

План лекции

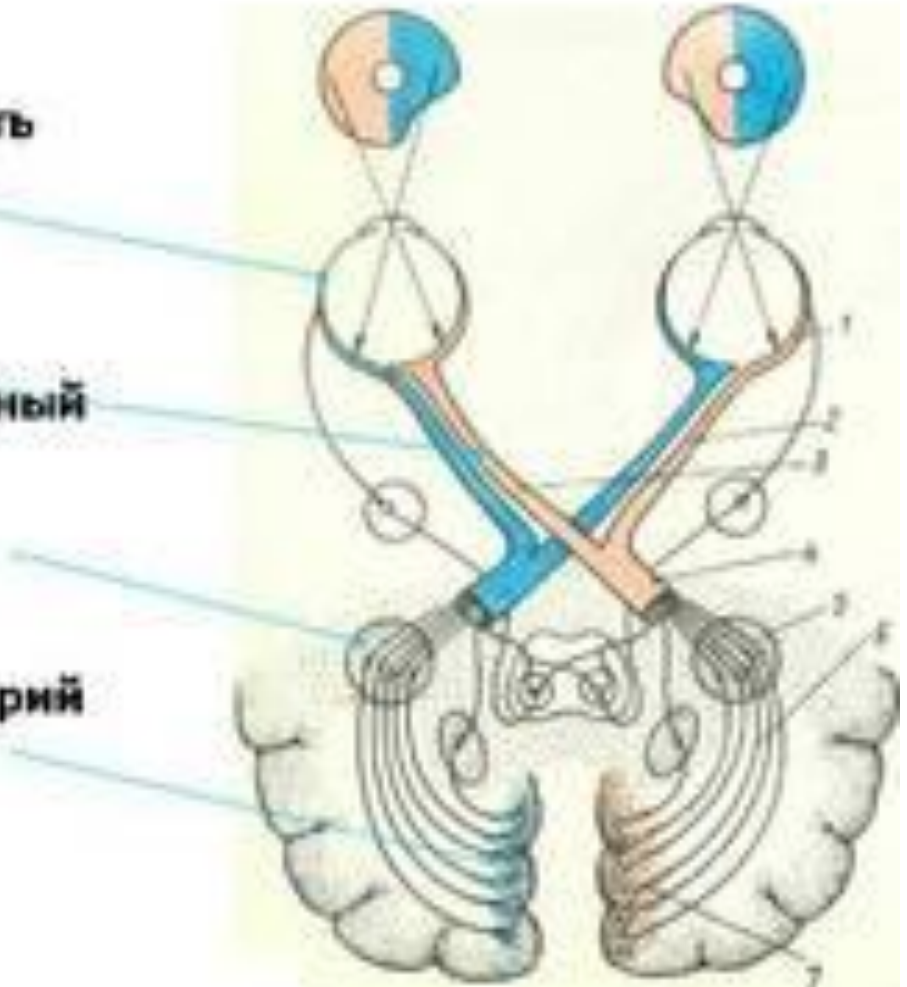
Тема 3. Сенсорные системы. Анализаторы.

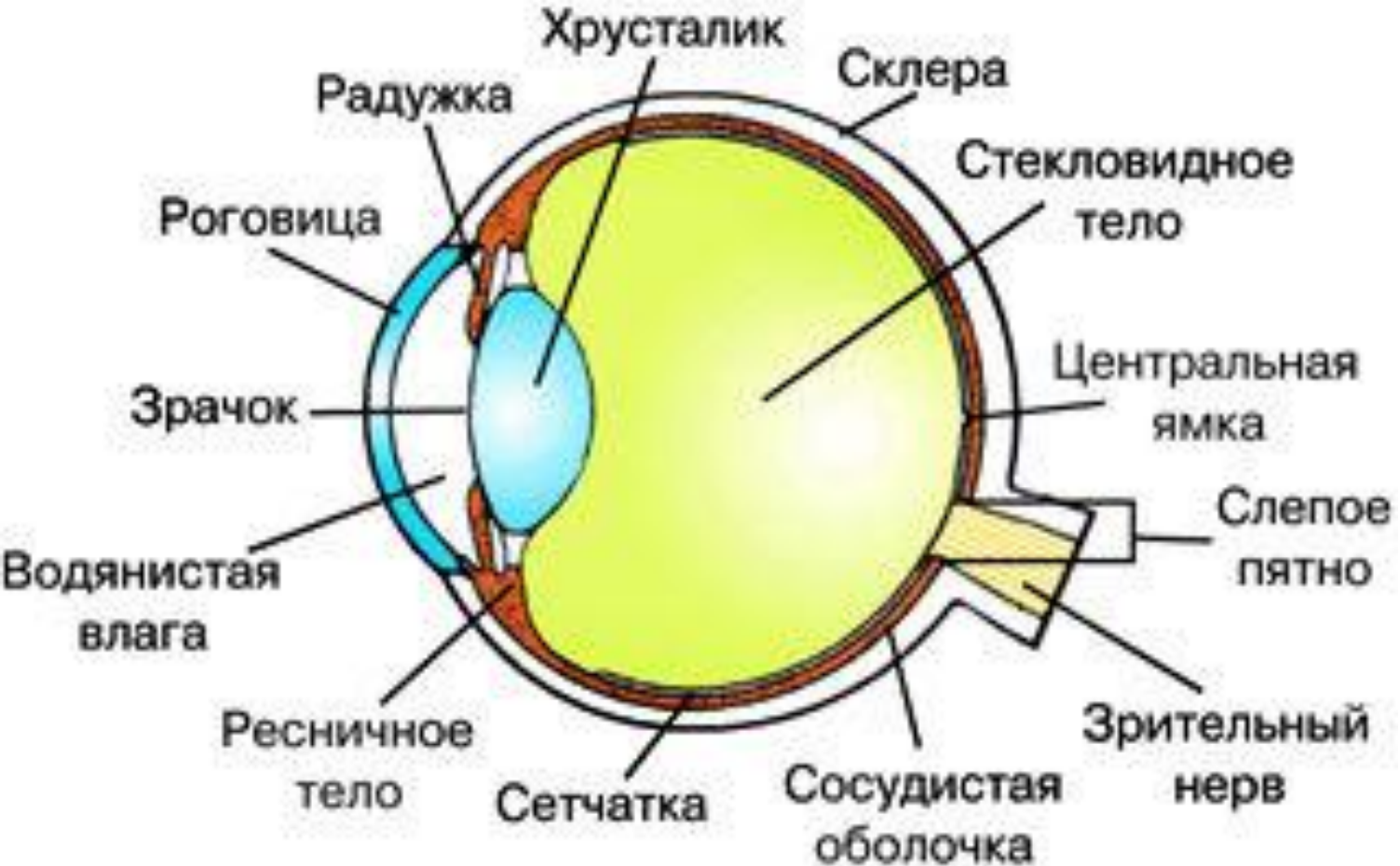
1. Общие свойства сенсорных систем. Периферический, проводниковый, корковый отделы анализаторов.
2. Зрительный анализатор. Острота зрения. Поле зрения.
3. Физиология слуха. Центральный отдел слухового анализатора.
4. Вестибулярная система.
5. Вкусовой, обонятельный, анализатор.

- Мозг через зрение получает 90% сенсорной информации.
- Фоторецепторы сетчатки глаза из спектра электромагнитных излучений регистрируют волны длиной от 400 до 800нм.
- Физиологическая роль глаза как органа зрения двойка:
 - Во-первых, это оптический инструмент, собирающий свет от объектов внешней среды и проецирующий их изображения на сетчатку.
 - во-вторых, фоторецепторы сетчатки преобразуют оптические изображения в нервные сигналы, передаваемые в зрительную кору.

Общее строение зрительного анализатора

- Воспринимающая часть (глазное яблоко)
- Проводящие пути (зрительный нерв, хиазма, зрительный тракт)
- Подкорковые центры
- Зрительные центры в коре больших полушарий





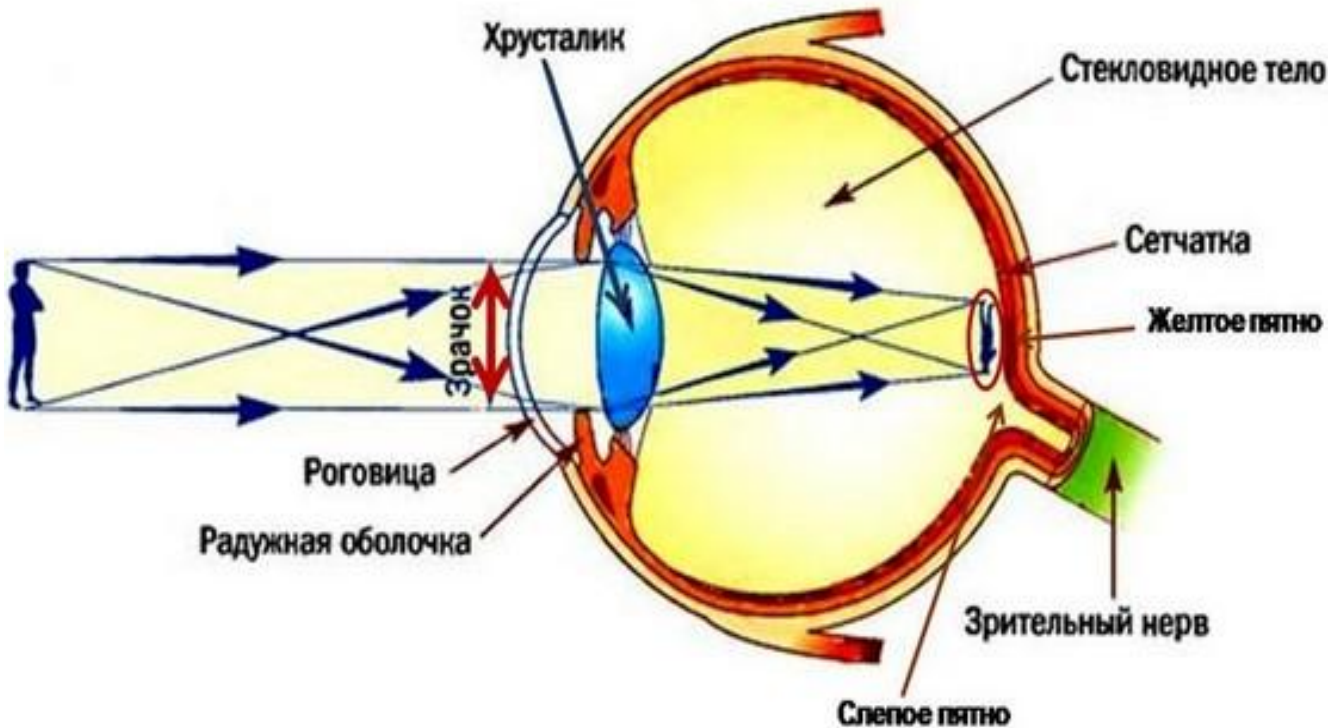
Зрачок-(1-8мм) отверстие в центре радужной оболочки, через него лучи света проходят внутрь глаза.

АХ, эзерин – сужение зрачка.

Адреналин, боль, гипоксия, эмоции – расширение зрачка.

Зрачковый рефлекс- яркий свет вызывает Безусловно-рефлекторную вегетативную реакцию: сфинктер зрачка сокращается, а дилататор расслабляется, диаметр зрачка уменьшается.

ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГЛАЗА



- ❖ На пути к светочувствительной оболочке глаза (сетчатке) лучи света проходят через несколько прозрачных поверхностей- **роговицу, хрусталик, стекловидное тело**. Это определяет преломление лучей света внутри глаза.
- ❖ Преломляющую силу выражают в диоптриях. **Одна диоптрия** – равна преломляющей силе линзы с фокусным расстоянием 100см.
- ❖ Преломляющая сила глаза человека при рассматривании близких предметов- 70,5 D, а при дальних- 59D.
- ❖ Изображение на сетчатке получается уменьшенным и перевернутым.

Для ясного видения необходимо, чтобы лучи от предмета попадали на поверхность сетчатки.

Аккомодация- приспособление к видению разноудаленных предметов за счет изменения кривизны хрусталика.

При рассматривании близких предметов хрусталик становится выпуклым за счет сокращения ресничной мышцы, лучи сходятся на сетчатке.

Ближайшая точка ясного видения находится на расстоянии **10см** от глаз.

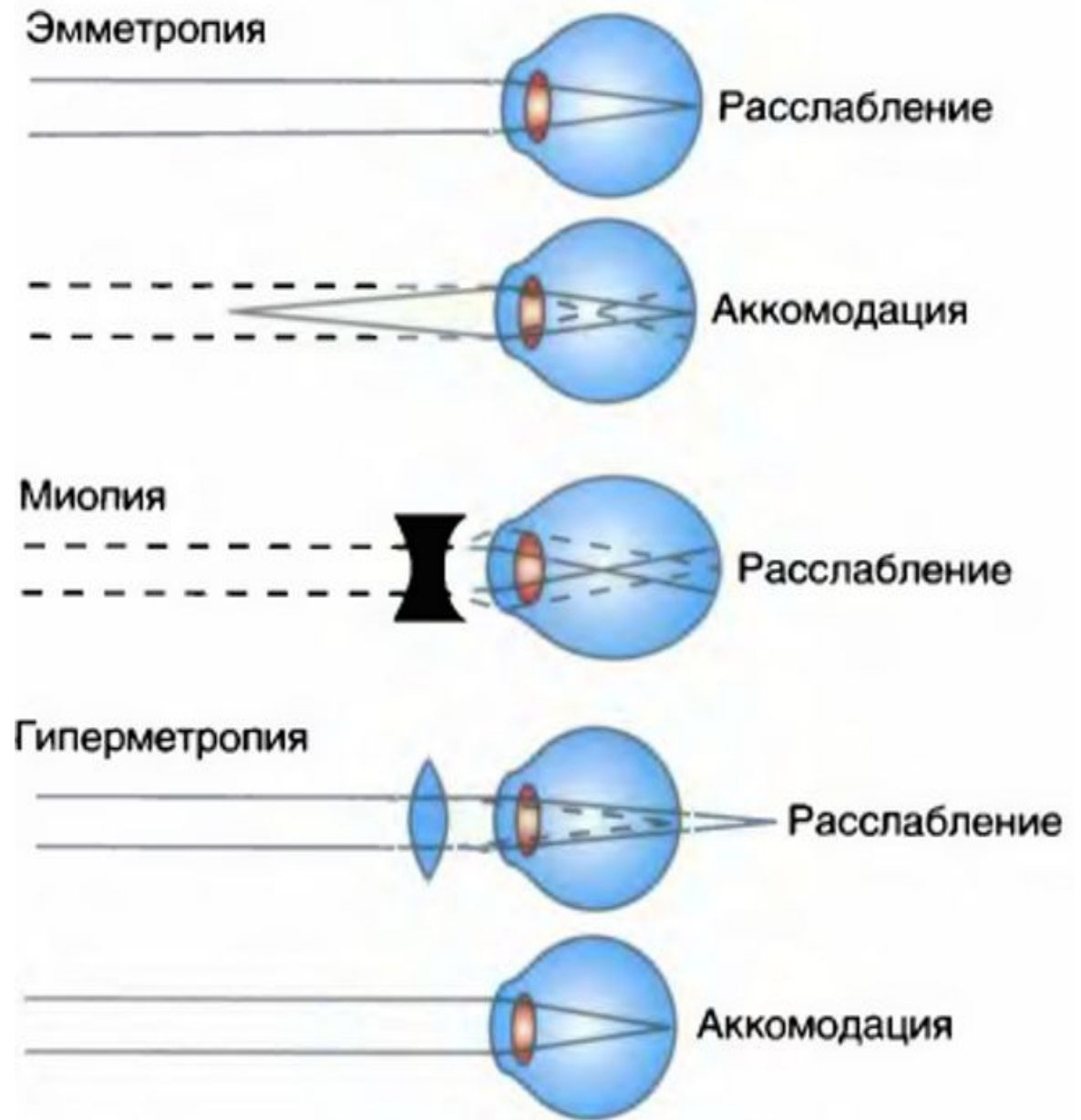
Старческая дальнозоркость – Хрусталик с возрастом становится менее эластичным, при ослаблении натяжения цинновых связок его выпуклость не изменяется.

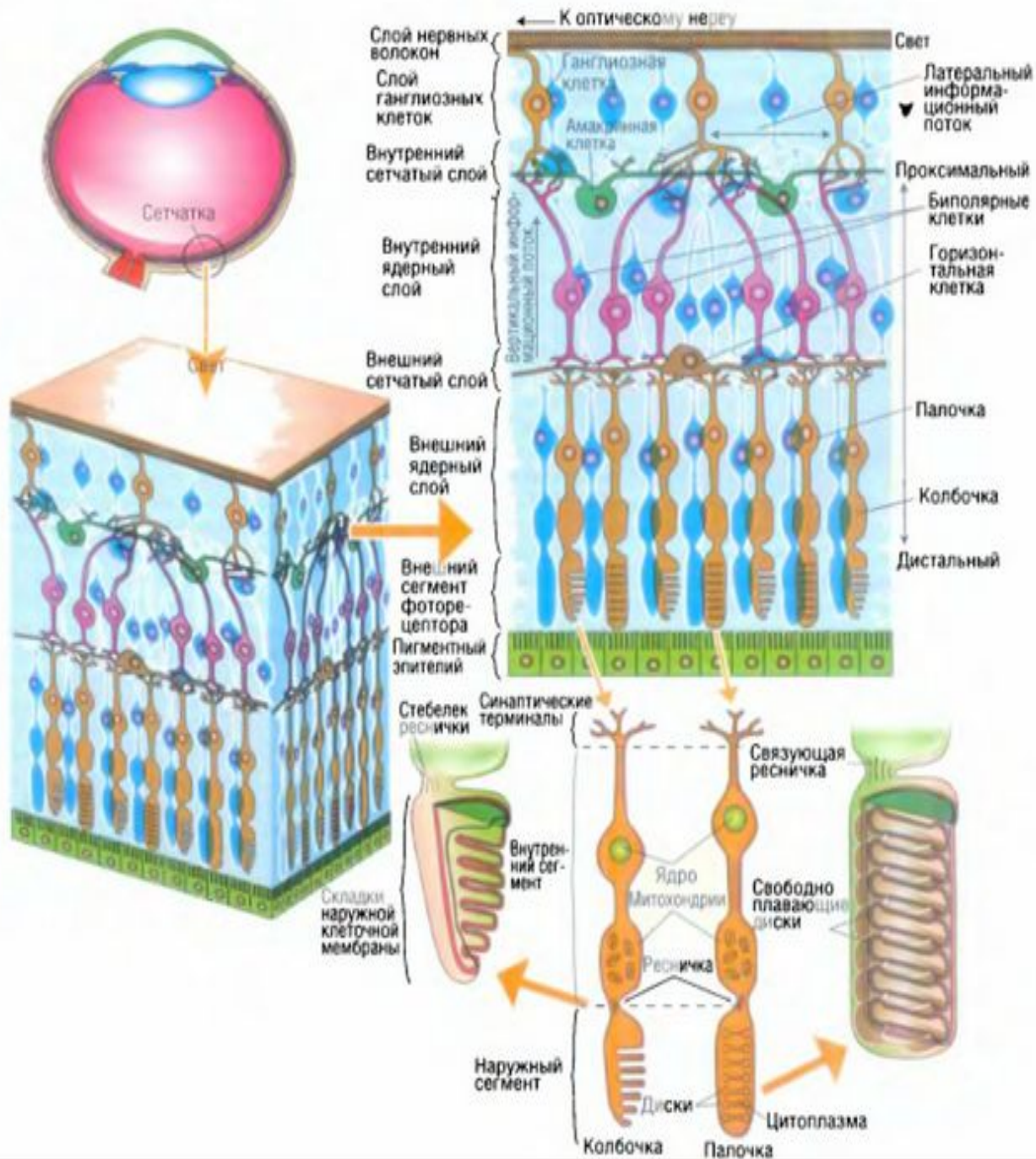
Близорукость (Миопия)- продольная ось глаза длинная, фокус перед сетчаткой.

Дальнозоркость (Гиперметропия) – продольная ось глаза короткая, фокус за сетчаткой.

Острота зрения- максимальная способность глаза различать отдельные детали объекта (наименьшее расстояние между двумя точками).

Бинокулярное зрение- оба глаза действуют вместе, зрительный образ оценивается в трех измерениях.





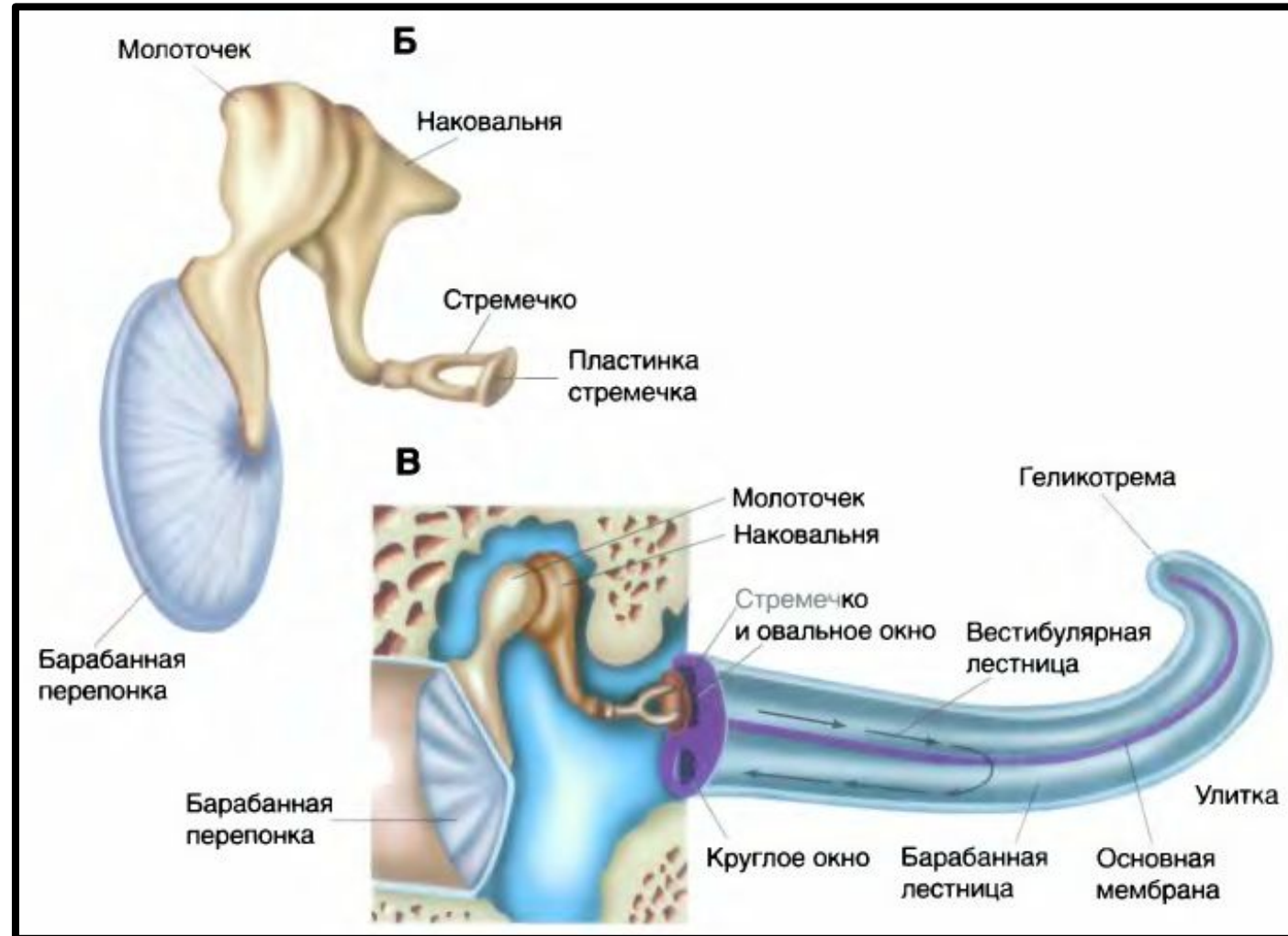
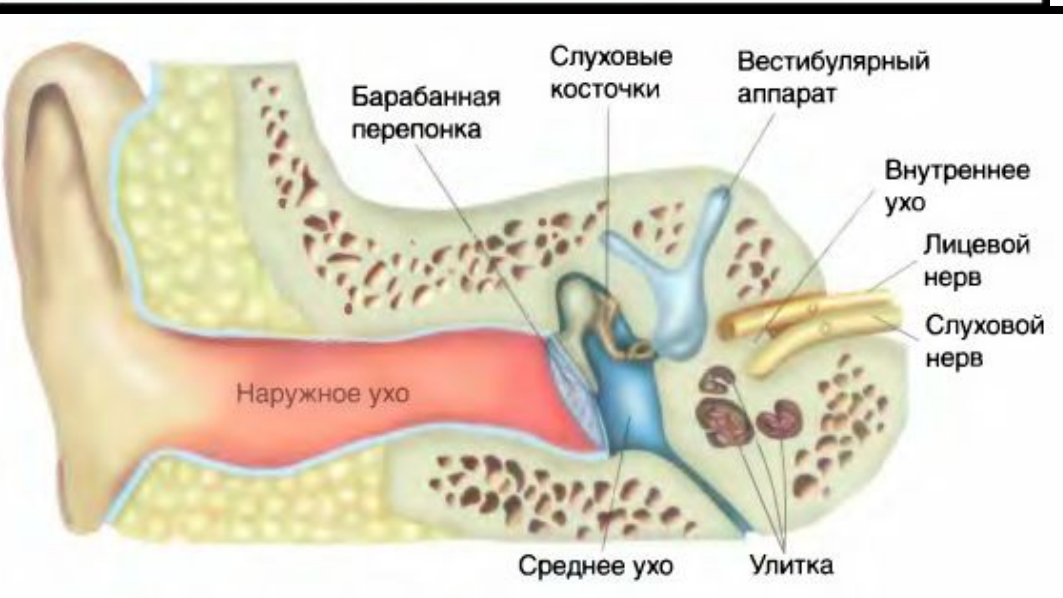
Сетчатка содержит фоторецепторы, **колбочки** и **палочки**, и **нервные клетки**.

- Под влиянием света в фоторецепторах происходит фотохимическая реакция:
- происходит возбуждение фоторецепторов,
- затем синаптическое возбуждение нервных клеток,
- нервные клетки передают зрительную информацию в головной мозг, где происходит анализ, переработка.

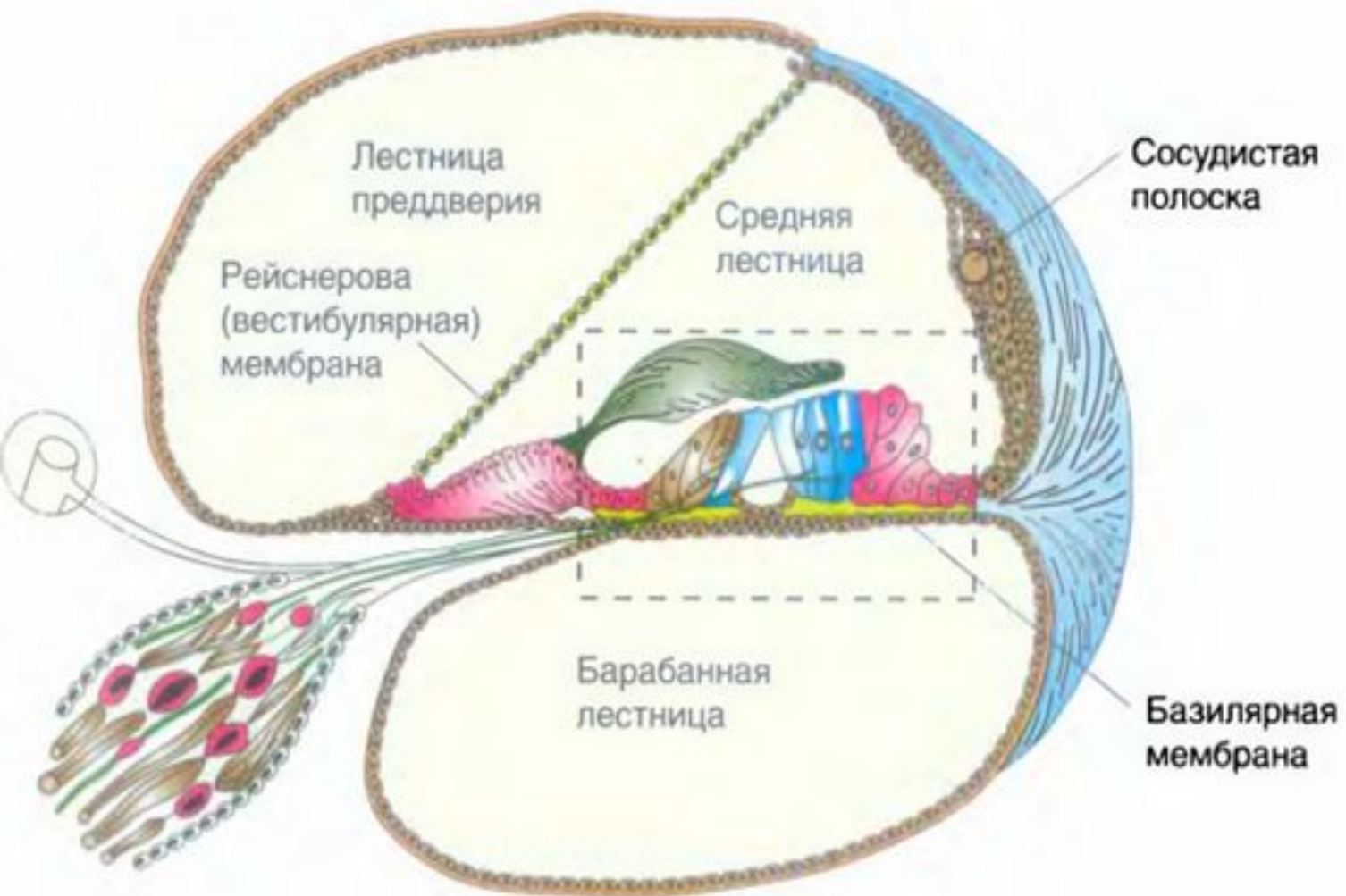
Палочки (110-125 млн)	Колбочки (6-7 млн)
Используются для <u>ночного зрения</u>	Используются для <u>дневного зрения</u>
Нет в <u>центральной ямке</u>	Сосредоточены в <u>центральной ямке</u>
Замедленная реакция на свет	Быстрая реакция на свет,
пигмент Родопсин	пигменты для красного (эритролаб), зеленого (хлоролаб), синего цвета (йодопсин).
Ахроматическое зрение	Цветное зрение

1. Периферический отдел слухового анализатора.

- Наружное ухо. (ушная раковина, наружный слуховой проход)
- Среднее ухо. (слуховые косточки, евстахиева труба)
- Внутреннее ухо. (улитка 2,5 завитка)



Слуховые косточки передают колебания барабанной перепонки, вызванные звуковыми волнами, овальному окну и эндолимфе, и оно достигает круглого окна.



- ✓ На основной мембране – находится **кортиев орган**, который содержит рецепторные волосковые клетки.
- ✓ Это звуковоспринимающий орган – периферический отдел слухового анализатора.
- ✓ Рецепторные волосковые клетки трансформируют механические колебания в электрические потенциалы, в результате возбуждаются волокна слухового нерва.

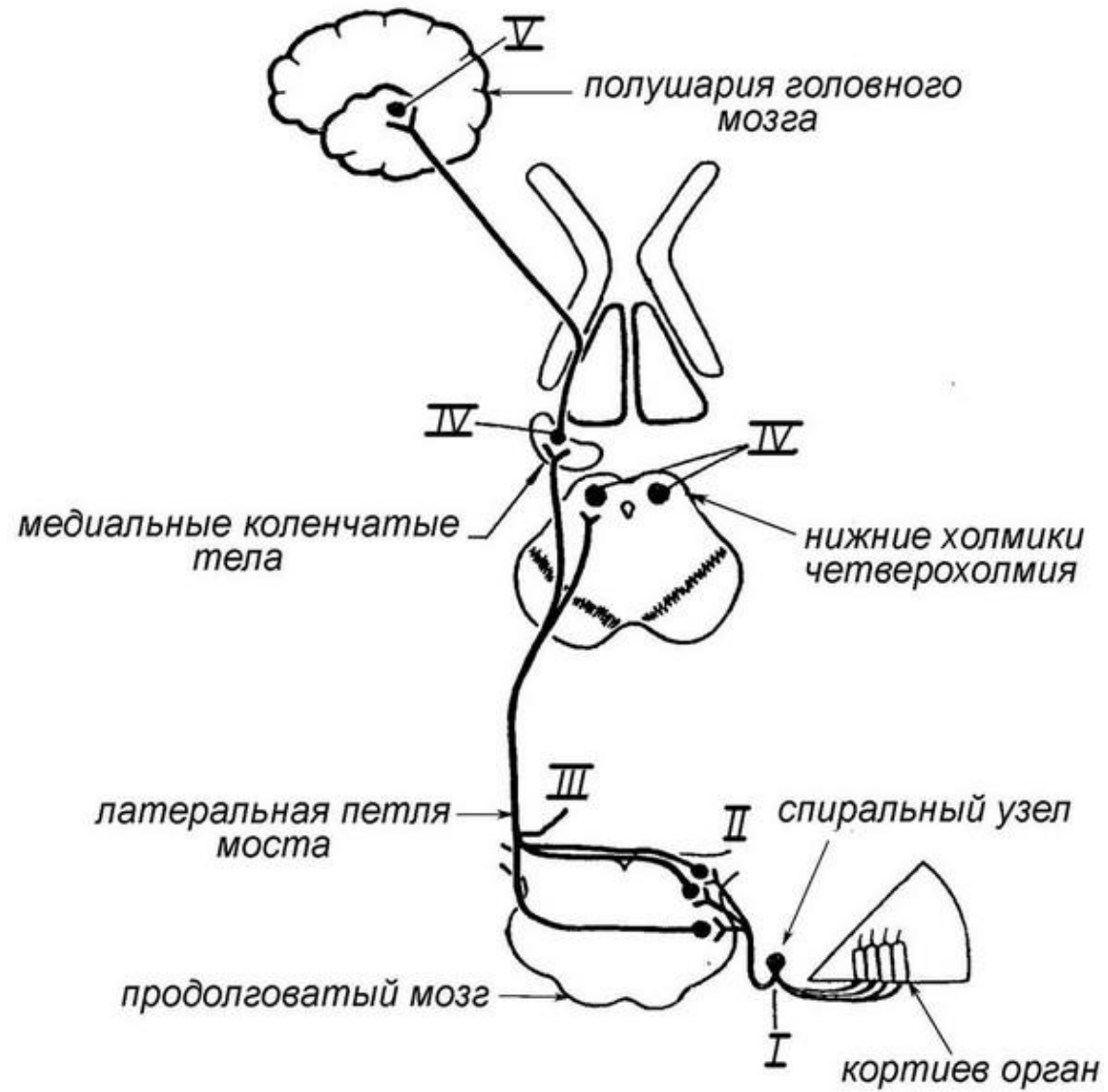
Над кортиевым органом расположена текториальная мембрана.

На основной мембране находятся внутренние и наружные рецепторные волосковые клетки, которые омываются эндолимфой и соприкасаются с текториальной мембраной.

При действии звуков основная мембрана колеблется, волоски рецепторной клетки касаются текториальной мембраны и деформируются.

Это вызывает электрический потенциал на мембране слуховых рецепторных клеток, а затем через синапсы происходит возбуждение периферических окончаний улитковой части преддверно-улиткового нерва.

2. Проводниковый отдел слухового анализатора.



Проводниковый отдел слухового анализатора

- Периферический отдел слухового анализатора соединяется с центральным концом проводящими нервными путями, состоящими из четырех отрезков;
- К кортиеvu органу подходят нервные волокна из спирального нервного узла, расположенного в основании спирального костного гребня улитки. Этот узел состоит из нервных клеток с двумя отростками. Один из этих отростков направляется к кортиеvu органу, а другой – входит в состав слухового нерва;
- Слуховой нерв выходит из внутреннего уха и проникает в основание мозга;
- В слуховых ядрах продолговатого мозга заканчивается первый нейрон;
- Второй нейрон начинается от слуховых ядер в продолговатом мозгу;
- Третий нейрон начинается в оливах продолговатого мозга, а заканчивается в подкорковых слуховых центрах;
- В подкорковых слуховых центрах начинается четвертый нейрон слухового пути, заканчивающийся в корковом конце слухового анализатора – в височной доле мозга.

Корковый отдел слухового анализатора расположен в коре верхней поверхности верхней височной извилины.

В средний отдел этой извилины поступает **неречевая (невербальная)** слуховая информация.

Здесь находится проекционный центр первой сигнальной системы, именно он является корковым концом слухового анализатора.

Речевая (вербальная) слуховая информация поступает в задний отдел верхней височной извилины (акустический слуховой **центр Вернике**).

На нейронах акустического центра речи заканчиваются аксоны клеток коркового отдела слухового анализатора.





Слуховой анализатор оценивает механические колебания с частотой от **16 до 21 000 Гц** (звуковые частоты), способные раздражать рецепторные волосковые клетки **кортиева органа**.

При этом речевые звуки наилучшим образом воспринимаются в интервале **1000–4000 Гц**.

Оценке подлежат такие характеристики звука, как **частота, амплитуда, продолжительность, направление**, типологические особенности звука и сочетание звуков (включая музыку), позволяющие идентифицировать его **источник**.

Наконец, слуховой анализатор (вместе с акустическим центром речи) позволяет понять смысл услышанных слов и фраз.

Вестибулярная система играет ведущую роль в пространственной ориентировке человека.

При равномерном движении или в условиях покоя рецепторы вестибулярной сенсорной системы не возбуждаются.

Импульсы от вестибулорецепторов вызывают перераспределение тонуса скелетной мускулатуры, что обеспечивает сохранение равновесия тела.

Эти влияния осуществляются рефлексорным путем через ряд отделов ЦНС.

Периферическим отделом вестибулярной системы является **вестибулярный аппарат**, расположенный в лабиринте пирамиды височной кости.

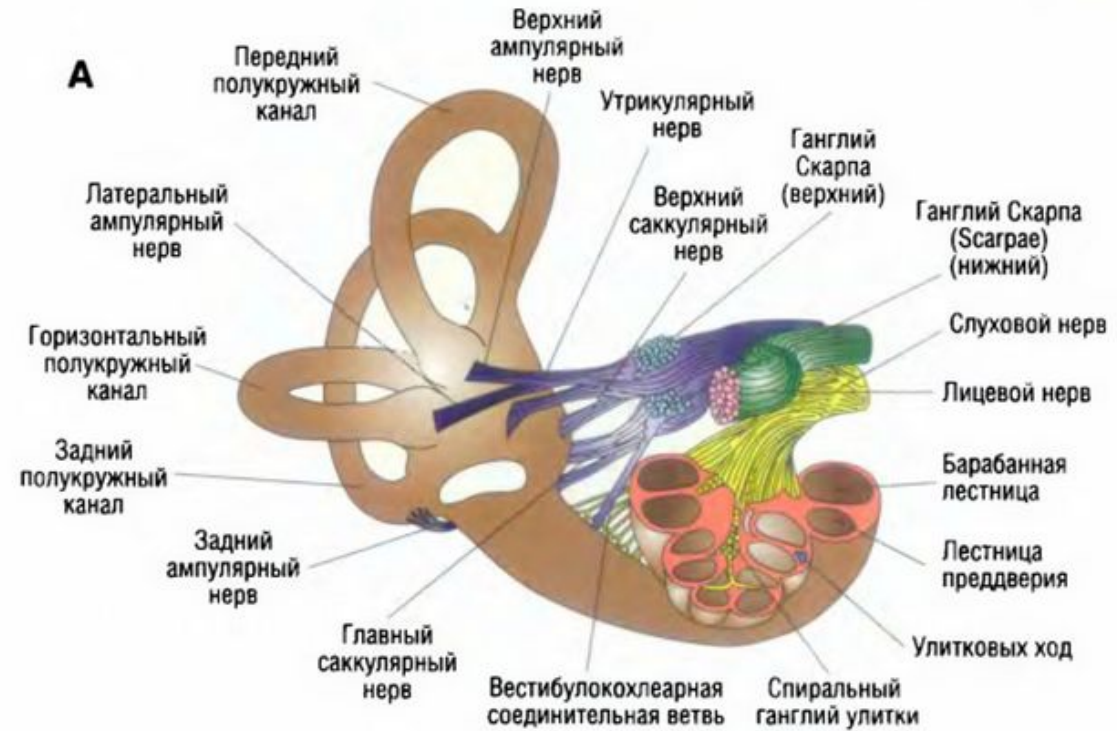
Он состоит из преддверия и трех полукружных каналов.

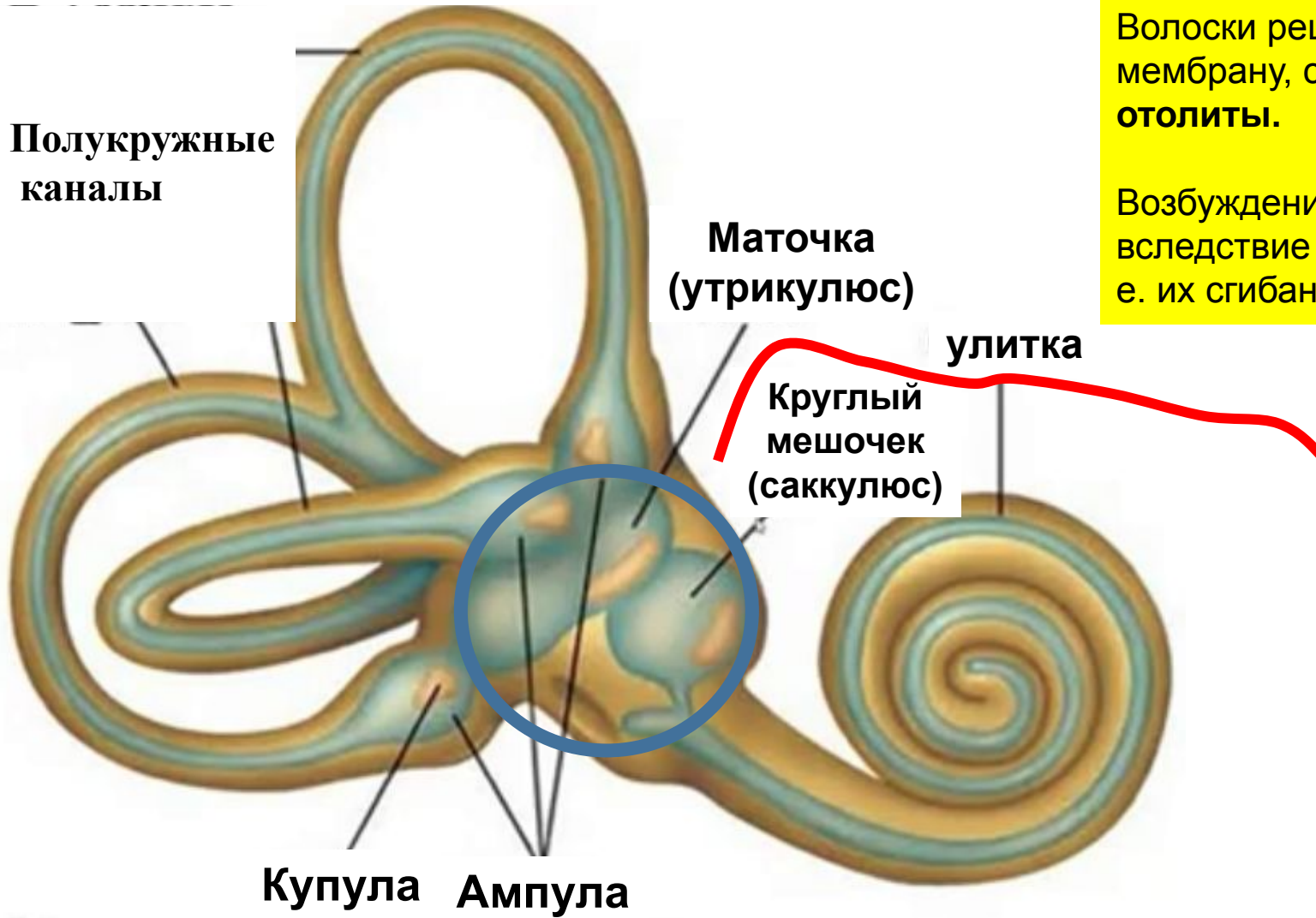
Кроме вестибулярного аппарата, в лабиринт входит улитка, в которой располагаются **слуховые рецепторы**.

Полукружные каналы располагаются в трех взаимно перпендикулярных плоскостях: верхний — во фронтальной, задний — в сагиттальной и латеральный — в горизонтальной.

Один из концов каждого канала расширен (ампула).

Строение и функции вестибулярной системы.



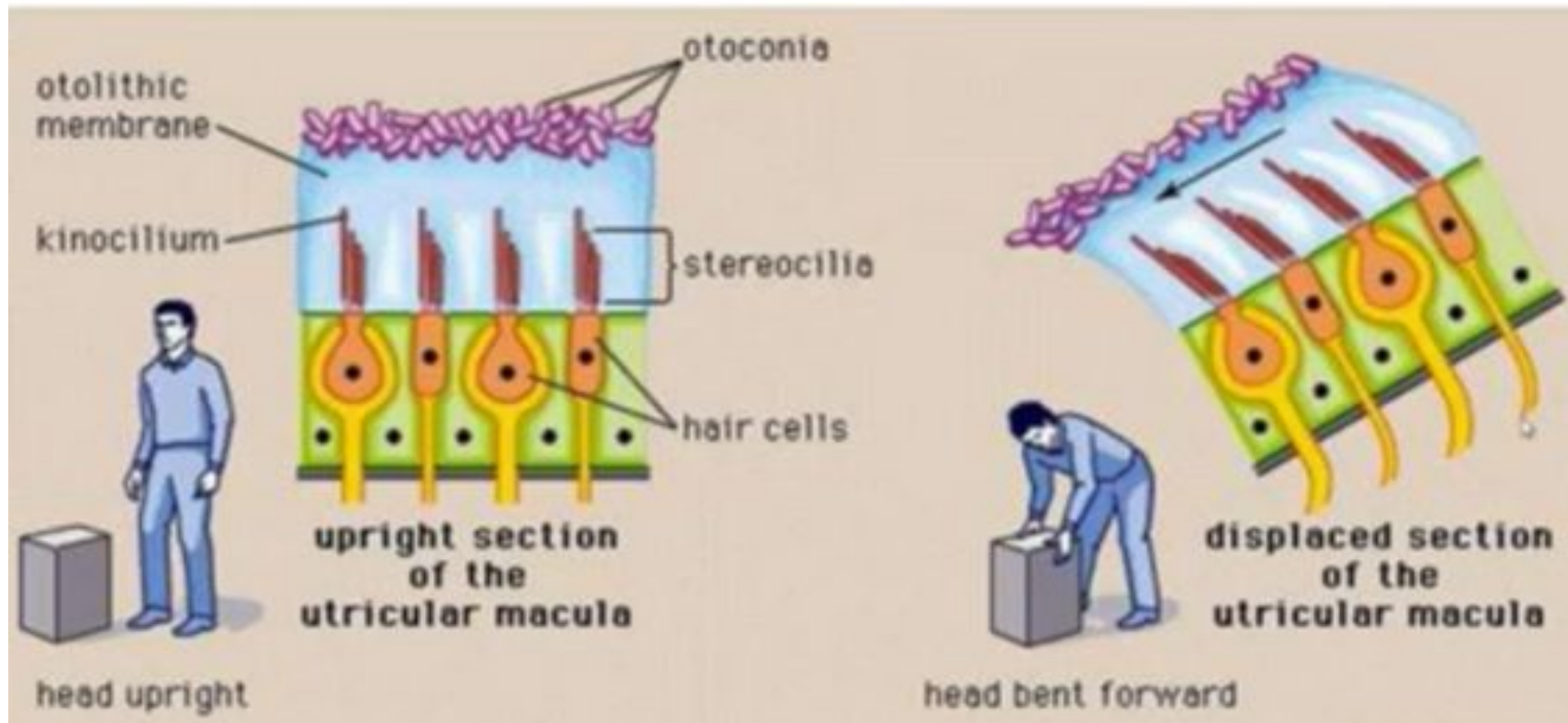


Волоски рецепторных клеток пронизывают желеобразную мембрану, содержащую кристаллики карбоната кальция — **отолиты**.

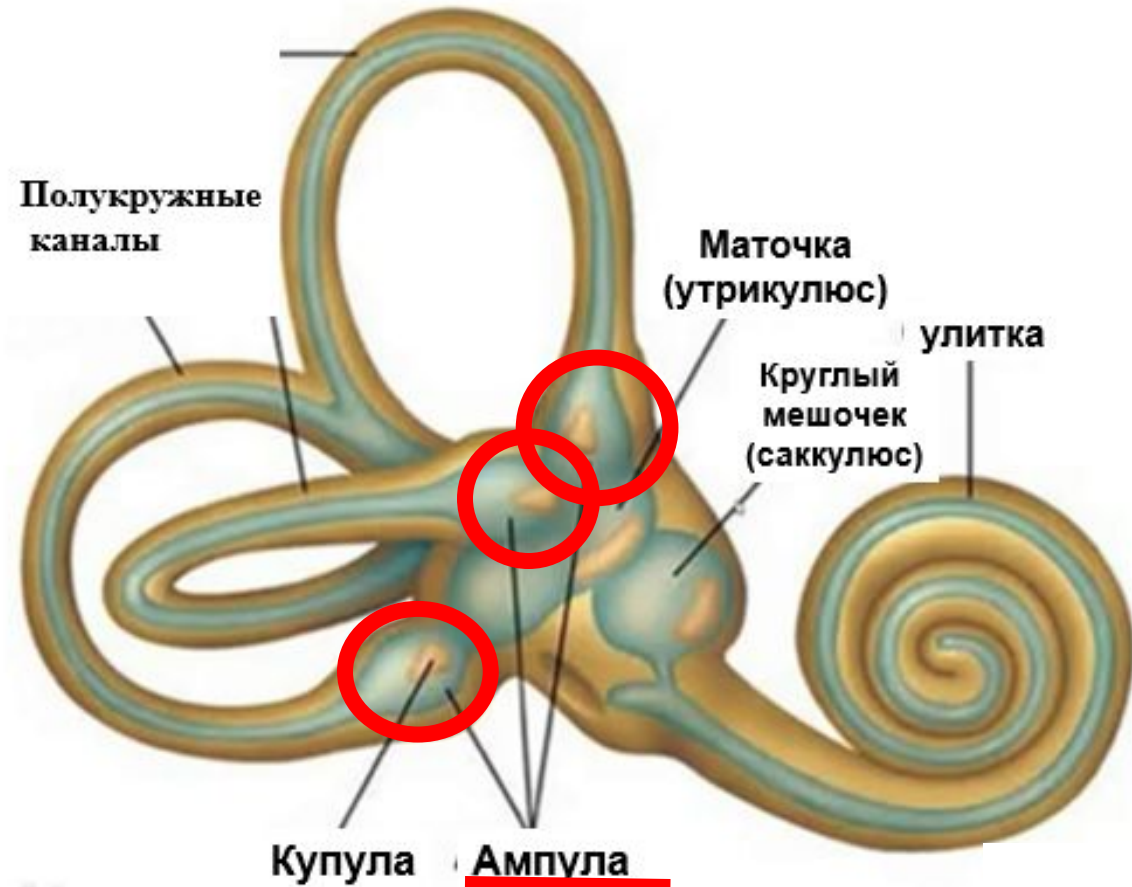
Возбуждение волосковых клеток преддверия происходит вследствие скольжения отолитовой мембраны по волоскам, т. е. их сгибания.



В мешочках преддверия находится **отолитовый аппарат**: скопления **рецепторных клеток** (вторично-чувствующие механорецепторы) на возвышениях, или пятнах (макуле).

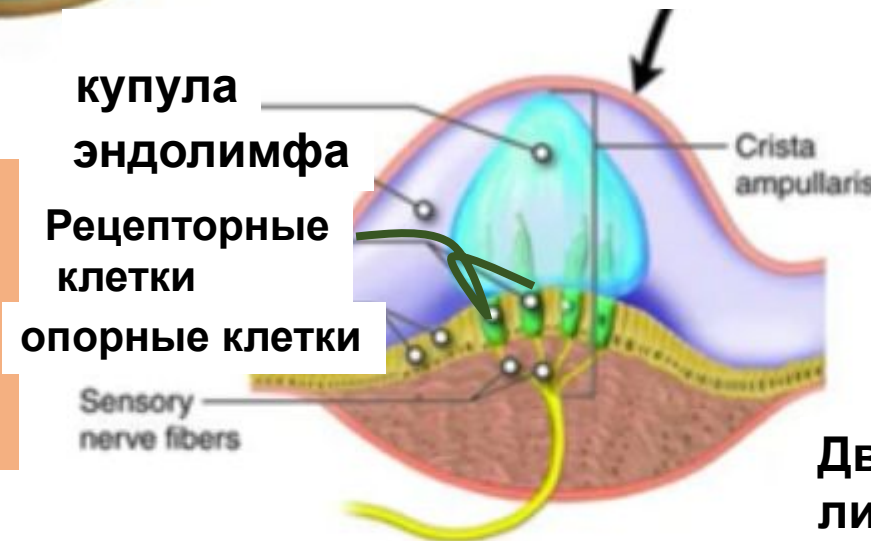


При наклонах головы (изменении силы тяжести) плотная желеобразная масса пятен преддверия смещается вниз и вызывает изгибание волосков рецепторных клеток.



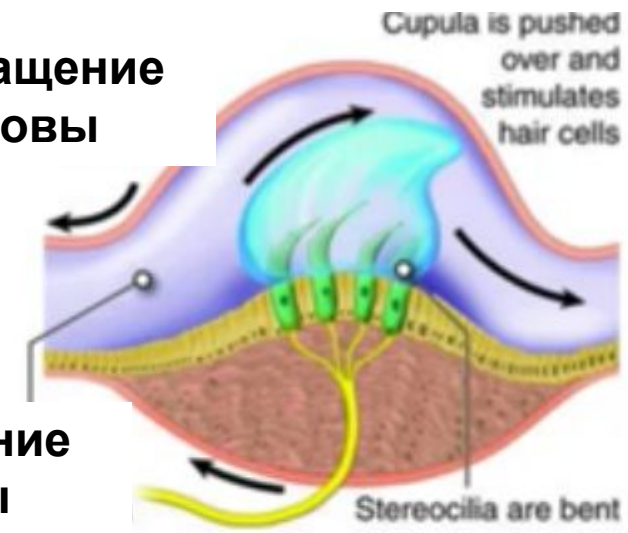
При поворотах головы (изменении углового ускорения) стенки полукружных каналов вместе с рецепторными клетками перемещаются, а желеобразная масса в силу инерции отстает в движении, что также приводит к изгибанию волосков.

В перепончатых полукружных каналах, заполненных плотной эндолимфой, рецепторные волосковые клетки сконцентрированы только в **ампулах** в виде крист.

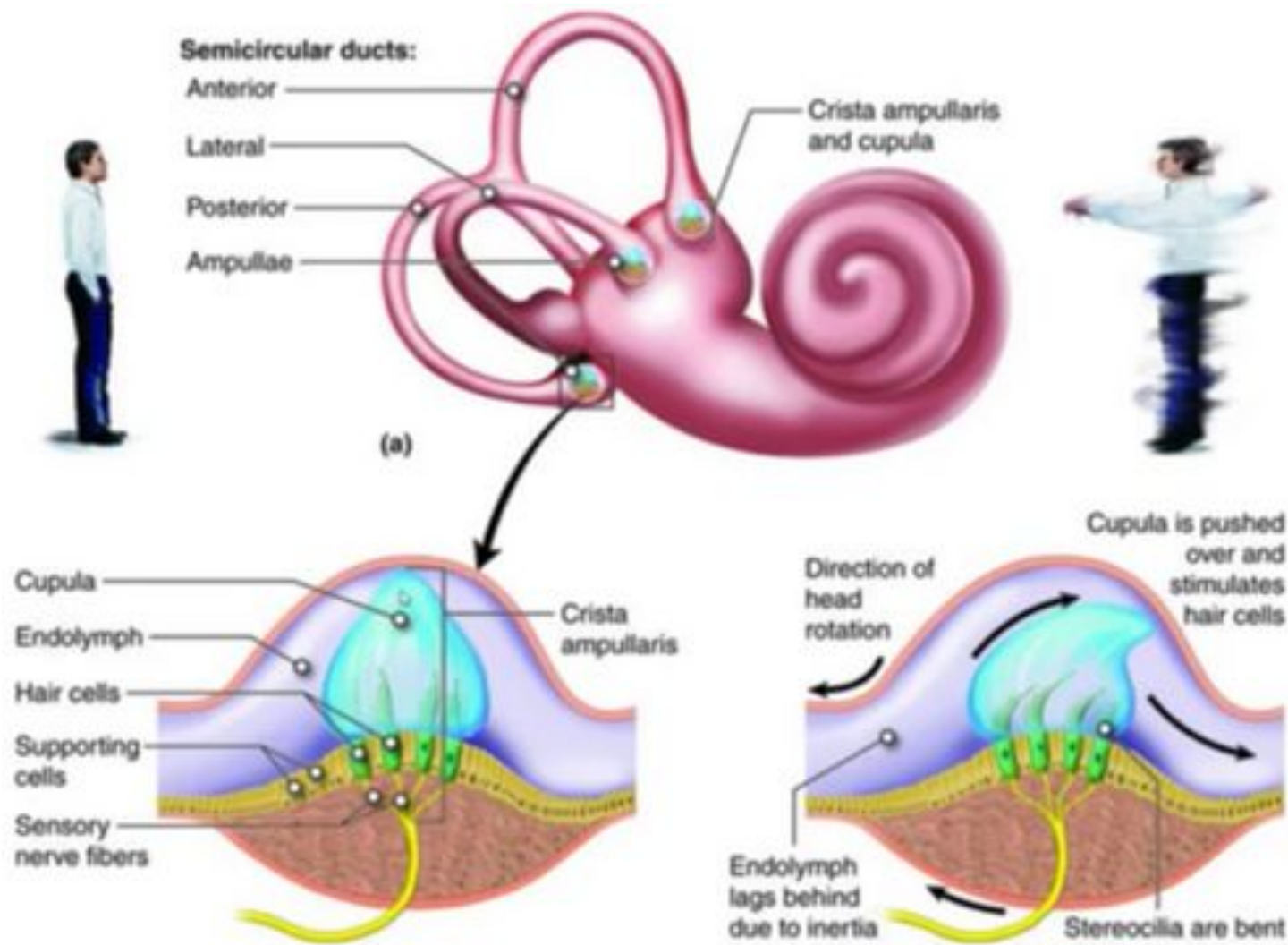


Купула отклоняется и стимулирует рецепторные клетки

Вращение головы



Движение лимфы по инерции



При поворотах головы (изменении углового ускорения) стенки полукружных каналов вместе с рецепторными клетками перемещаются, а желеобразная масса в силу инерции отстает в движении, что также приводит к изгибанию волосков.

Вестибулярный аппарат включает в себя также два мешочка: **сферический** и **эллиптический**, или **маточку**.

Первый из них лежит ближе к улитке, а второй — к полукружным каналам.

В мешочках преддверия находится **отолитовый аппарат**: скопления **рецепторных клеток** (вторично-чувствующие механорецепторы) на возвышениях, или пятнах.

Выступающая в полость мешочка часть рецепторной клетки оканчивается одним более длинным подвижным волоском и 60—80 склеенными неподвижными волосками.

Эти волоски пронизывают желеобразную мембрану, содержащую кристаллики карбоната кальция — **отолиты**.

Возбуждение волосковых клеток преддверия происходит вследствие скольжения отолитовой мембраны по волоскам, т. е. их сгибания.

Вестибулярные рецепторы—это вторичные механорецепторы. В перепончатых полукружных каналах, заполненных плотной эндолимфой, рецепторные волосковые клетки сконцентрированы только в ампулах в виде крист.

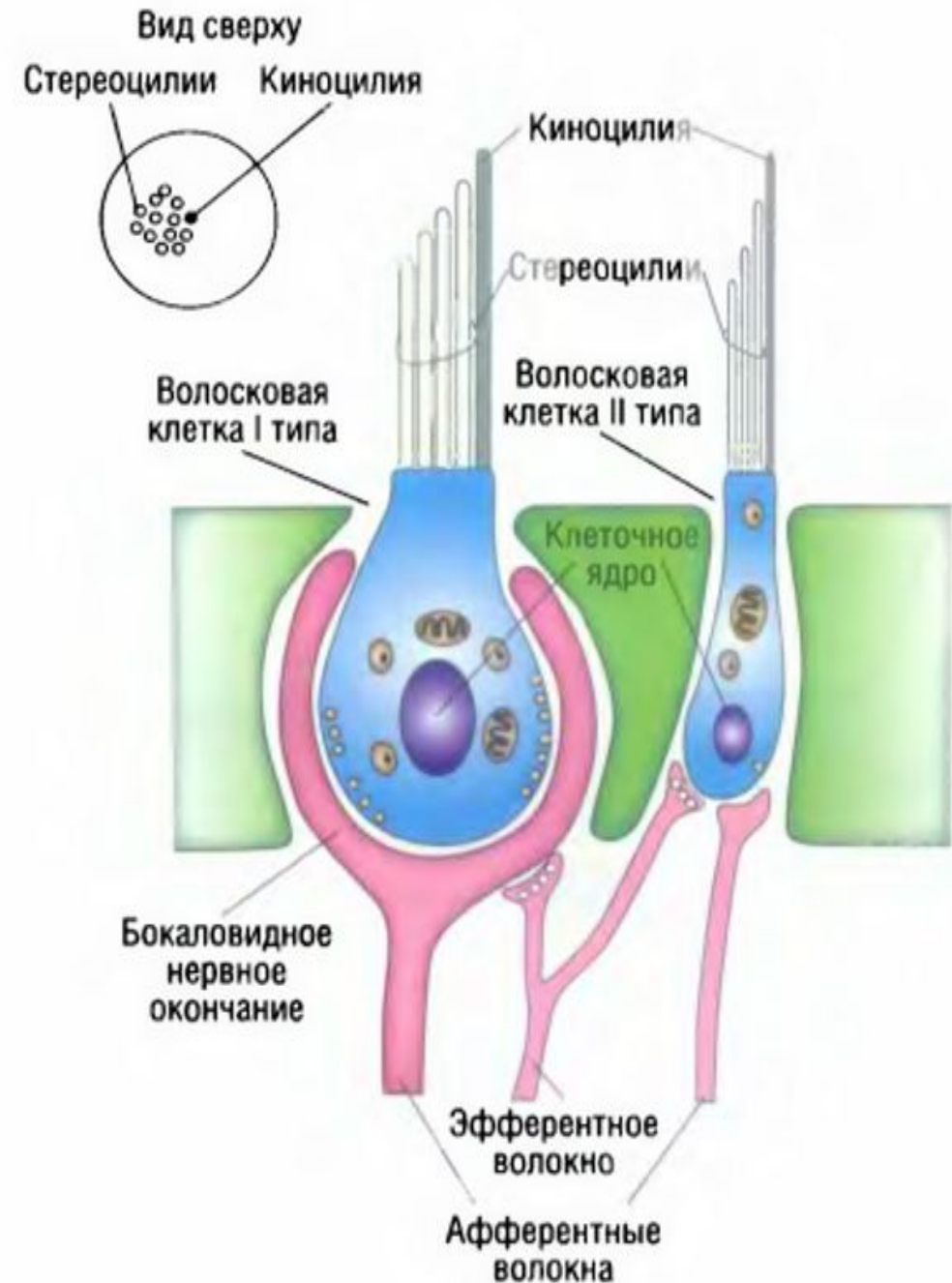
При наклонах головы (изменении силы тяжести) плотная желеобразная масса пятен преддверия смещается вниз и вызывает изгибание волосков рецепторных клеток.

При поворотах головы (изменении углового ускорения) стенки полукружных каналов вместе с рецепторными клетками перемещаются, а желеобразная масса в силу инерции отстает в движении, что также приводит к изгибанию волосков.

При движении эндолимфы, когда волоски сгибаются в одну сторону (деполяризация), волосковые клетки **возбуждаются**, а при противоположно направленном движении (гиперполяризация)—**тормозятся**.

Изменение положения волосков приводит к возбуждению рецепторных клеток.

В волосковых клетках преддверия и ампулы при их сгибании генерируется рецепторный потенциал, который усиливает выделение ацетилхолина и через синапсы активирует окончания волокон вестибулярного нерва.



Волокна вестибулярного нерва (отростки биполярных нейронов) направляются в **продолговатый мозг**.

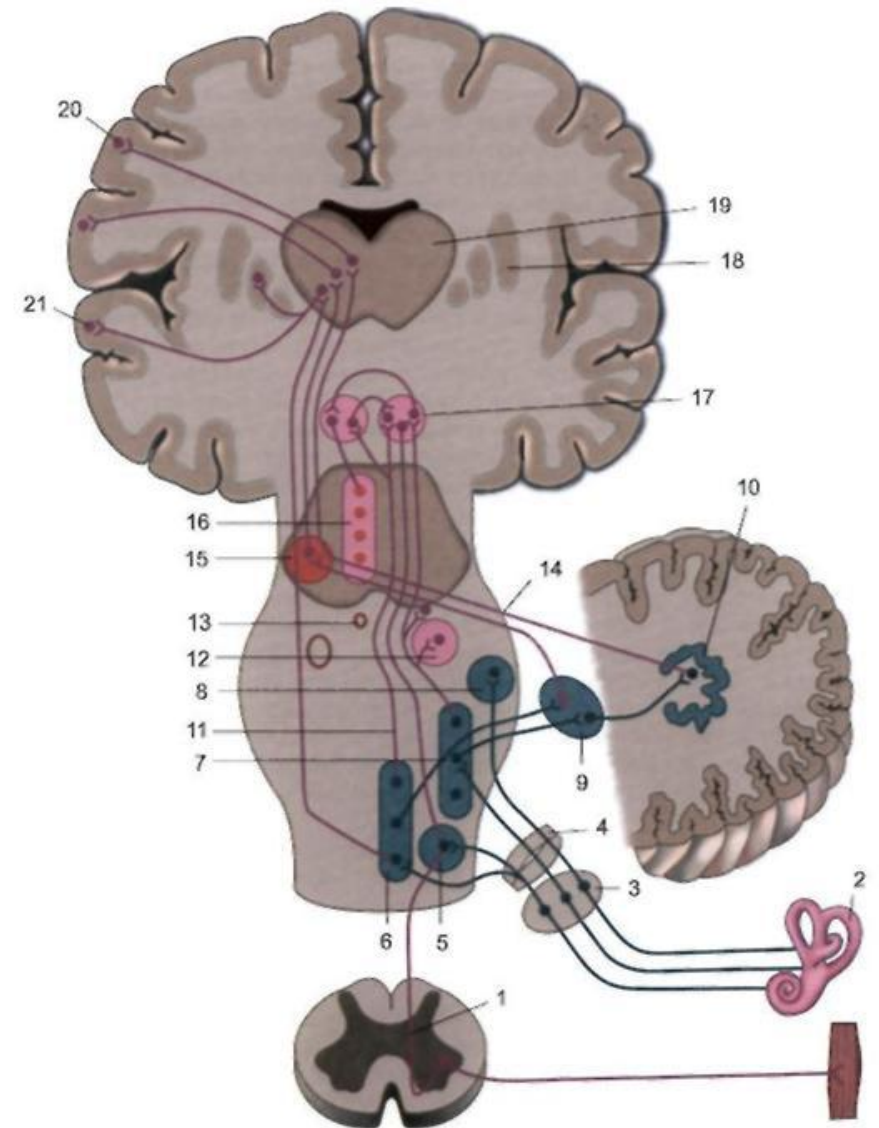
Импульсы, приходящие по этим волокнам, активируют нейроны **бульбарного вестибулярного комплекса**, в состав которого входят ядра: преддверное верхнее, или Бехтерева, преддверное латеральное, или Дейтерса, Швальбе и др.

Отсюда сигналы направляются во многие отделы ЦНС: спинной мозг, мозжечок, глазодвигательные ядра, кору большого мозга, ретикулярную формацию и ганглии автономной нервной системы.

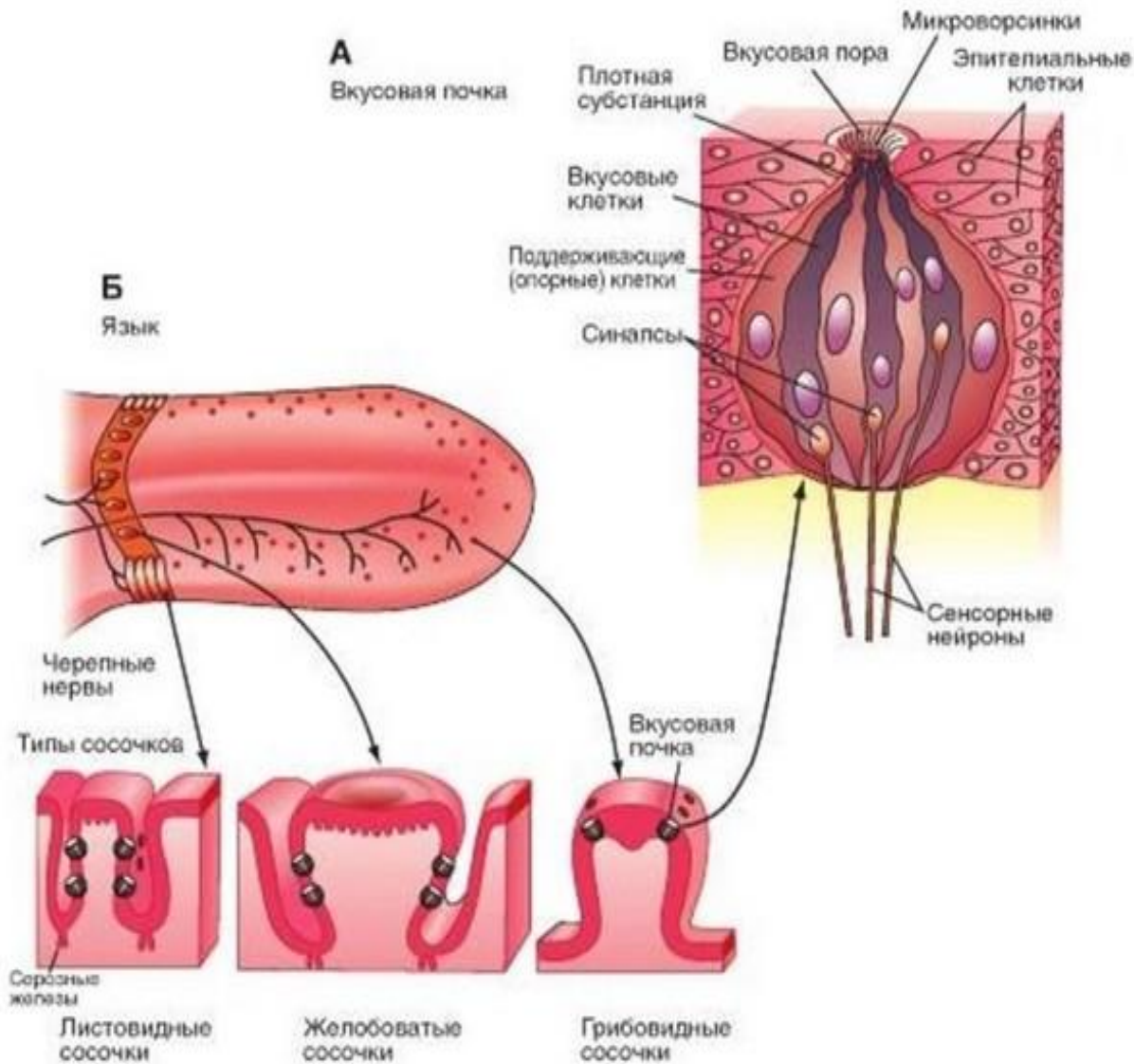
Нейроны вестибулярных ядер обладают способностью реагировать и на изменение положения конечностей, повороты тела, сигналы от внутренних органов, т. е. осуществлять синтез информации, поступающей из разных источников.

В коре полушарий большого мозга основные афферентные проекции вестибулярного аппарата локализованы в **задней части постцентральной извилины**.

В моторной зоне коры спереди от нижней части центральной борозды обнаружена вторая вестибулярная зона.



Вкусовая система



В процессе эволюции вкус формировался как механизм выбора или отвергания пищи.

Вкус основан на **хемотрецепции**.

Вкусовые рецепторы несут информацию о характере и концентрации веществ, поступающих в рот.

Их возбуждение запускает сложную цепь реакций разных отделов мозга, приводящих к различной работе органов пищеварения или к удалению вредных для организма веществ, попавших в рот с пищей.

Вкусовые почки — рецепторы вкуса — расположены на языке, задней стенке глотки, мягком небе, миндалинах и надгортаннике.

Больше всего их на кончике, краях и задней части языка.

Каждая из примерно 10 000 вкусовых почек состоит из нескольких (2—6) **рецепторных клеток** и, кроме того, из **опорных клеток**.

Вкусовая почка имеет **колбовидную форму**;

Вкусовая почка не достигает поверхности слизистой оболочки языка и соединена с полостью рта через вкусовую пору.

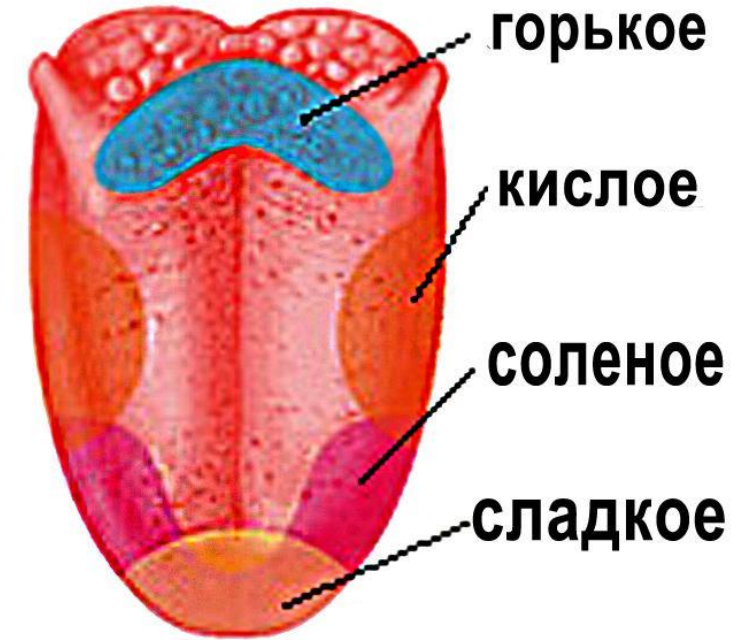
Проводящие пути и центры вкуса.

Проводниками всех видов вкусовой чувствительности служат **барабанная струна и языкоглоточный нерв**, ядра которых в **продолговатом мозге** содержат первые нейроны вкусовой системы.

Многие из волокон, идущих от вкусовых рецепторов, отличаются определенной **специфичностью**, так как отвечают учащением импульсных разрядов лишь на действие **соли, кислоты и хинина**. Другие волокна реагируют на **сахар**.

Наиболее убедительной считается гипотеза, согласно которой информация о 4 основных вкусовых ощущениях: **горьком, сладком, кислом и соленом** — кодируется разным распределением частоты разрядов в большой группе волокон, по-разному возбуждаемых вкусовым веществом.

ВКУСОВЫЕ ЗОНЫ ЯЗЫКА



У разных людей **абсолютные пороги вкусовой чувствительности** к разным веществам существенно отличаются вплоть до «вкусовой слепоты».

20 % раствор сахара воспринимается как максимально сладкий,

10 % раствор натрия хлорида — как максимально соленый,

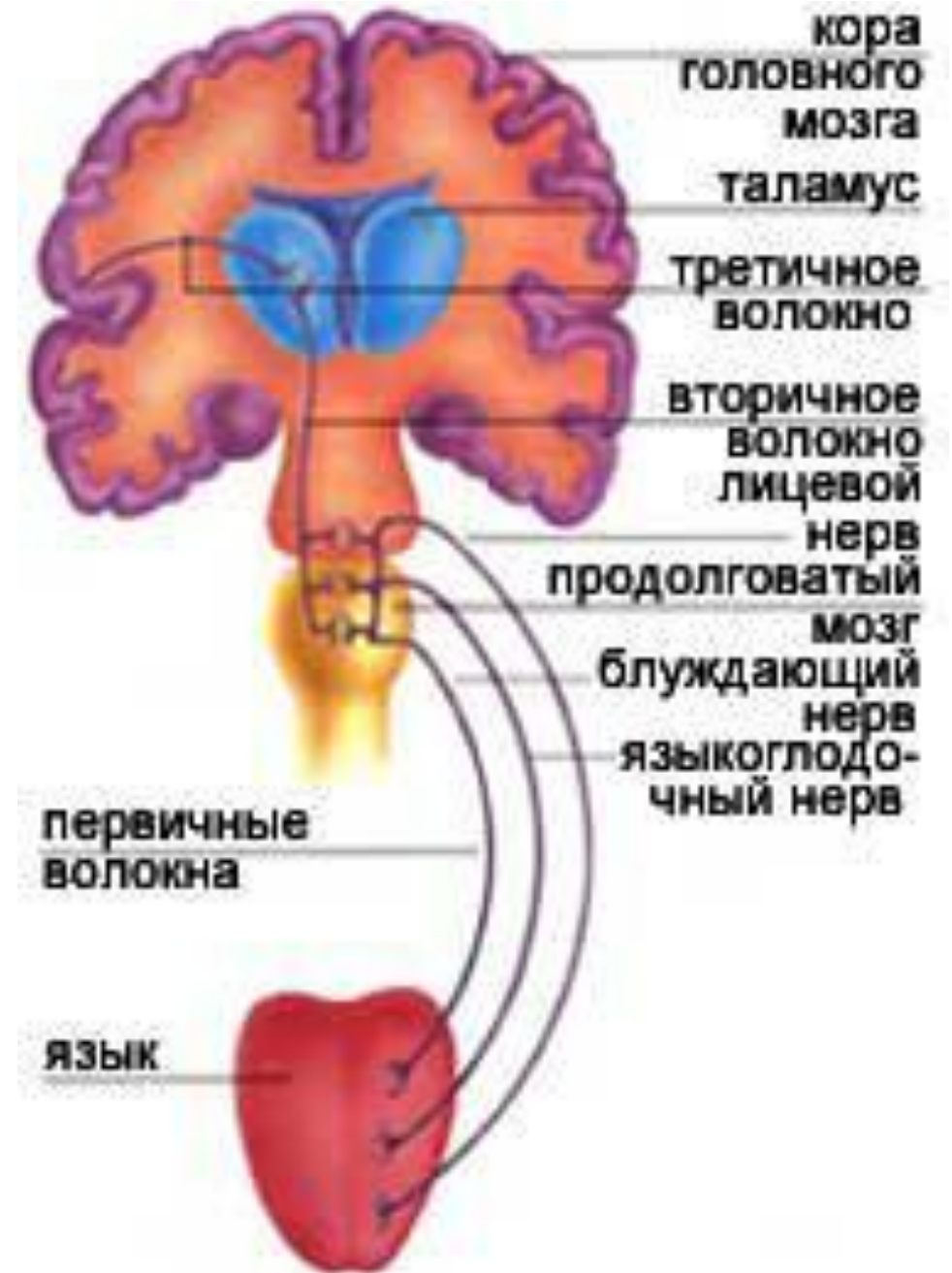
0,2 % раствор соляной кислоты — как максимально кислый,

а 0,1 % раствор хинина сульфата — как максимально горький.

Проводящие пути и центры вкуса.

Вкусовые **афферентные** сигналы поступают в **ядро одиночного пучка** ствола мозга.

От ядра одиночного пучка аксоны вторых нейронов восходят в составе медиальной петли до **дугообразного ядра таламуса**, где расположены третьи нейроны, аксоны которых направляются в корковый центр вкуса.

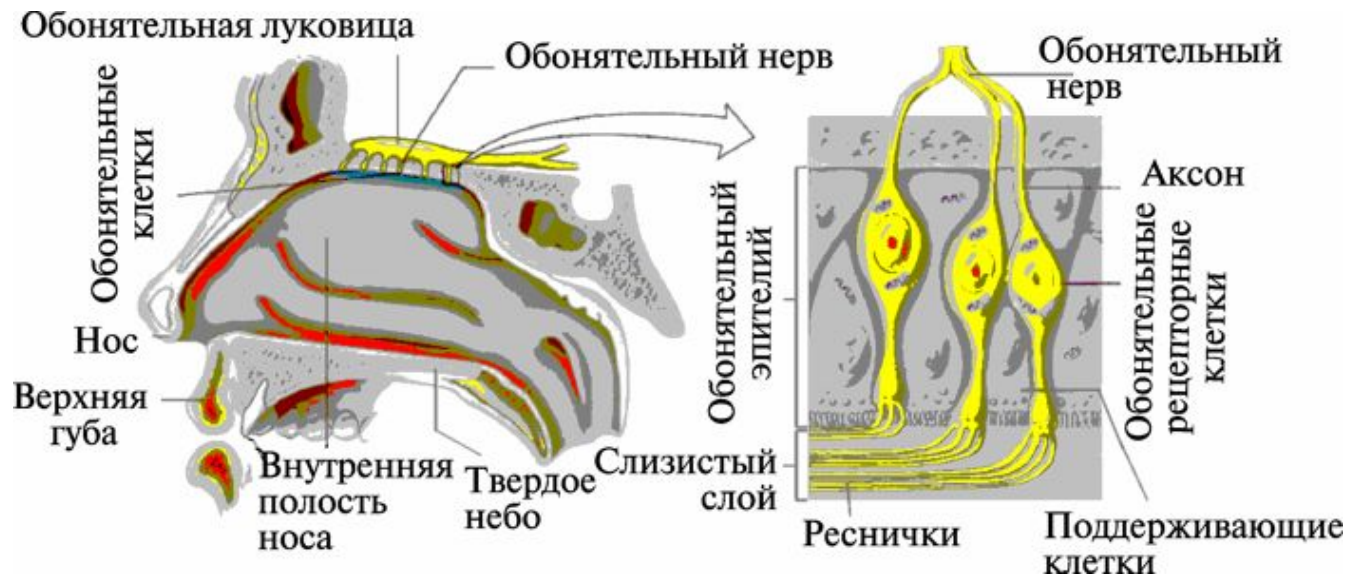


Обонятельная система

Обонятельная рецепторная клетка — биполярная клетка, на апикальном полюсе которой находятся **реснички**, а от ее базальной части отходит **немиелинизированный аксон**.

Аксоны рецепторов образуют **обонятельный нерв**, который пронизывает основание черепа и вступает в **обонятельную луковицу**.

Обонятельные клетки постоянно обновляются.
Продолжительность жизни обонятельной клетки около 2 мес.



Молекулы пахучих веществ попадают в слизь, вырабатываемую обонятельными железами.

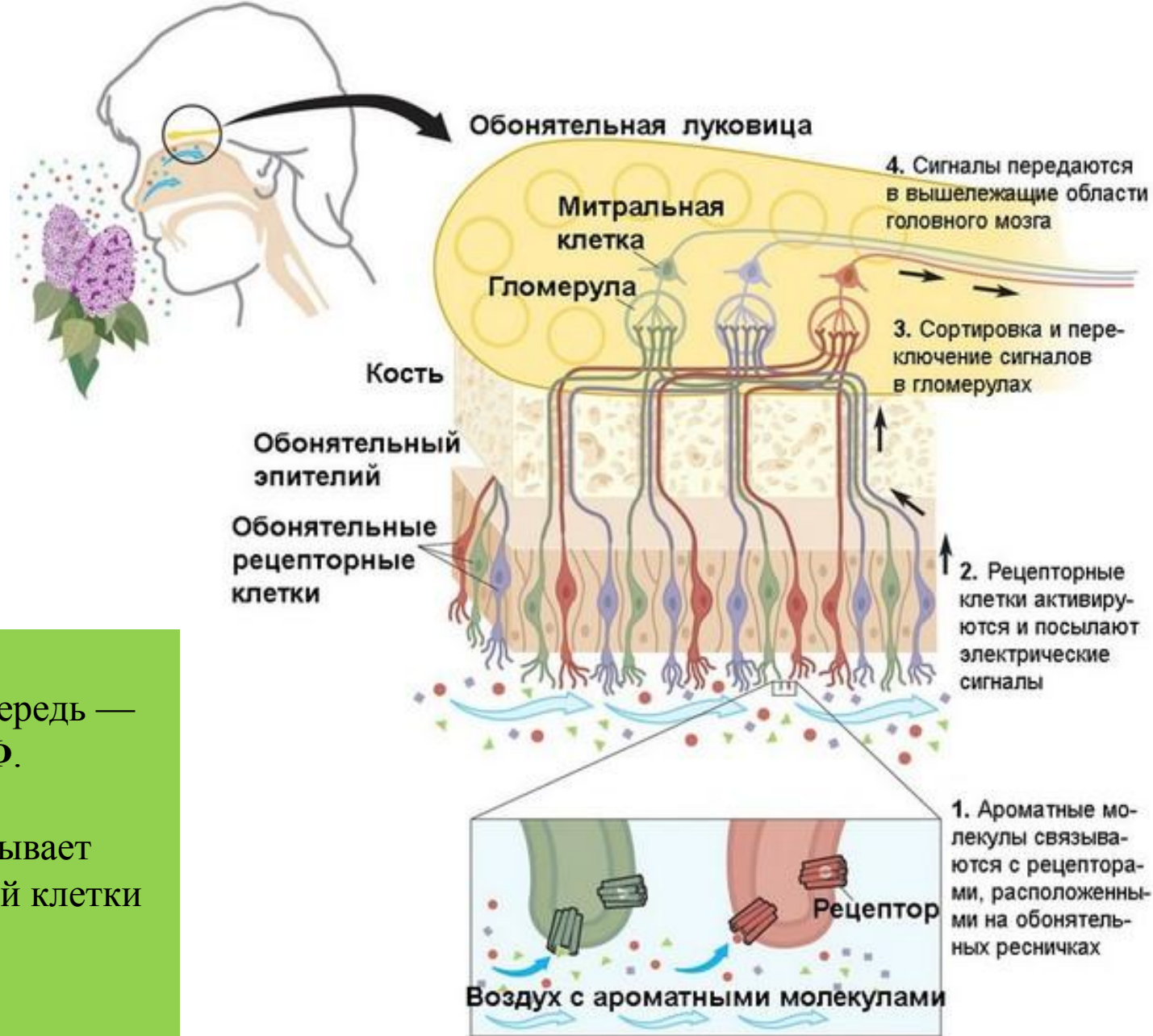
Принюхивание ускоряет приток пахучих веществ к слизи. В слизи молекулы пахучих веществ на короткое время связываются с **обонятельными** рецепторными белками.

Некоторые молекулы достигают ресничек **обонятельного рецептора** и взаимодействуют с находящимся в них **обонятельным** рецепторным белком.

В свою очередь обонятельный белок активирует, ГТФ-связывающий белок (G-белок), а тот в свою очередь — фермент **аденилатциклазу**, синтезирующую **цАМФ**.

Повышение в цитоплазме концентрации цАМФ вызывает открывание в плазматической мембране рецепторной клетки **натриевых каналов** и как следствие — генерацию **деполяризационного рецепторного потенциала**.

Это приводит к импульсному разряду в аксоне рецептора (волокне обонятельного нерва).



недавно выяснено, что каждая обонятельная клетка имеет только один тип мембранного рецепторного белка.

Сам же этот белок способен связывать множество пахучих молекул различной пространственной конфигурации.

Правило «одна обонятельная клетка — один обонятельный рецепторный белок» значительно упрощает передачу и обработку информации о запахах в обонятельной луковице — первом нервном центре переключения и обработки хемосенсорной информации в мозге.

Суммарный электрический потенциал, регистрируемый от поверхности обонятельного эпителия, называют **электроольфактограммой**.

Запахи	Количество веществ, обладающих запахом	Примеры из повседневной жизни
1. Камфарный	106	Антимоль, камфара
2. Едкий	95	Уксус
3. Эфирный	53	Эфир, жидкость для сухой чистки
4. Цветочный	71	Розы
5. Мятный	77	Ментол, мятные конфеты
6. Muskusный	69	Масло из корня дудника
7. Гнилостный	49	Тухлые яйца

Особенность обонятельной системы состоит, в том, что ее афферентные волокна **не переключаются в таламусе и не переходят на противоположную сторону большого мозга.**

Выходящий из луковицы обонятельный тракт состоит из нескольких пучков, которые направляются в разные отделы **переднего мозга**: переднее обонятельное ядро, обонятельный бугорок, препириформную кору, периамигдаллярную кору и часть ядер миндалевидного комплекса.

Связь обонятельной луковицы с гиппокампом, пириформной корой и другими отделами обонятельного мозга осуществляется через несколько переключений.

большинство нервных центров, в которые проецируется обонятельный тракт, можно рассматривать как ассоциативные центры, обеспечивающие связь обонятельной сенсорной системы с другими сенсорными системами и организацию на этой основе ряда сложных форм поведения — пищевой, оборонительной, половой и т. д.

