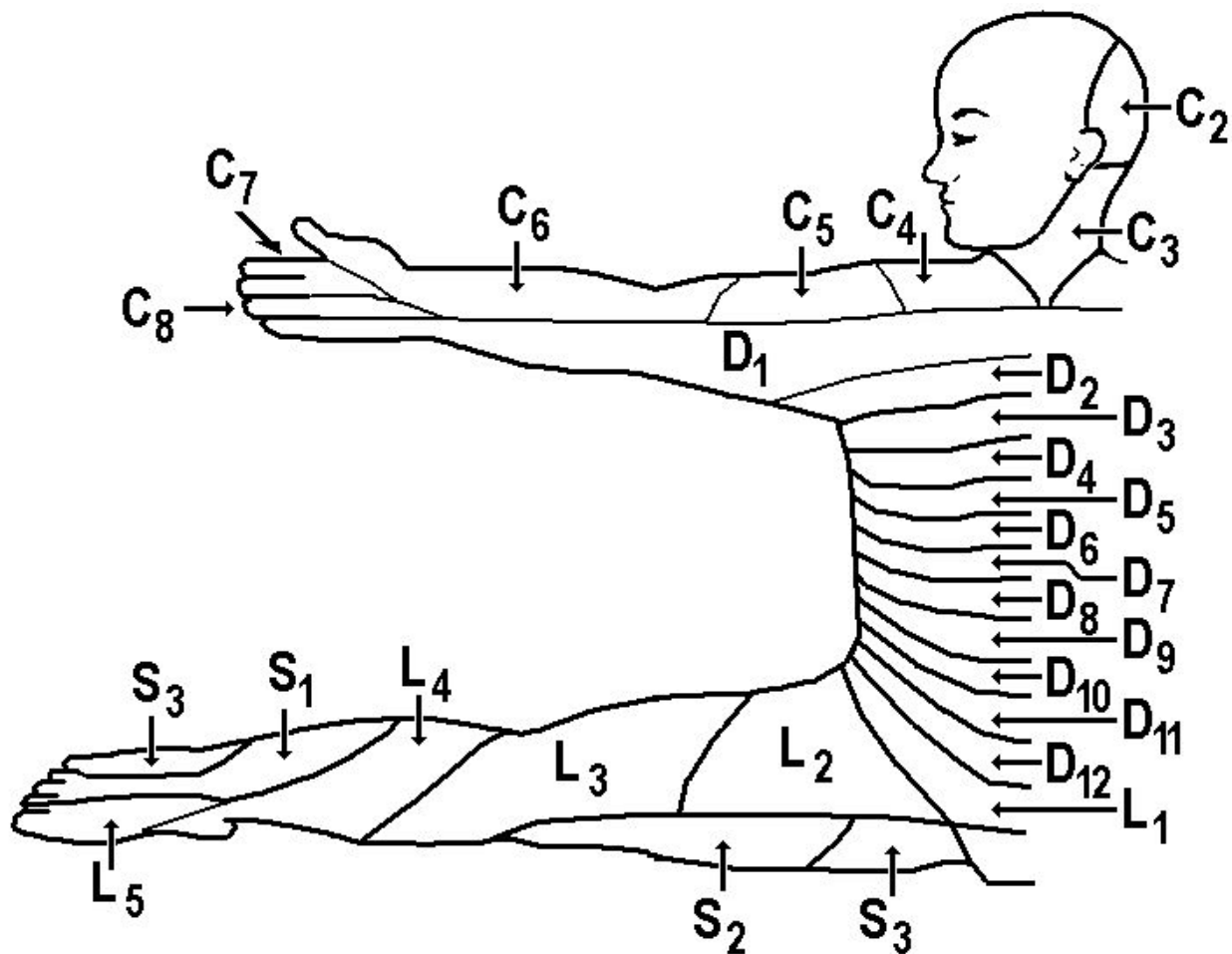
Отражённая боль

- 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*.

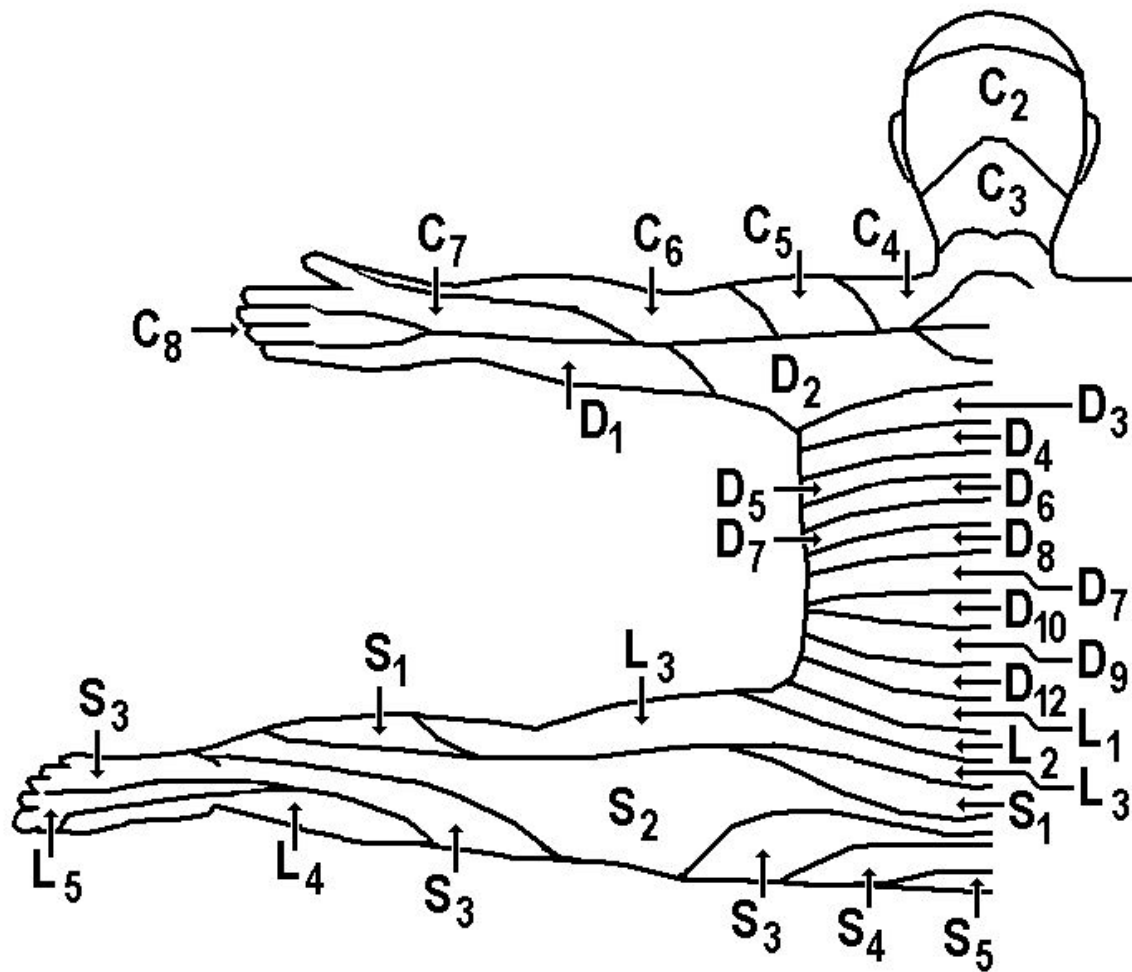
Вспомним!

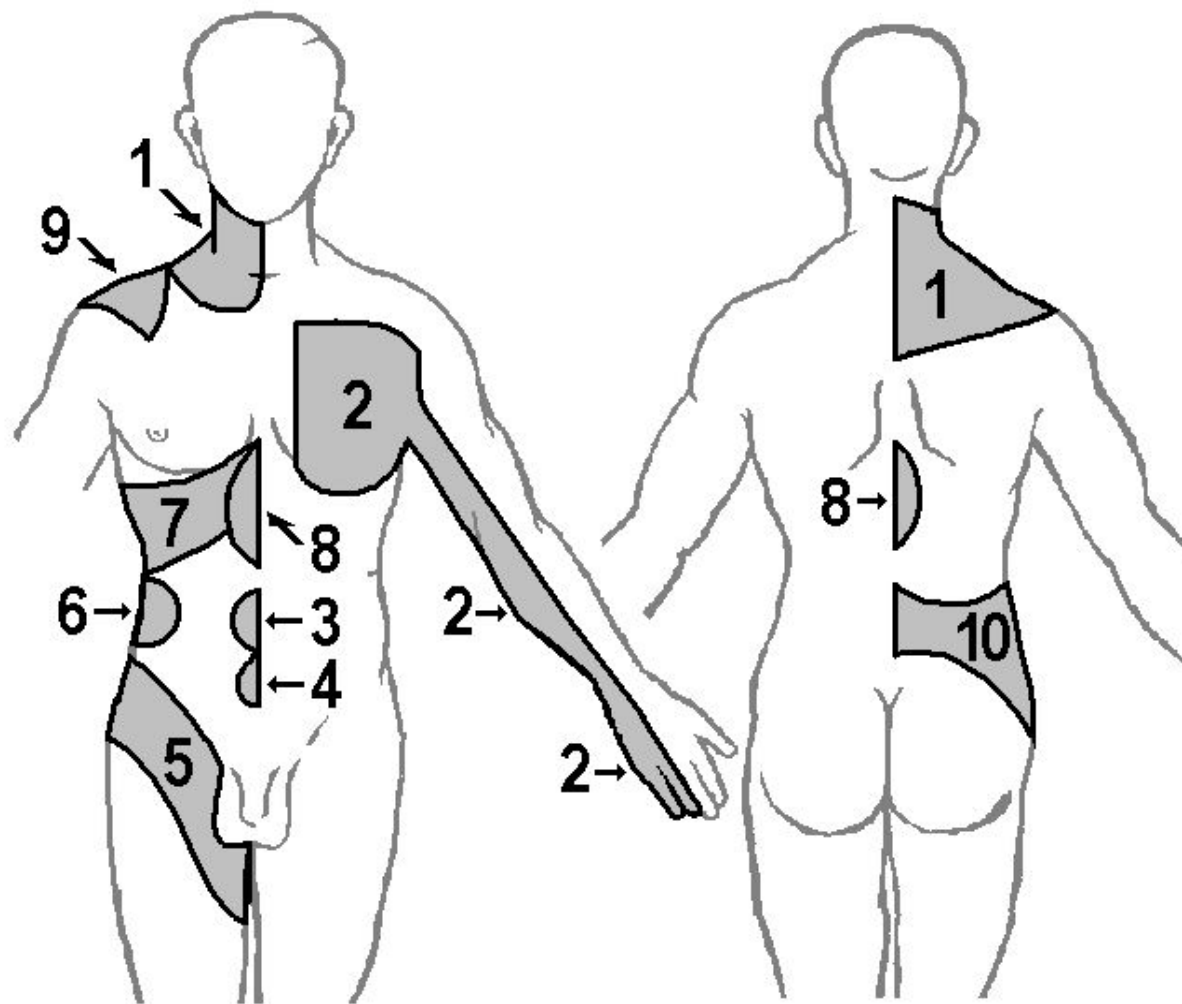
- **Дерматом** – ограниченная область кожи, которую иннервирует афференты одного заднего корешка. В скелетной мускулатуре эквивалентами дерматомов являются *миотомы*.

Дерматомы. Вид спереди



Дерматомы. Вид сзади





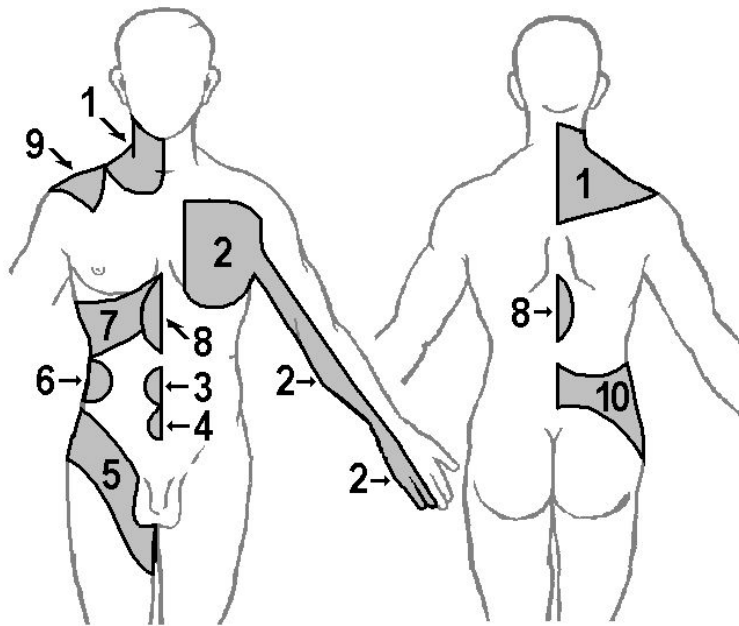
Зоны Захарьина-Гед

- **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

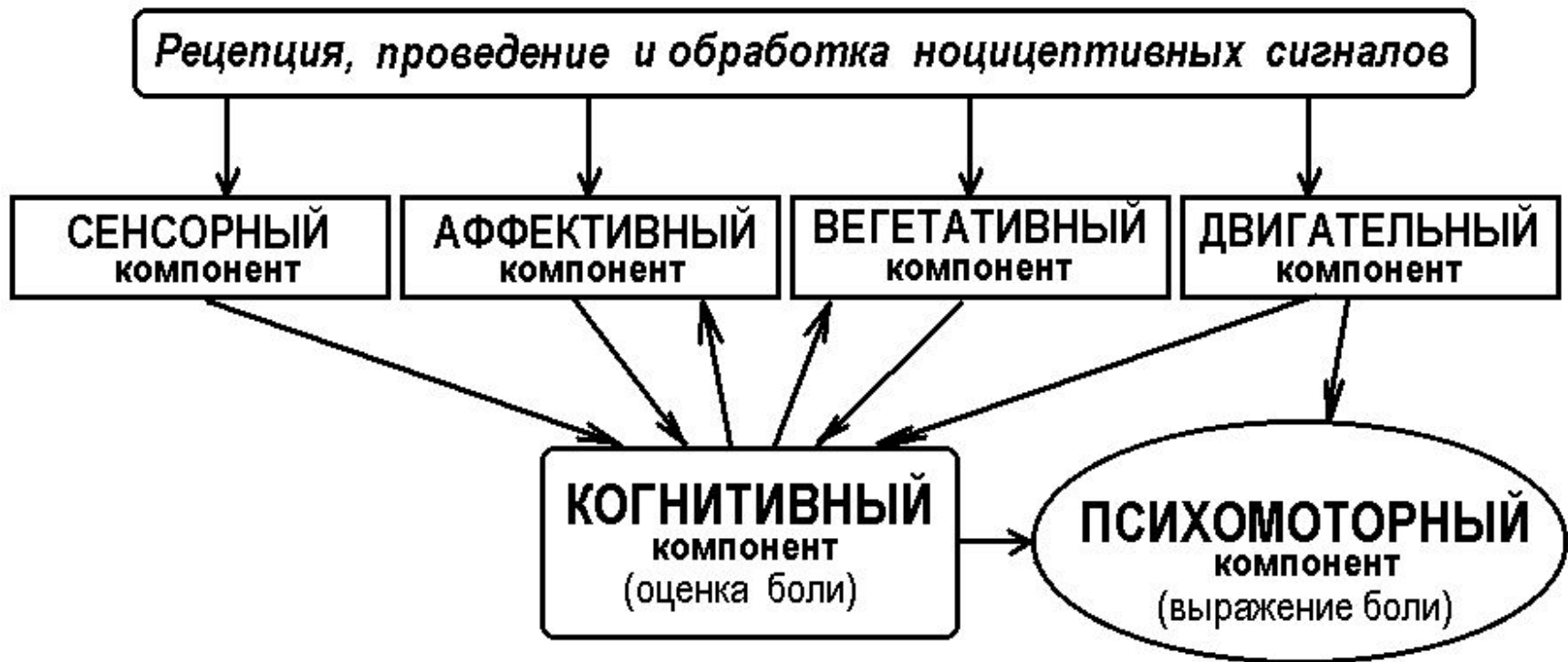
- **проявляется как рефлекс избегания или защиты.**
- **Например, когда рука случайно прикасается к горячему, она отдергивается еще до того, как мы осознаем боль и принимаем решение отреагировать на неё произвольно.**

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