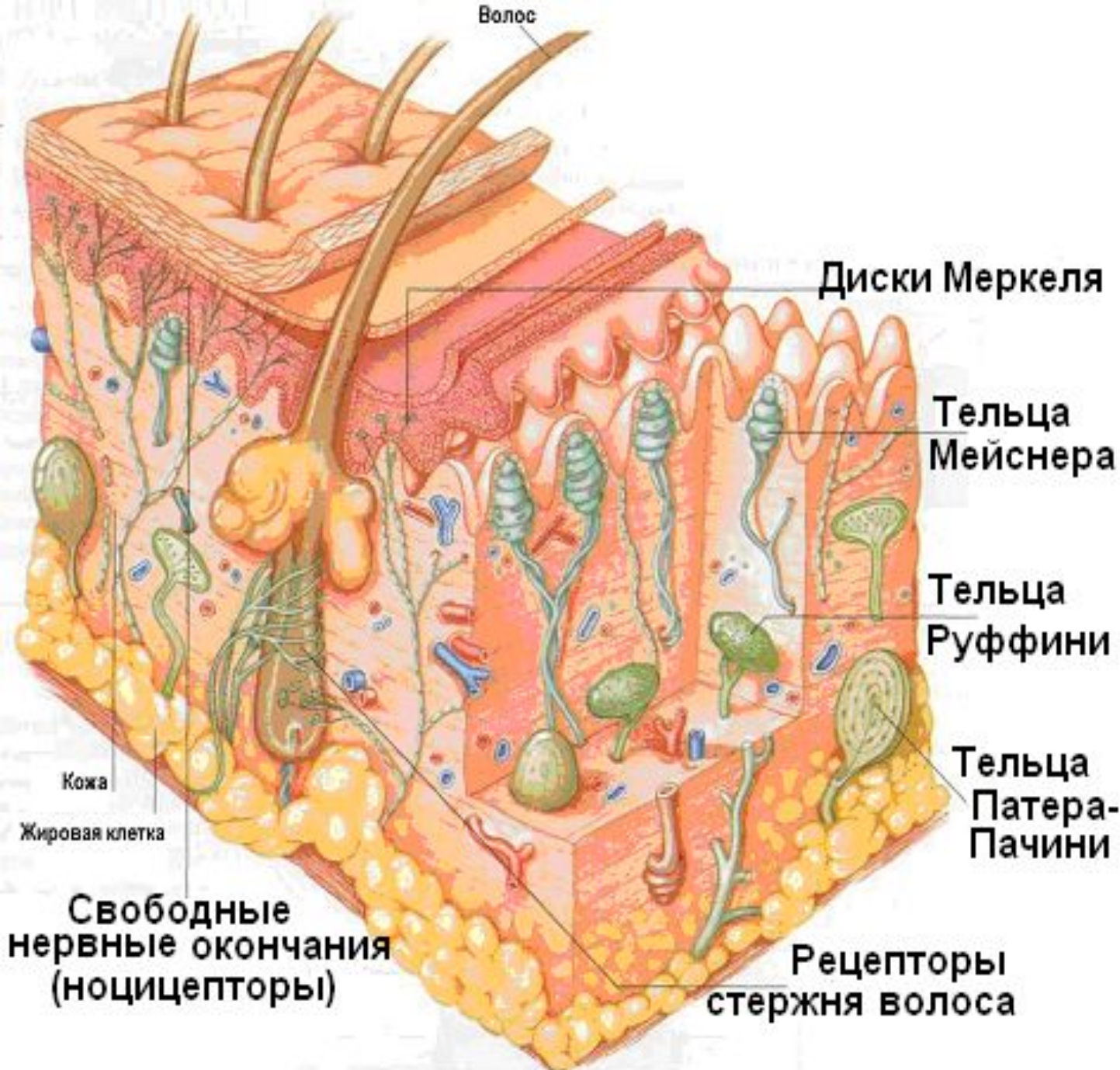


# Осязание

- В коже и связанных с ней структурах находятся нервные окончания чувствительных волокон: *механорецепторы, терморецепторы и рецепторы, воспринимающие боль*. Они не собраны в отдельные органы чувств, а рассеяны по всей коже. Плотность расположения кожных рецепторов не везде равномерна.
- *Механорецепция (осязание)* включает ряд качеств, таких как ощущение *давления, прикосновения, вибрации и щекотки*.
- Для каждого вида ощущений имеются свои рецепторы.

# Кожная рецепция

- Располо-
- жение
- рецепторов
- в коже



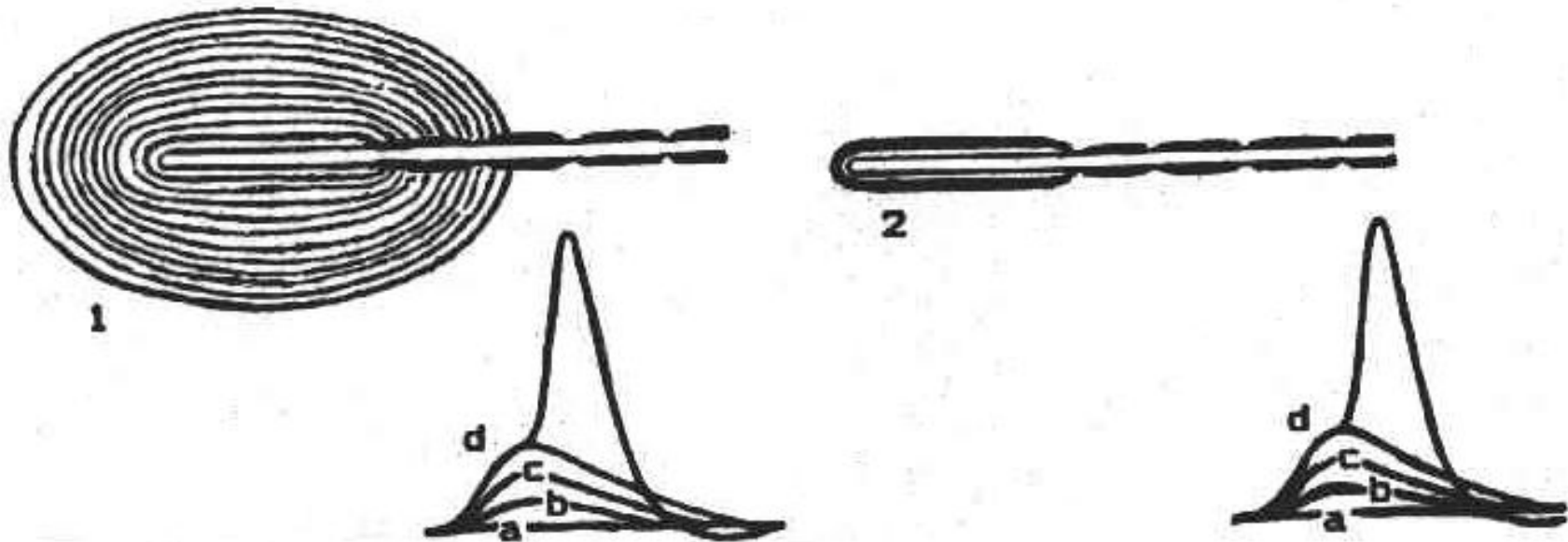
# Виды чувствительности

- *Тельца Мейснера* являются датчиками скорости. Раздражение в них воспринимается лишь при движении объекта. Располагаются они в лишенной волосистого покрова коже: пальцы, ладони, губы, язык, половые органы, соски груди. Скорость воспринимают также и *свободные нервные окончания*, находящиеся вокруг волосяных луковиц.
- *Диски Меркеля* воспринимают интенсивность (силу) давления. Они имеются в волосистой и лишенной волос коже.
- *Тельца Пачини* являются рецепторами давления и вибрации. Обнаружены они не только в коже, но и в сухожилиях, связках, брыжейке. Ощущение вибрации возникает в результате быстро меняющихся стимулов.
- Все указанные образования являются окончаниями дендритов миелиновых волокон группы II, скорость проведения возбуждения в которых 30-70 м/с.

- Наряду с ними в каждом нерве можно обнаружить и немиелинизированные волокна. В некоторых нервах их до 50% всех волокон. Часть их передает импульсы от терморецепторов, другие - реагируют на слабые тактильные стимулы. Но большинство этих волокон относится к *ноцицепторам*, воспринимающим боль.
- В тактильных рецепторах указанной группы точность локализации ощущения невелика. Скорость проведения импульсов по этим нервам еще ниже. Они сигнализируют о слабых движущихся по коже механических стимулах.
- При совместном раздражении их и ноцицепторов зарождается *ощущение щекотки*.



# Возникновение РП



- Суммация РП в первичночувствующих рецепторах:
- *a* - при отсутствии раздражителя,
- *b, c, d* - при возрастании интенсивности действующего раздражителя.

# Афферентные пути кожной чувствительности

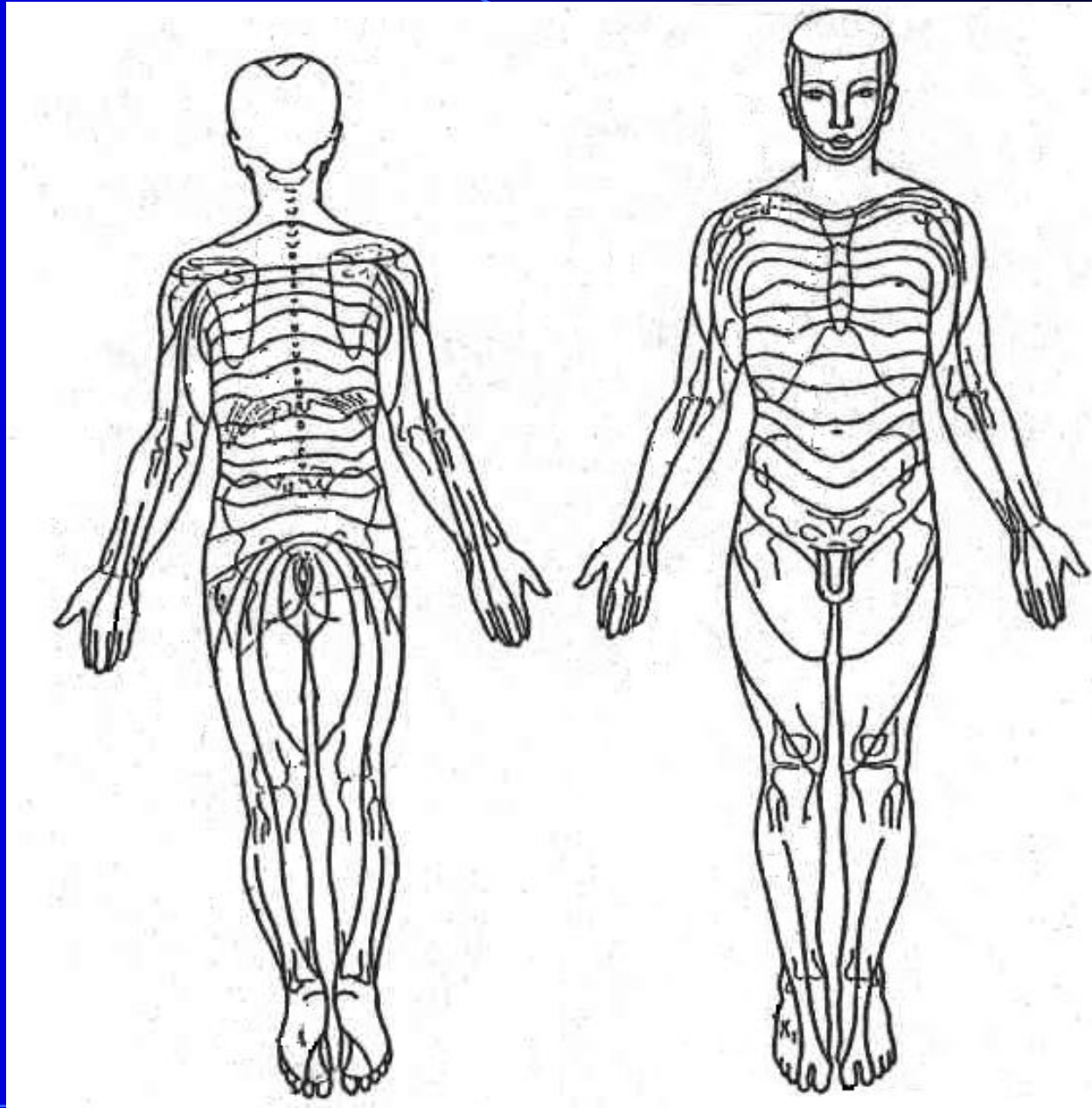


- 1 - осязание, давление, проприорецепция,
- 2 - болевая и температурная чувствительность,

# Адаптация тактильных рецепторов

- Среди механорецепторов кожи имеются *быстро и медленно адаптирующиеся рецепторы*. К примеру, благодаря свойству адаптации кожных рецепторов человек вскоре после одевания перестает замечать наличие на себе одежды. Но стоит "вспомнить" о ней, как благодаря повышению чувствительности рецепторов, мы вновь начинаем ощущать себя "одетыми".

# Сегментарная чувствительность КОЖИ





# **Трехмерный осязаемый мир**

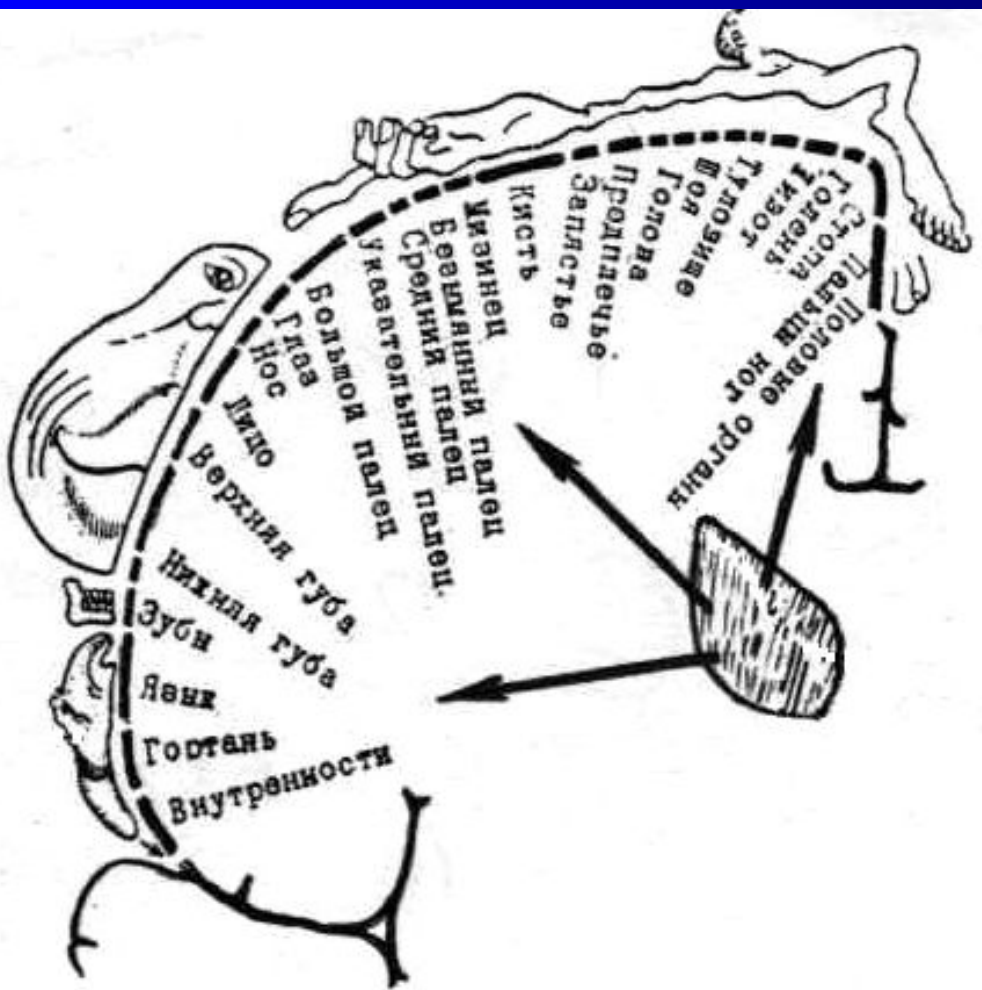
- Механо- и терморцепторы кожи, наряду с проприорецепторами мышц, позволяют правильно *построить трехмерный осязаемый мир*.
- Главным источником информации для этого служит рука, когда она находится в движении, прикасаясь и ощупывая предмет. Например, без движения и ощупывания невозможно представить такие качества, как жидкий, клейкий, твердый, эластичный, гладкий и т.д.
- Особенно эффективно это происходит при «пальпации» левой рукой (информация поступает в правое полушарие «художественное»).

# Зона S коры

- В каждой половине больших полушарий мозга в коре в *задней центральной извилине* имеется соматосенсорная зона. Здесь представлена проекция противоположной стороны тела с хорошо выраженной *соматотопичностью* (рис. ниже).
- Соматотопическая карта коры является значительным искажением периферии: кожа наиболее важных для человека отделов - рук и рта (имеющих на периферии самую высокую плотность рецепторов) занимает большую площадь.
- В коре происходит осознание ощущения. Для этого большое значение имеют предшествовавшие воздействия - научение.

# Расположение нейронов тактильной чувствительности в коре больших полушарий

В соматосенсорной коре нейроны сгруппированы в виде *вертикальных колонок* диаметром 0,2 - 0,5 мм. Здесь можно обнаружить четкую специализацию, выражающуюся в том, что все колонки связаны с определенным типом рецепторов.



# НОЦИЦЕПЦИЯ

**Рецепция боли**



# Боль

- *Боль* вызывают *ноцицептивные* (noces - вредный) *раздражители*, то есть такие, которые повреждают целостность тканей. Например, яд только тогда вызывает боль, когда разрушает или умерщвляет ткань.
- Боль дает нам относительно мало информации о внешнем мире, но в то же время предупреждает организм о грозящей ему опасности, способствуя сохранению целостности организма, а порой и самой жизни. "Боль - сторожевой пес здоровья", - говорили древние греки.

# Боль и поведение

- Чувство боли вызывает *поведенческую реакцию*, которая направлена на устранение опасности, для этого нередко требуется вовлечение многих органов и систем организма. В связи с этим в ЦНС импульсы от ноцицептивных рецепторов поступают не к специфическим нервным центрам, как в других сенсорных системах, а к неспецифическим отделам ее.
- В связи с чрезвычайной важностью для организма **устранения раздражителя**, который вызывает боль, рефлекторные реакции, вызванные этим раздражителем, подавляют большинство других рефлексов, которые могут возникать одновременно с ними.

# Виды боли

- Различают два вида боли - *физическую и психогенную*.
- Физическая боль в зависимости от причины возникновения подразделяется на три разновидности:
  - а) обусловленная внешним воздействием,
  - б) обусловленная внутренним процессом,
  - в) обусловленная повреждением нервной системы.
- Психогенная боль связана с психологическим статусом человека и возникает в связи с соответствующим эмоциональным состоянием. Психогенная боль так или иначе возникает по воле человека.

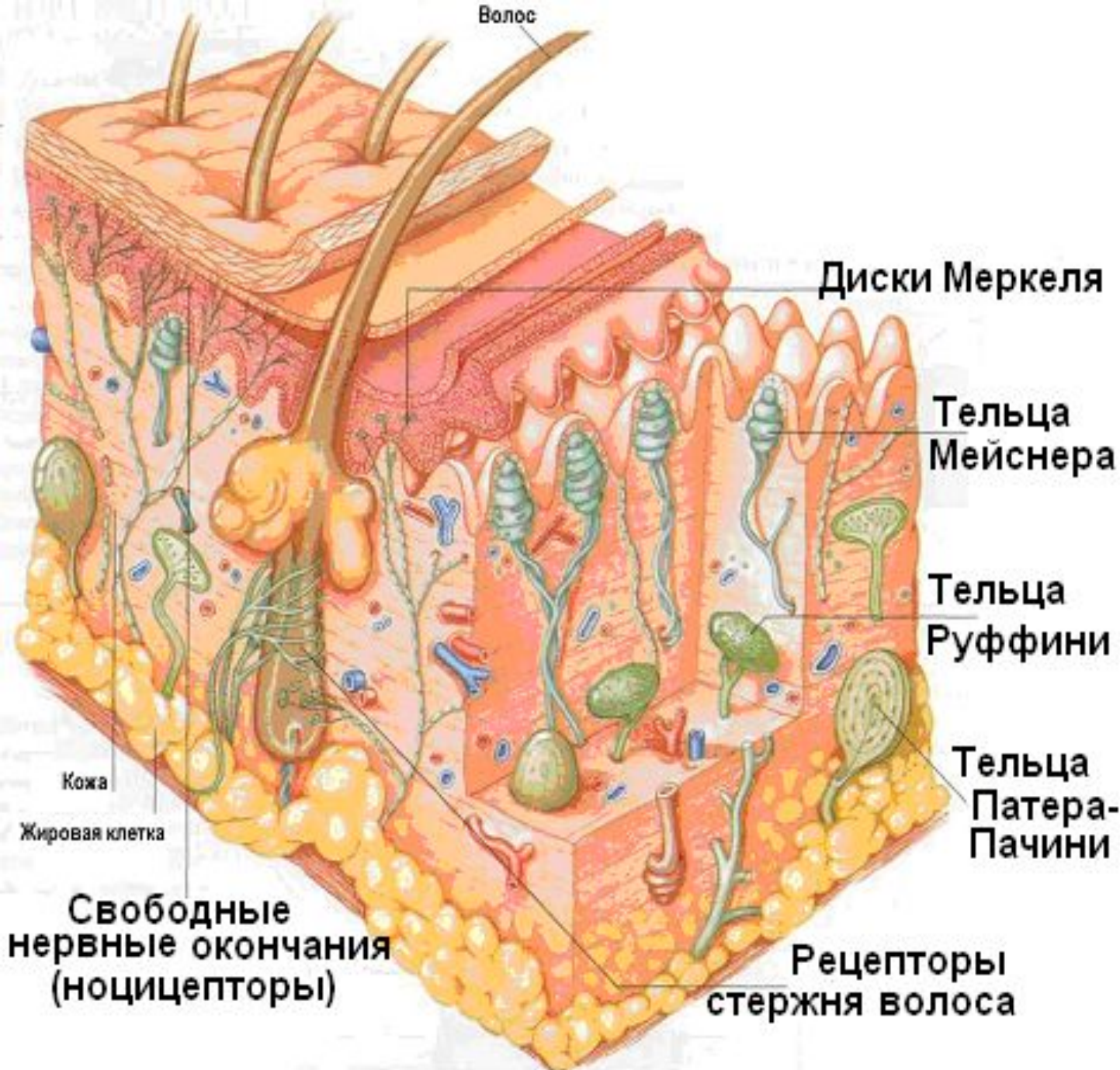
# Афференты

- Болевой раздражитель воспринимают свободные нервные окончания. Например, на коже болевых точек значительно больше, чем чувствительных к давлению (9:1) или к холоду и теплу (10:1).
- Ноцицепторы есть в скелетных мышцах, сердце, внутренних органах. Много ноцицепторов содержится в легких, их раздражителем являются газы, пылевые частицы.
- Соматические ноцицепторы являются, как правило, высокопороговыми и возбуждаются они при воздействии сильных повреждающих раздражителей.
- Среди них можно обнаружить *механо-* и *хеморецепторы*.



# Кожная рецепция

- Располо-
- жение
- рецепторов
- в коже



# Хеморецепторы

- *Хеморецепторы* располагаются преимущественно в коже, мышцах, внутренних органах (главным образом в стенках мелких артерий). Возбуждение хеморецепторов обуславливают те вещества, которые отнимают у тканей кислород.
- Непосредственным раздражителем ноцицепторов являются и вещества, которые до этого *находятся внутри клеток*. К примеру, ими являются ионы калия, брадикинины.

# Адаптация рецепторов боли

- Механорецепторам боли присуще свойство *адаптации*, так что при длительном действии раздражителя острота воспринимаемой боли уменьшается.
- У химических ноцицепторов практически отсутствует свойство адаптации (в плане понижения чувствительности при длительном воздействии). Напротив, при воспалении, повреждении тканей чувствительность хемоноцицепторов постепенно возрастает.

# Центры ноцицепции

- *Проводящими путями* болевой чувствительности являются задние корешки соматических нервов, симпатические и некоторые парасимпатические афференты. В целом восходящие пути ноцицептивной сенсорной системы примерно такие же, как и у других видов чувствительности. Вначале они поступают в серое вещество заднего рога, где в краевой зоне располагаются нейроны, от которых начинаются восходящие спиноталамические пути.
- Импульсы, проходя через ствол мозга, прежде всего поступают к ядрам *ретикулярной формации*. Кроме ретикулярной формации эта информация поступает ко многим нейронам мозга: *центральному серому веществу, гипоталамусу, ядрам таламуса* и *соматосенсорной области коры больших полушарий*.



# Обработка ПД на уровнях нервных центров

- 1) передача к вышележащим отделам ЦНС,
- 2) формирование ответных рефлекторных реакций,
- 3) отсутствие видимой реакции вследствие ее торможения.
- Использование в качестве эфферентов мотонейронов приводит к мышечному движению (например, отдергиванию руки от горячего предмета), а вегетативных нервов - к соответствующим изменениям со стороны внутренних органов, сосудов, обменных процессов. Специфика ответа определяется специфичностью соответствующего нервного центра.

# Антиноцицепция

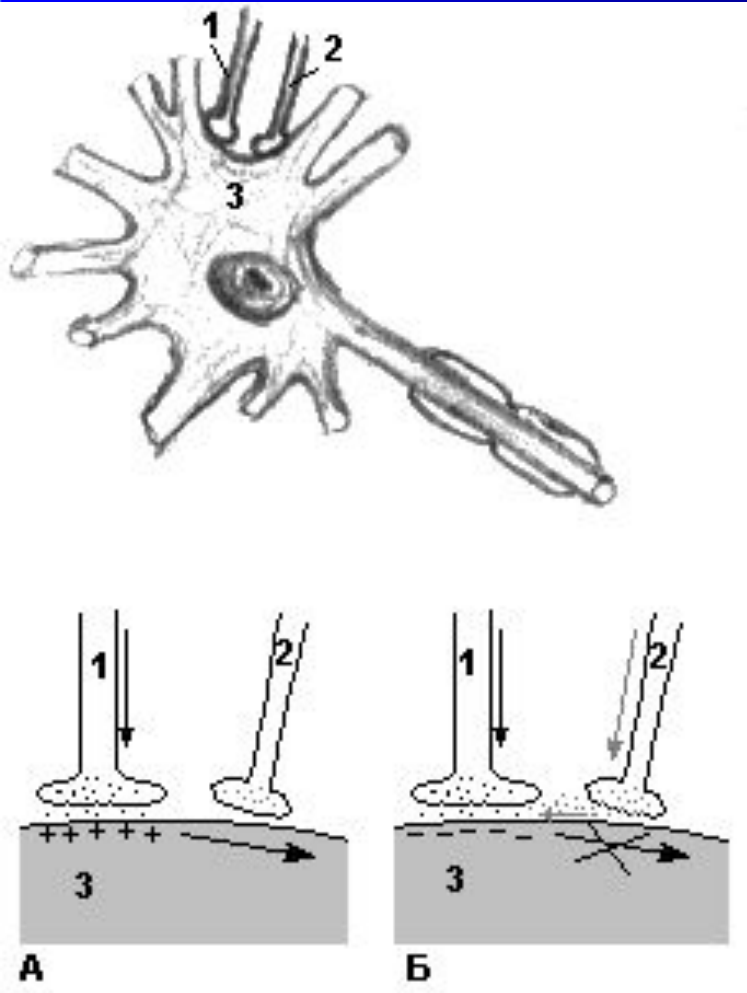
- При обработке восходящей ноцицептивной импульсации возможно ограничение дальнейшего их распространения (торможение) под влиянием соседних сенсорных систем или специфических механизмов, которые именуются *антиноцицептивными* (анальгезирующими).
- В настоящее время можно говорить о четырех видах специфических антиноцицептивных систем: двух нейронных и двух гормональных. В основе их лежат, так называемые, *опиатные* рецепторные механизмы.

# Нейронная опиатная система

- Нейронная опиатная система получила свое название в связи с тем, что в ЦНС имеются нейроны, медиаторы которых очень близки к фармакологическим препаратам, полученным из опия. Из-за такого сходства с экзогенными опиатами медиаторы указанных антиноцицептивных нейронов получили название *эндорфинов* (внутренних морфинов). К эндорфинам относится группа веществ пептидной природы, образующихся в нейронах из предшественника - *проопиомеланокортина*. Пептидами являются так же и близкие к эндорфинам *энкефалины*.
- *Эти рецепторы обнаружены во всех подкорковых центрах, куда поступает ноцицептивная импульсация.*

# Схема расположения двух синапсов

- Обезболивающий эффект происходит в связи с тем, что взаимодействие эндорфина с опиатным рецептором (1) постсинаптической мембраны нарушает чувствительность к медиатору тех ее рецепторов (2), которые передают болевую сигнализацию, то есть блокирует ее воздействие.



## Другие антиноцицептивные системы

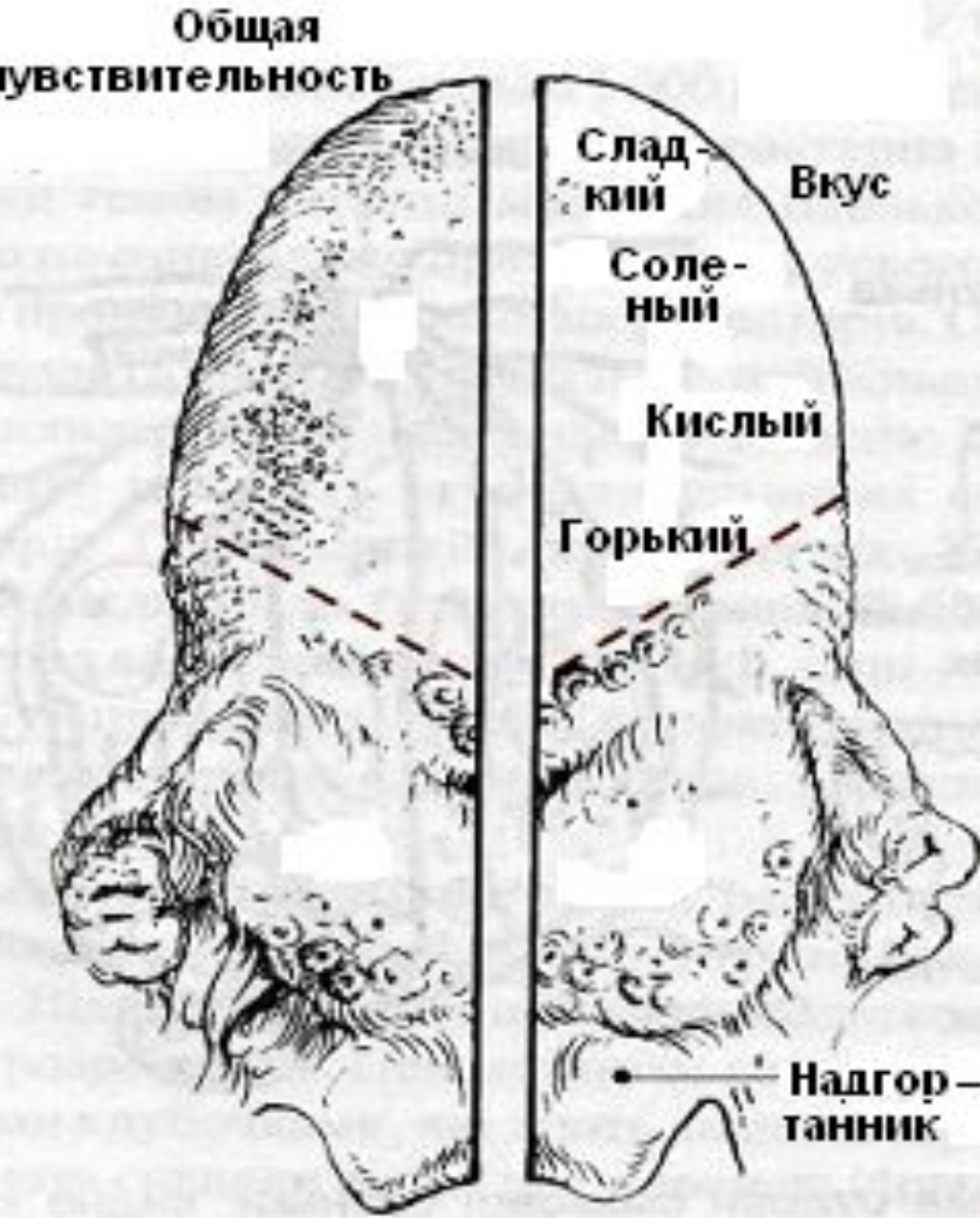
- Подобным опиатному механизму может быть влияние и других нейронов, аксоны которых имеют широкий выход на передаточные структуры ноцицептивных путей, и ряда гормонов. Торможение передачи болевой рецепции возникает под влиянием таких медиаторов, как *серотонин, норадреналин, дофамин*, которые являются медиаторами одной из регулирующих мозг систем - аминоспецифической.
- В гипофизе среди прочих гормонов имеется полипептид  *$\beta$ -эндорфин*. Поступая в русло крови и спинномозговую жидкость, эндорфин приносится к ноцицептивным нейронам, тормозя их активность. Полагают, что эффект обезболивания при иглоукалывании обусловлен активацией именно этой системы.
- Гормональная *неопиатная* система представлена еще одним гормоном - *вазопрессином* (нейрогипофиза).



# Анальгезия

- *Лекарственные* препараты (новокаин, лидокаин, анальгин и др.) могут действовать на многих уровнях: в рецепторах на генерацию потенциала действия, проведение его по афферентным волокнам (местная анестезия) или блокировать передачу по восходящим путям (люмбальная анестезия). Возбудимость центральных нейронов можно подавить эфиром, электронаркозом, а структуры "эмоционального мозга" - с помощью седативных препаратов. Для обезболивания применяют и искусственную гипотермию - гибернацию.

# Вкус



Вкусовые рецепторы несут информацию о характере и концентрации веществ, поступающих в ротовую полость. Их возбуждение запускает сложную цепь реакций разных отделов мозга, приводящих к стимуляции секреторных и моторных процессов системы пищеварения или удаления вредных для организма веществ, попавших с пищей, то есть, рефлексов соматической и вегетативной нервной системы.

# Рецепторные клетки

- Каждая из рецепторных вкусовых клеток длиной  $1-2 \cdot 10^{-5}$  м, шириной  $3-4 \cdot 10^{-6}$  м имеет на конце, обращенном в просвет поры, 30-40 тончайших микроворсинок -  $2 \cdot 10^{-7}$  м длиной  $1-2 \cdot 10^{-6}$  м.
- Микроворсинки играют важную роль в возбуждении рецепторной клетки, воспринимая те или иные химические вещества, адсорбированные в канале почки. В области микроворсинок расположены активные центры - стереоспецифические участки рецептора, избирательно адсорбирующие разные вещества.

## Рецепторный потенциал

- Вкусовые рецепторы являются типичными *вторично чувствующими рецепторами*. Под влиянием химического раздражителя в рецепторной клетке образуется *рецепторный потенциал*, который через синапс с помощью медиатора передает возбуждение афферентным волокнам черепно-мозговых нервов (лицевого и языкоглоточного). Возбуждение возникает при деполяризации рецептора, а при гиперполяризации возникает торможение.

- Механизм деполяризации рецепторных клеток различными веществами не одинаков.
- Так, при поступлении глюкозы происходит ее взаимодействие с рецептором мембраны рецепторной клетки вкусового сосочка, что и приводит к деполяризации.
- В отличии от этого при действии NaCl происходит прямое поступление раздражителя ( $\text{Na}^+$ ) по соответствующим каналам внутрь клетки, что и вызывает ее деполяризацию.



## Центры вкуса

- Проводниками всех видов вкусовой чувствительности служат барабанная струна и языкоглоточный нерв.
- В продолговатом мозге на каждой стороне вкусовые волокна объединяются в солитарный тракт. Здесь находятся первые нейроны вкусового анализатора.
- От солитарного ядра начинается вторые нейроны к вентральным ядрам таламуса.
- Далее вкусовой путь идет к коре больших полушарий в латеральную часть постцентральной извилины.

## Пороги вкусовой чувствительности

- У разных людей *абсолютные пороги вкусовой чувствительности* к различным веществам могут существенно отличаться вплоть до "*вкусовой слепоты*" к отдельным агентам (например, к креатину).
- Кроме того, абсолютные пороги вкусовой чувствительности во многом зависят от состояния организма (они изменяются при голодании, беременности, эмоциях).

# Интероцепция

- Интероцептивные системы обеспечивают выполнение нормальной функции внутренних органов и систем организма. Они же приспособливают эти функции к изменяющимся условиям, то есть, участвуют в адаптивных реакциях. Для этого они обеспечивают поступление в ЦНС информации об изменениях внутреннего состояния организма, а также устанавливают цепи обратной связи, передающей информацию о ходе осуществления регуляторных процессов.

# Висцерорецепторы

- Периферическим отделом висцерального анализатора являются многочисленные рецепторы, находящиеся во внутренних органах, серозных и слизистых оболочках, стенках кровеносных и лимфатических сосудов, которые получили название *интерорецепторов (интероцепторов)*, или *висцерорецепторов*.
- Подробнее о них - при изучении функций этих органов.