


*Красноярский государственный медицинский университет
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого
Кафедра нервных болезней, медицинской реабилитации с курсом ПТО*

Анатомия и физиология периферического отдела вестибулярного анализатора

Асс., к.м.н. Ляпин А.В.

Вестибулярный аппарат — парный, симметрично расположенный в пирамидах височных костей сенсорный орган, представляющий собою замкнутую многобарьерную систему, отличающийся высокими гемодинамическими, физическими, гуморальными, механическими и гидродинамическими константами, обеспечивающими высочайший гомеостаз системы в целом.

Вестибулярный аппарат относится к гравитационно-зависимым сенсорным системам, является многомерным биологическим преобразователем механической энергии угловых и линейных ускорений в сигналы о положении и движении тела. Его многомерность обеспечивается наличием расположенных в разных плоскостях трех пар полукружных каналов и отолитового прибора, состоящего из пары утрикуллюсов и пары саккуллюсов. Вся эта система наполнена жидкостью - эндолимфой.

A faint, light-colored anatomical illustration of the human ear is visible in the background, showing the external ear, ear canal, and the complex internal structure of the labyrinth within the temporal bone.

***Строение и положение
лабиринтов в височной
кости***

Внутреннее ухо (лабиринт) — расположено внутри пирамиды височной кости между барабанной полостью и внутренним слуховым проходом; состоит из полукружных каналов, преддверия, канала улитки.

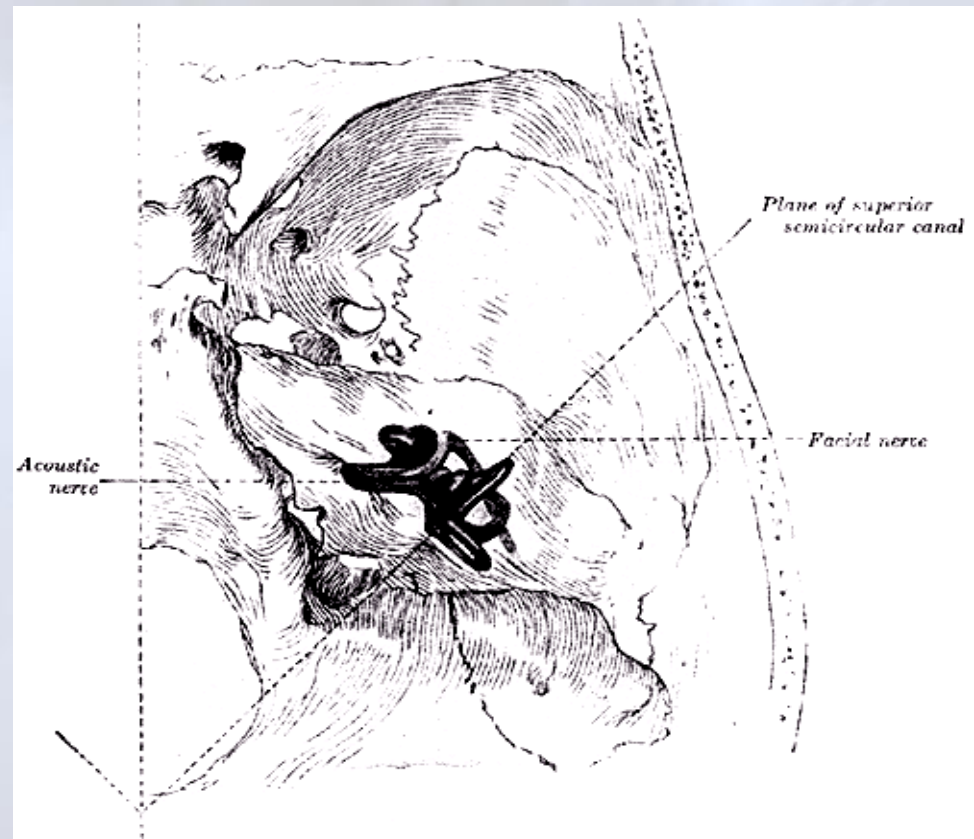
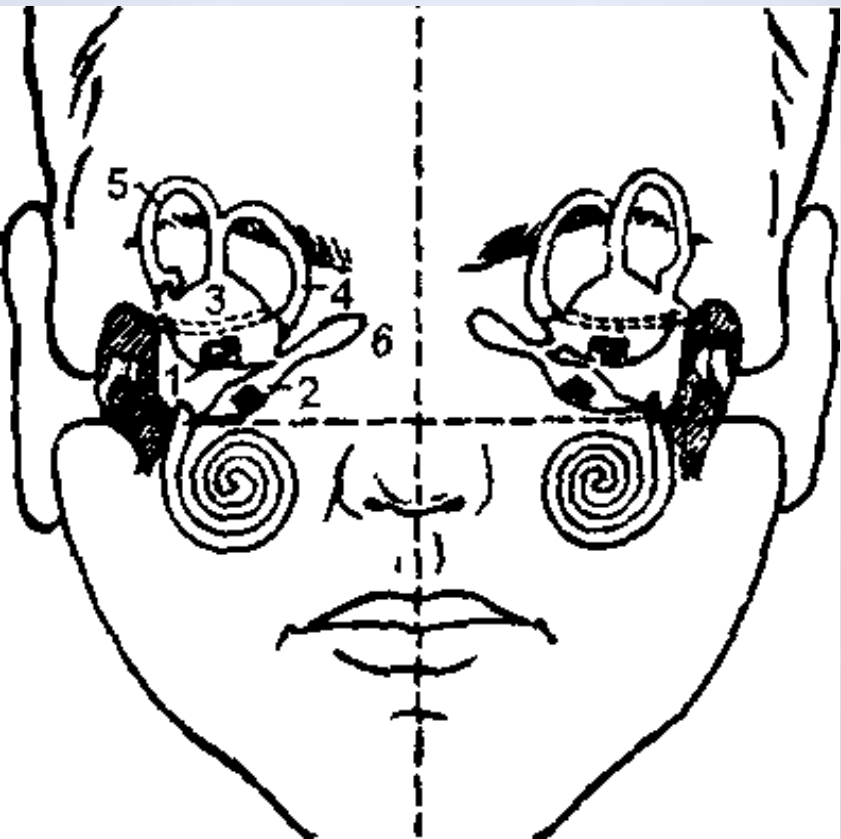


Схема расположения костного лабиринта — (вид сверху)

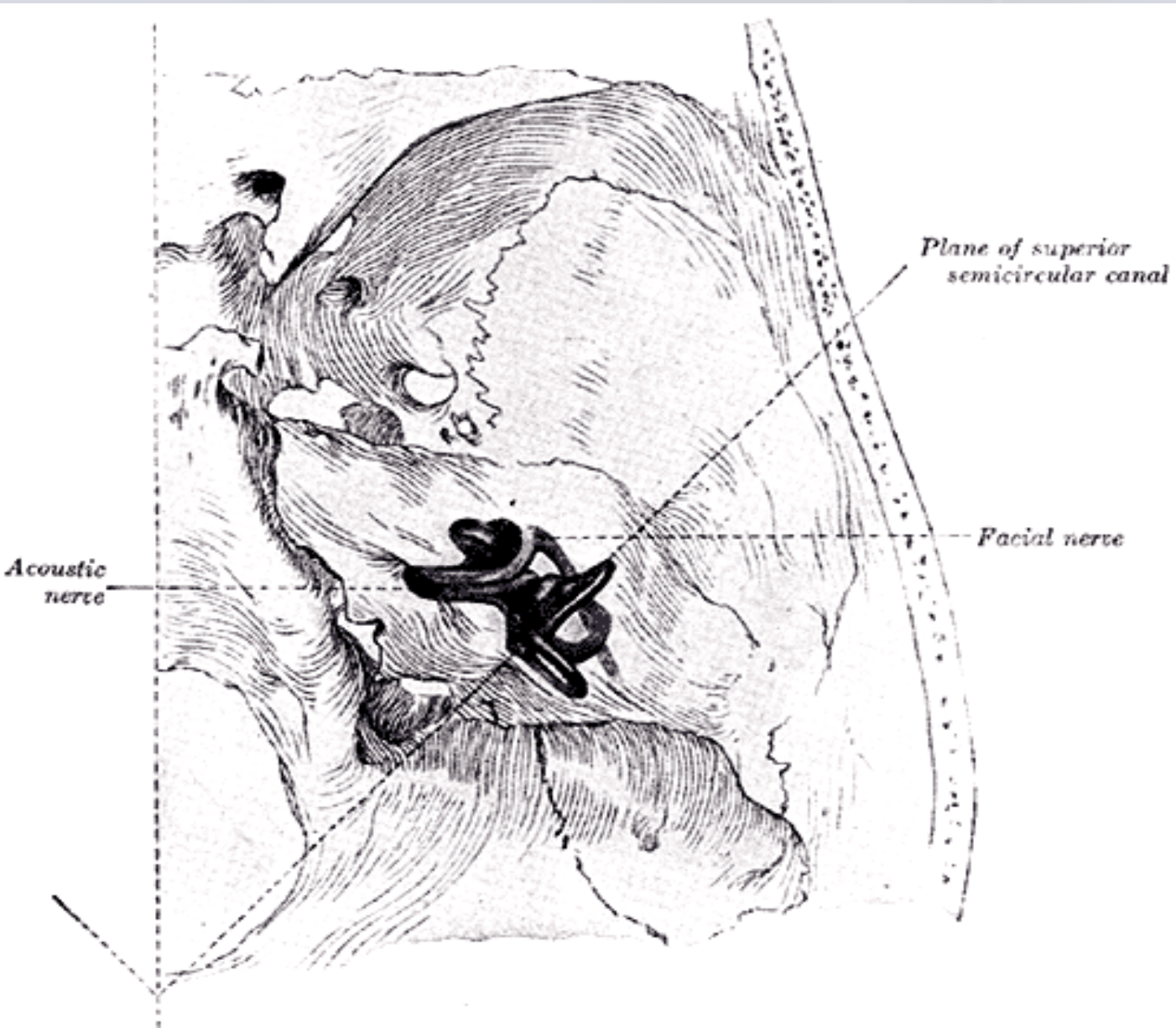


Схема строения костного лабиринта (на схеме отсутствует вся латеральная стенка лабиринта. Видна внутренняя поверхность медиальной стенки):



Схема строения костной улитки

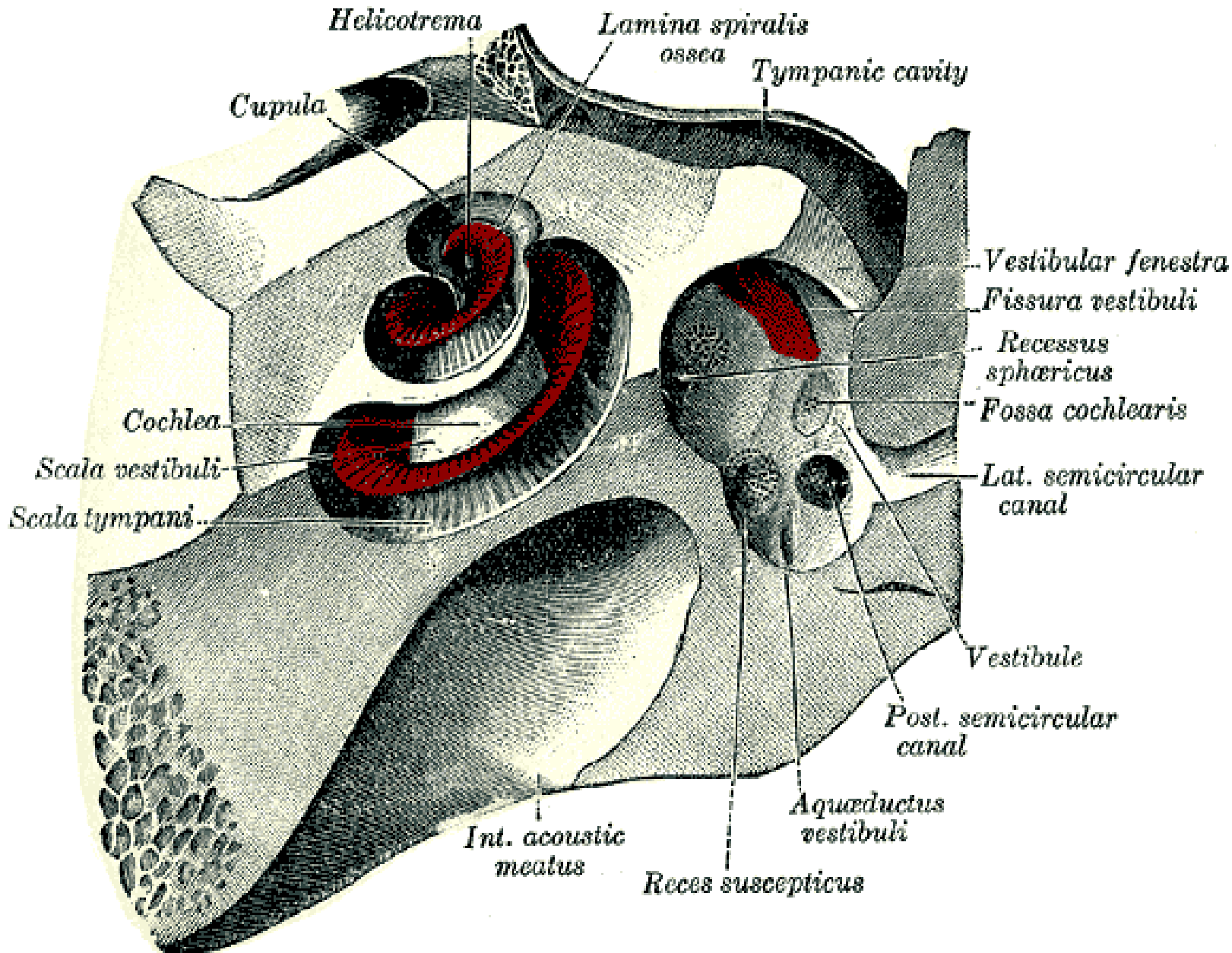
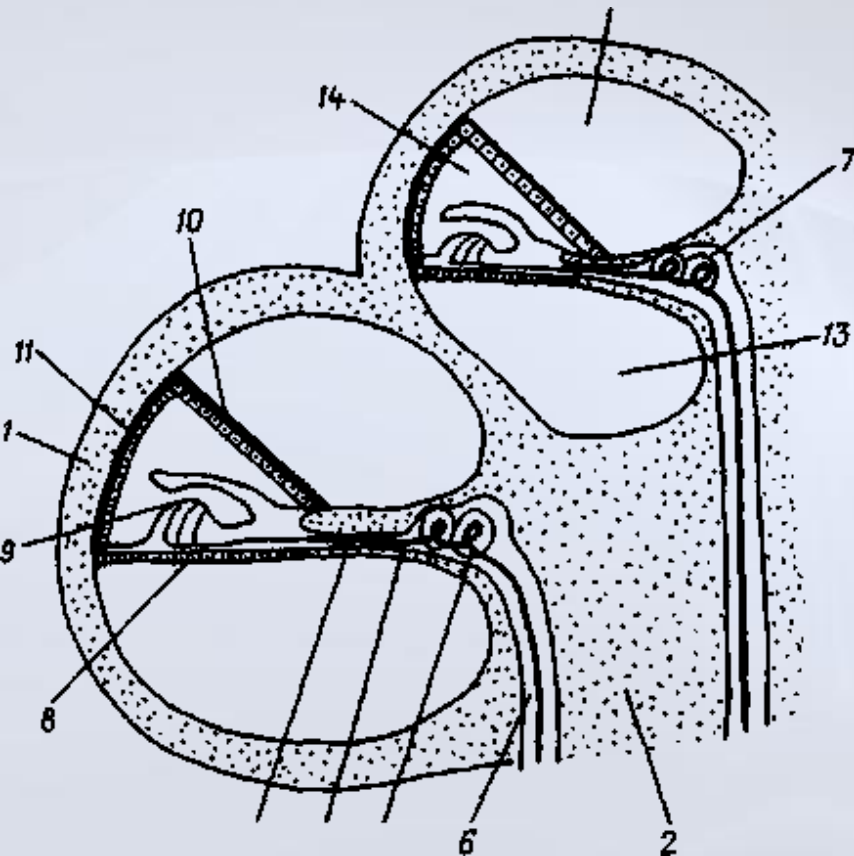


Схема строения костной улитки



1. спиральный канал улитки;
2. стержень;
3. спиральная костная пластинка;
4. узкая полость в спиральной костной пластинке;
5. спиральный канал стержня;
6. продольные каналы стержня;
7. спиральный узел (кортиев);
8. барабанная стенка (спиральная мембрана) состоит из соединительнотканых волокон, идет в плоскости и направлении костной спиральной пластинки;
9. спиральный орган (кортиев орган) воспринимает механические колебания перилимфы лестницы преддверия и барабанной лестницы;
10. преддверная стенка улиткового протока (Рейсснера); располагается от конца спиральной костной пластинки — косо вверх к наружной стенке улиткового протока;
11. наружная стенка улиткового протока — срастается с надкостницей наружной стенки спирального канала улитки повторяя его форму;
12. лестница преддверия — заполнена перилимфой;
13. барабанная лестница — заполнена перилимфой;
14. полость протока улитки — заполнена эндолимфой.

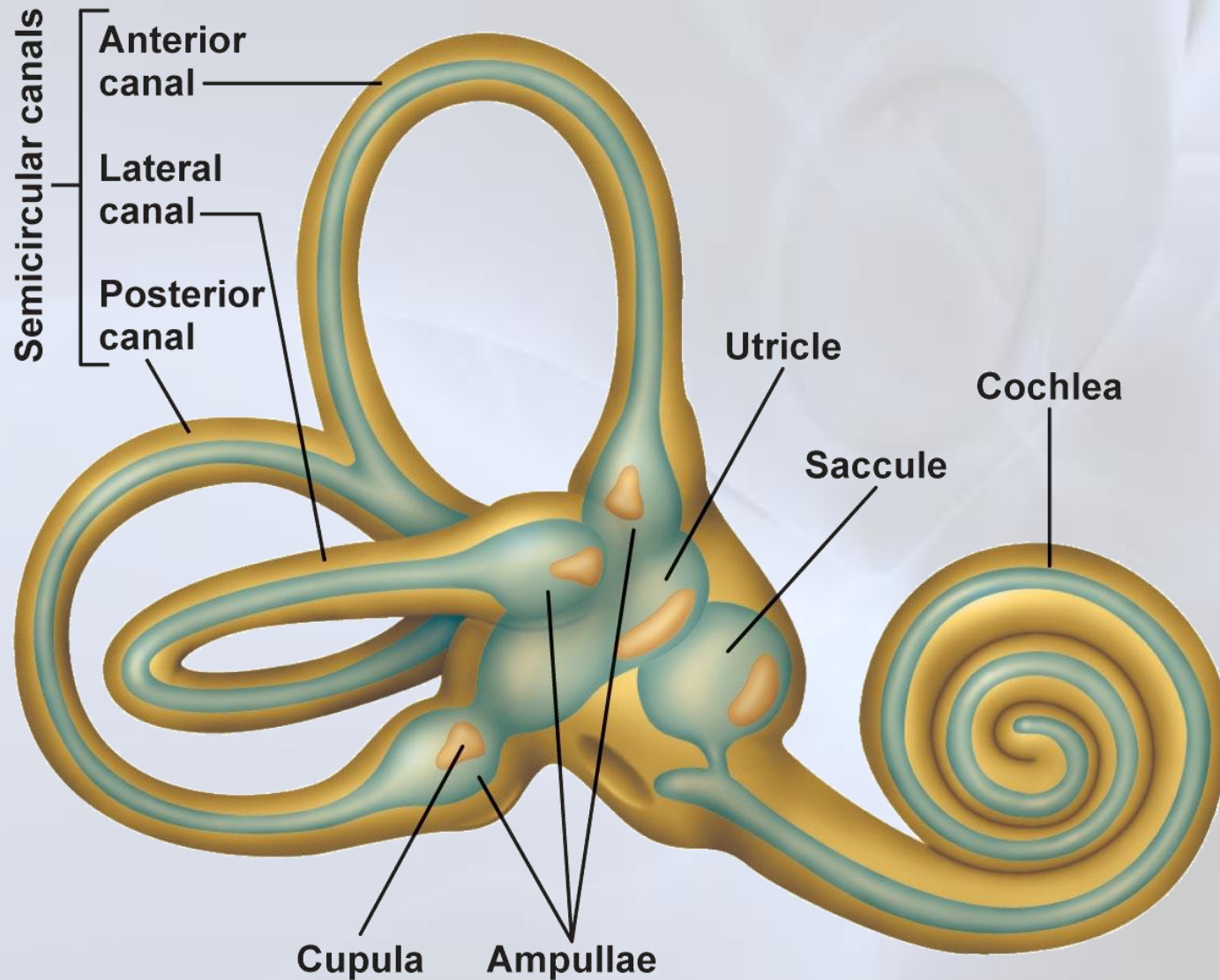
Перепончатый лабиринт расположен внутри костного лабиринта. В нем выделяют три части:

- полукружные каналы**
- преддверие**
- проток улитки.**

Между внутренней поверхностью костного лабиринта и перепончатым лабиринтом остается пространство, которое заполняется перилимфой (жидкость Котуньо).

Полость перепончатого лабиринта заполнена эндолимфой — жидкость Скарпы).

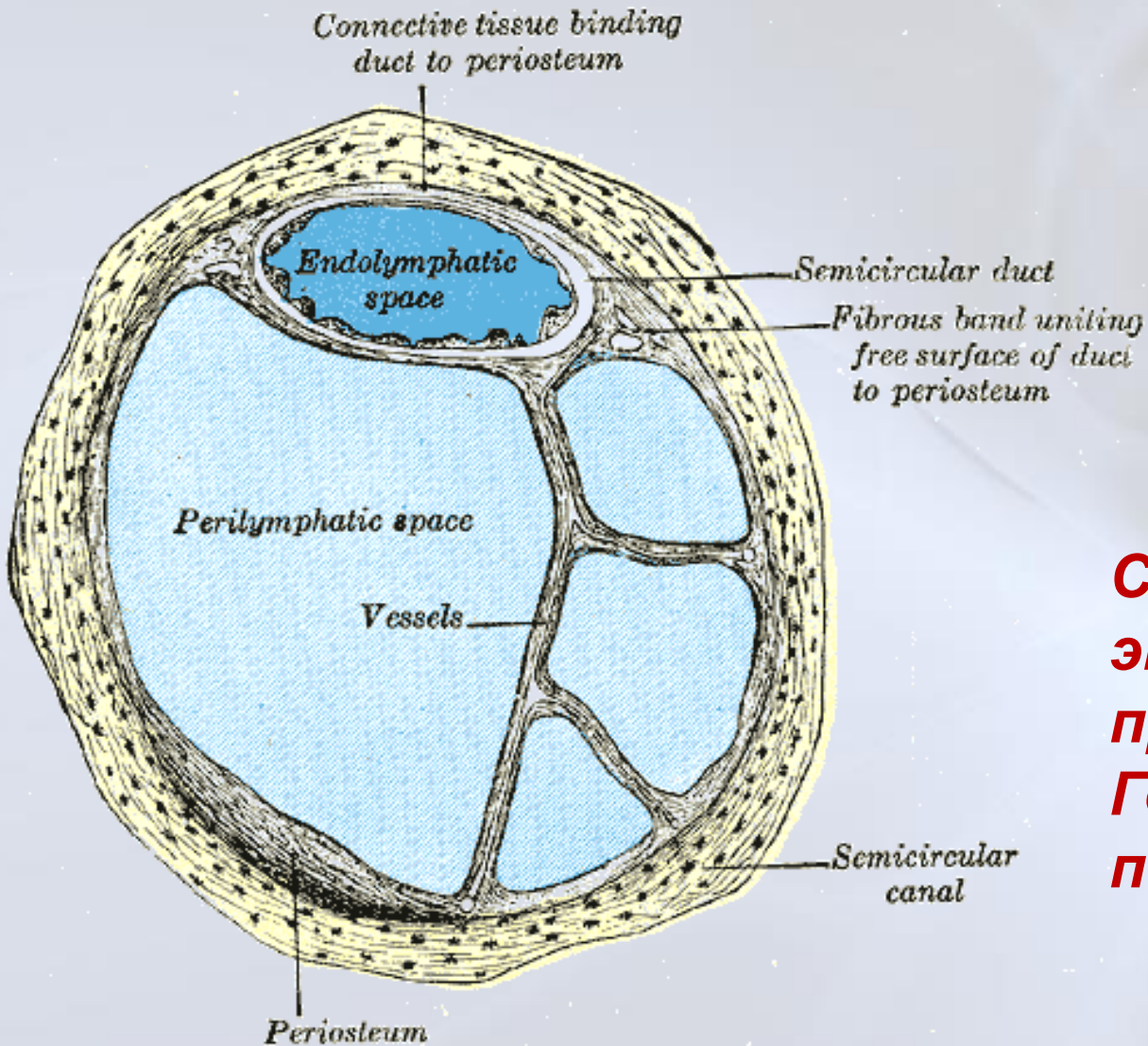
Схема строения перепончатого лабиринта



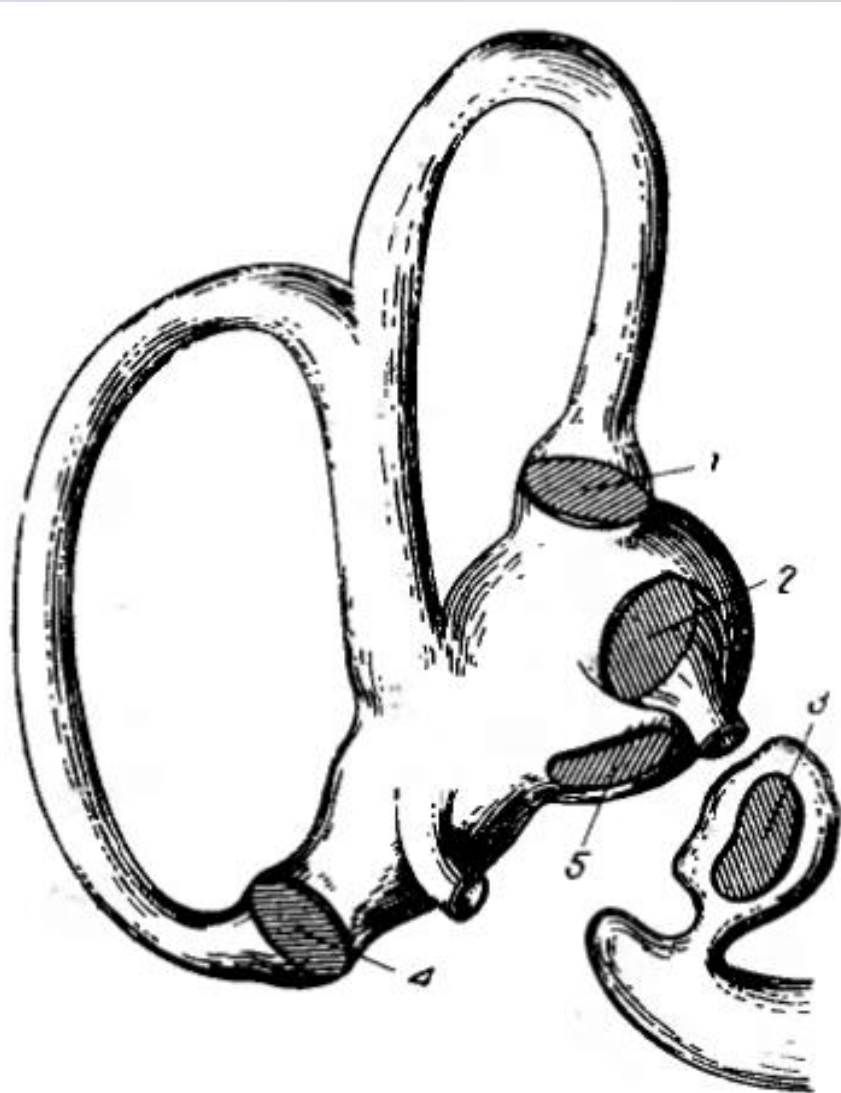


***Анатомия и физиология
полукружных каналов***

Поперечный срез полукружного канала

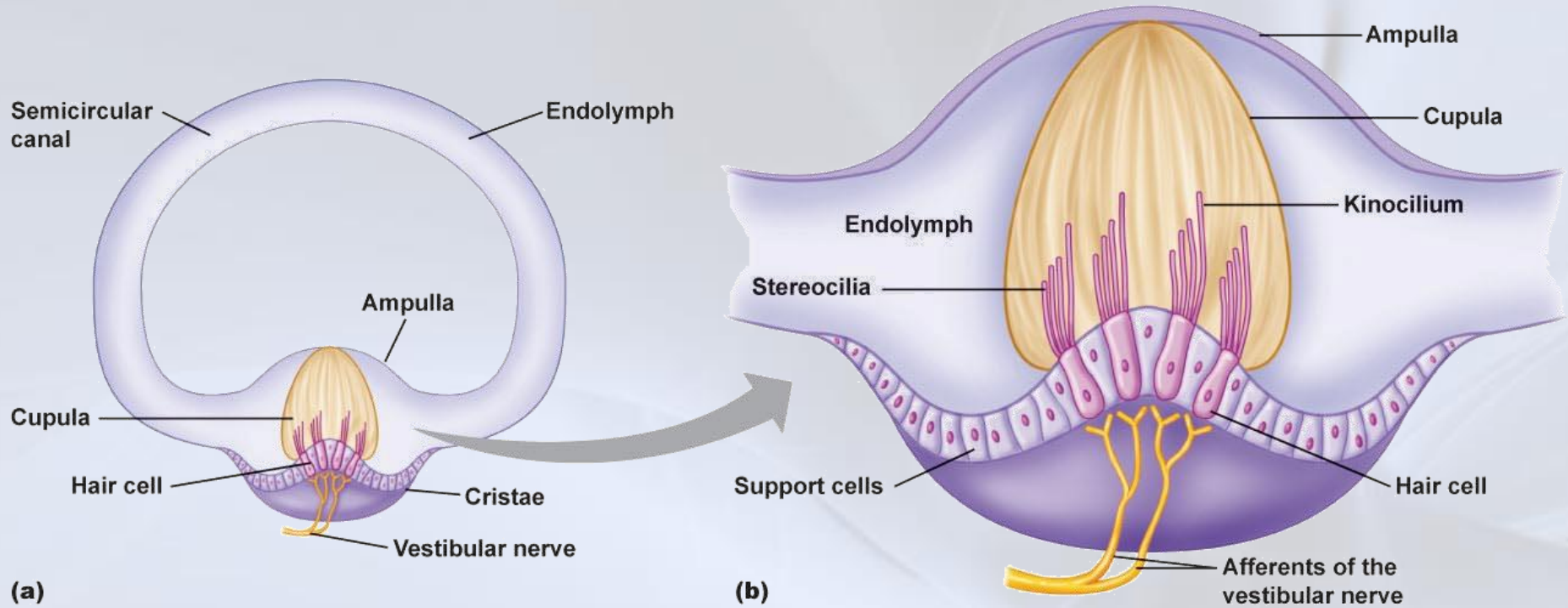


**Синий цвет –
эндолимфатическое
пространство
Голубой цвет -
перилимфатическое**



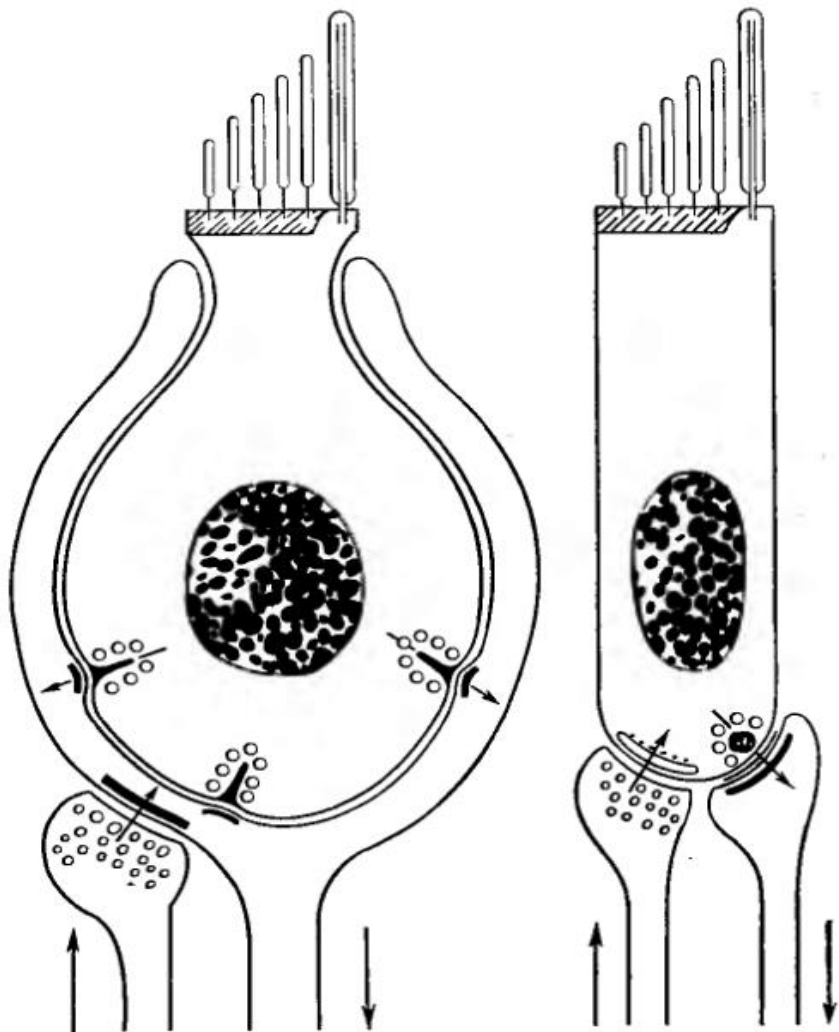
В каждом полукружном канале на одном из его отделов имеется расширение (ампула), на стенке которой находится возвышение в форме полумесяца, направленное вершиной в просвет ампулы, называемое ампулярным гребнем (1,2,4). В этом гребне расположена рецепторная часть вестибулярного нерва, состоящая из чувствительных нейроэпителиальных волосковых клеток и поддерживающих их опорных клеток.

Схема строения вестибулярного рецепторного органа

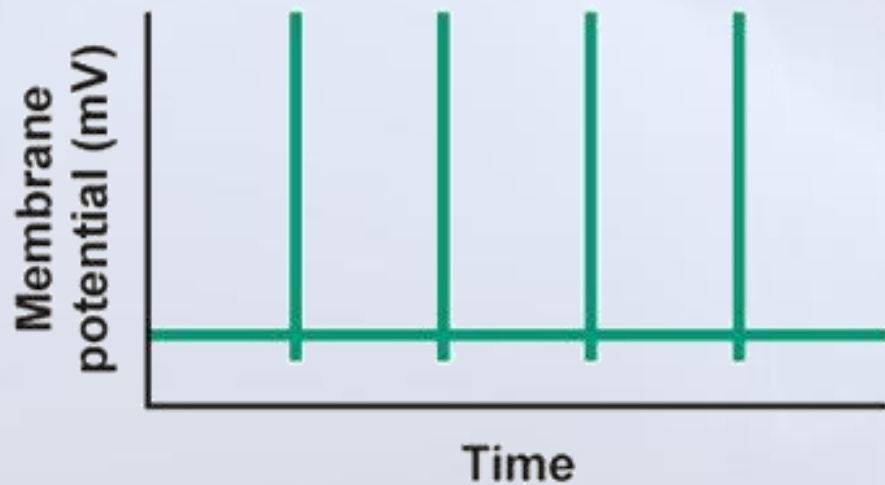
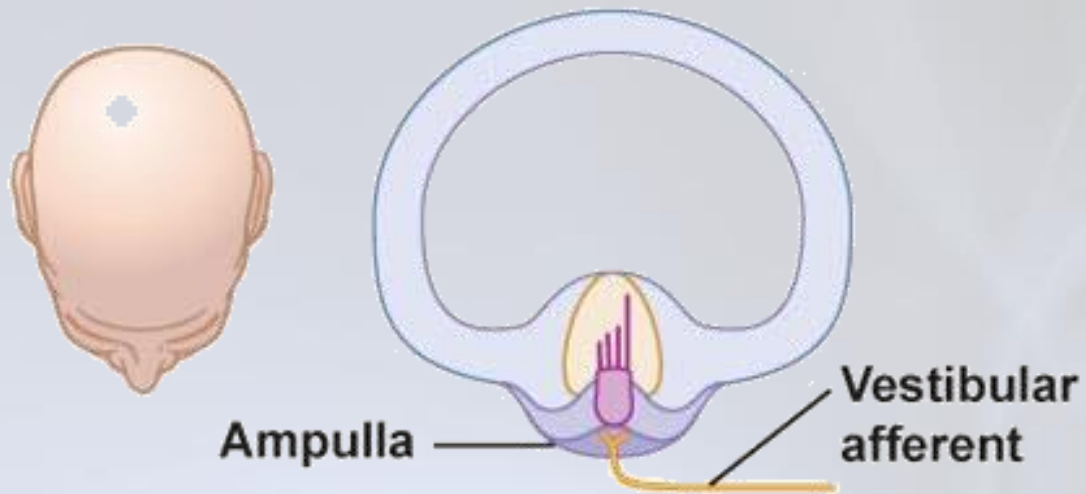


© 2011 Pearson Education, Inc.

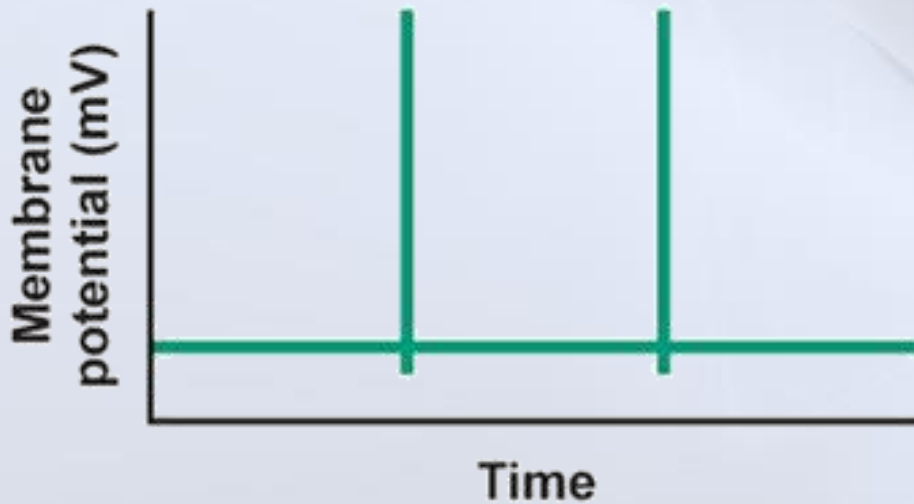
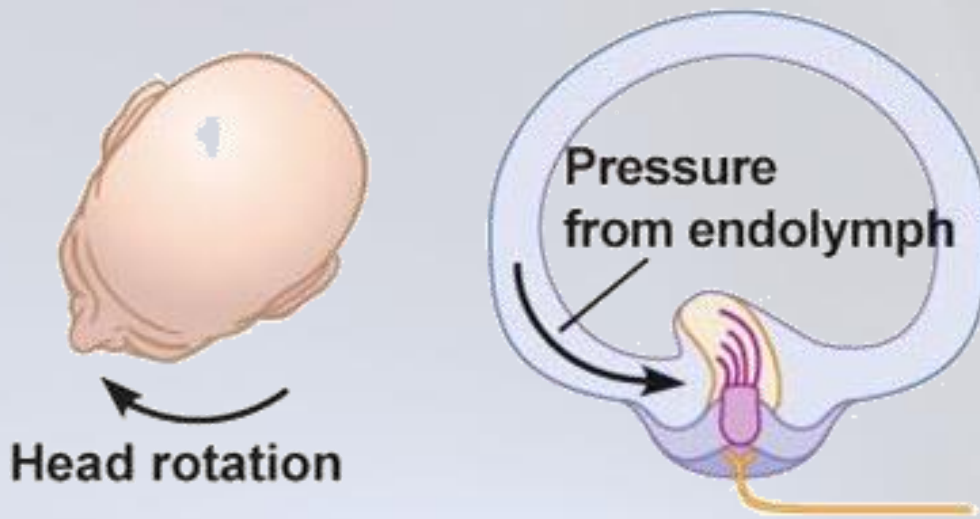
Между ампулярным гребнем и *cupula terminalis* имеется узкое субкупулярное пространство, что дает возможность купуле вместе с током эндолимфы смещаться относительно ампулярного гребня, деформируя при этом волоски сенсорных клеток и вызывая тем самым появление потенциала действия нейрона.



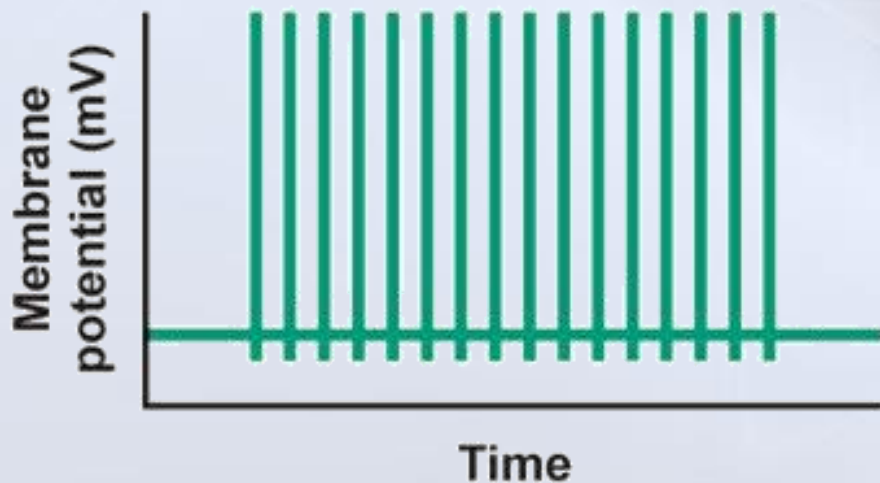
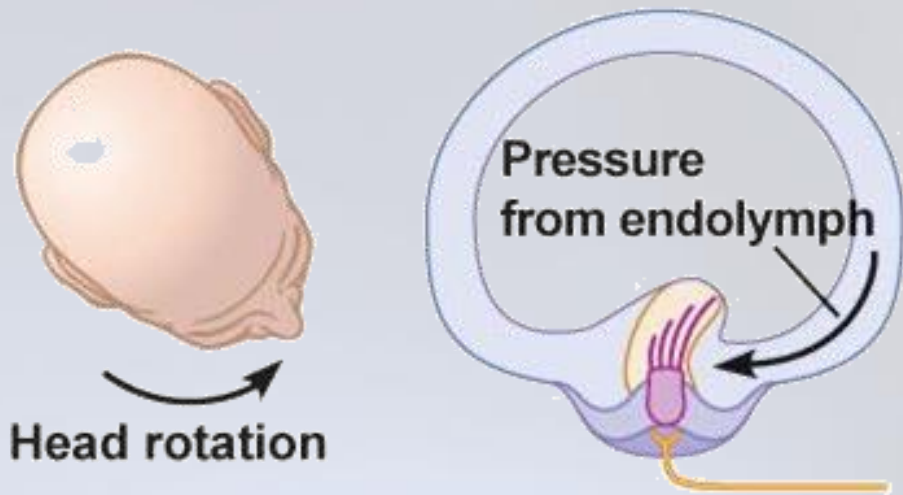
Рецепторы мешочков преддверия и ампул представлены двумя типами механорецепторов — клетками I типа (колбовидные, кувшинообразные, филогенетически более молодые) и клетками II типа (цилиндрические, более древние).



Состояние покоя – потенциал покоя



Движение жидкости от киноцилия (ампулофугальный ток)– угнетение импульсации



Движение жидкости в направлении киноцилия (ампулопетальный ток)– возбуждение

ЗАКОНЫ ЭВАЛЬДА

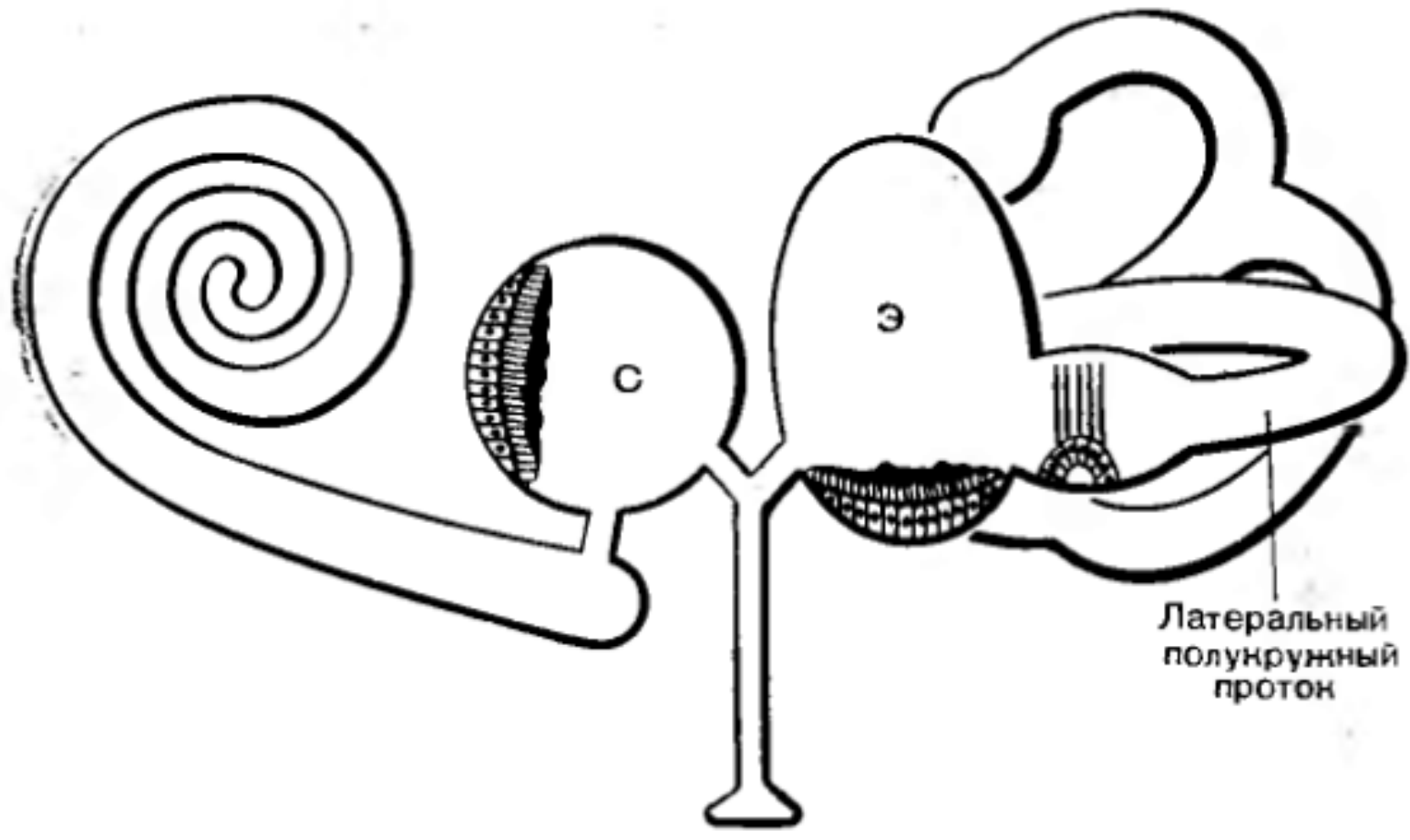
- 1. Движение эндолимфы в горизонтальном полукружном канале от ножки к ампуле вызывает нистагм в сторону раздражаемого уха. Движение эндолимфы от ампулы к ножке вызывает нистагм, направленный в сторону нераздражаемого уха.**
- 2. Движение эндолимфы к ампуле для горизонтального полукружного канала является более сильным раздражителем, чем ток эндолимфы от ампулы.**
- 3. Для вертикальных каналов эти закономерности обратные**

"ЖЕЛЕЗНЫЕ" ЗАКОНЫ В.И. ВОЯЧЕКА

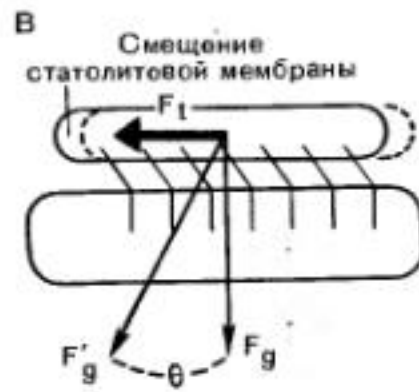
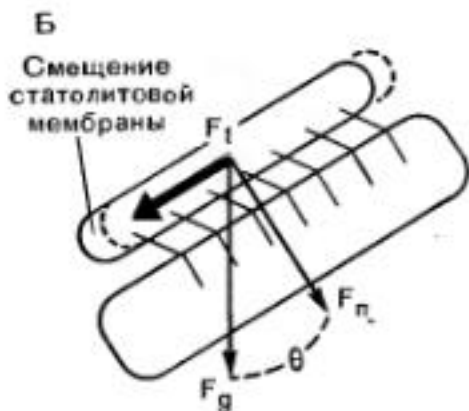
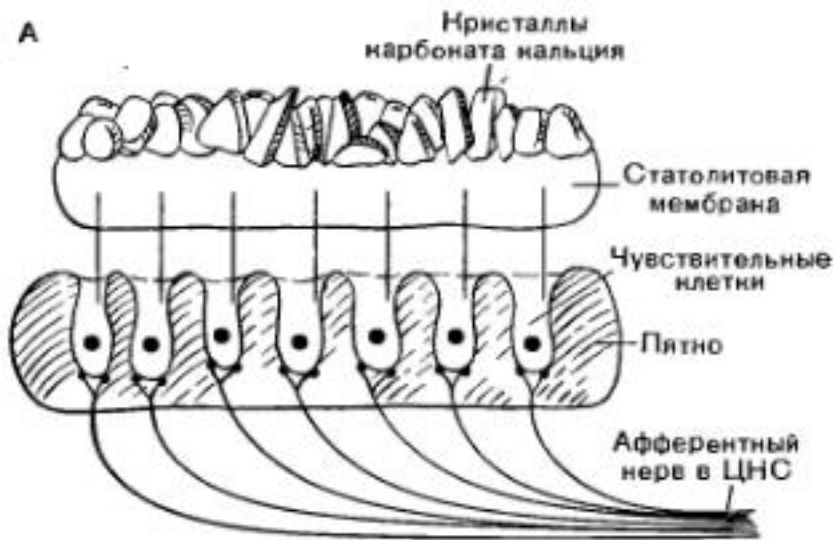
- 1. Нистагм всегда происходит в плоскости вращения.**
- 2. Нистагм всегда противоположен направлению сдвига эндолимфы.**



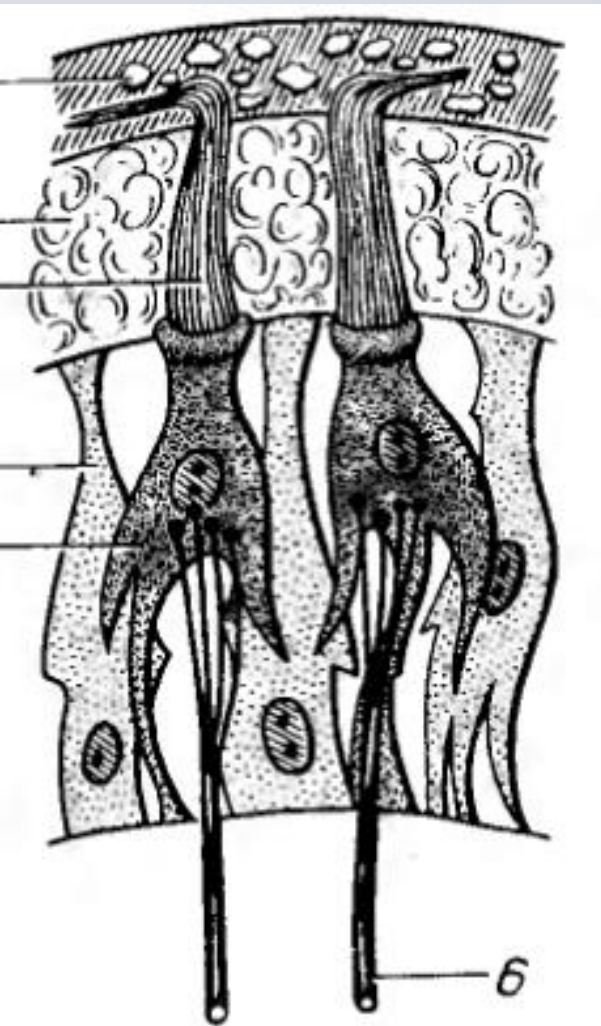
***Анатомия и физиология
отолитового аппарата***



Статоконии сферического мешочка расположены сагиттально, статоконии эллиптического - горизонтально. Первые реагируют преимущественно на прямолинейные ускорения, направленные в сагиттальной плоскости по отношению к телу человека, а вторые - на прямолинейные ускорения, направленные в горизонтальной и вертикальной плоскостях.



Физиологическое (функциональное) предназначение аппарата статоконий обусловило его строение как гравирецепторного датчика, постоянно регистрирующего величину земного притяжения и прямолинейные ускорения. Размер рецептивного поля пятен не превышает 1 мм².



Сенсорный эпителий пятен отолитовой части ВА содержит воспринимающие (рецепторные) волосковые клетки, на верхних поверхностях которых имеется по 60-80 волосков.

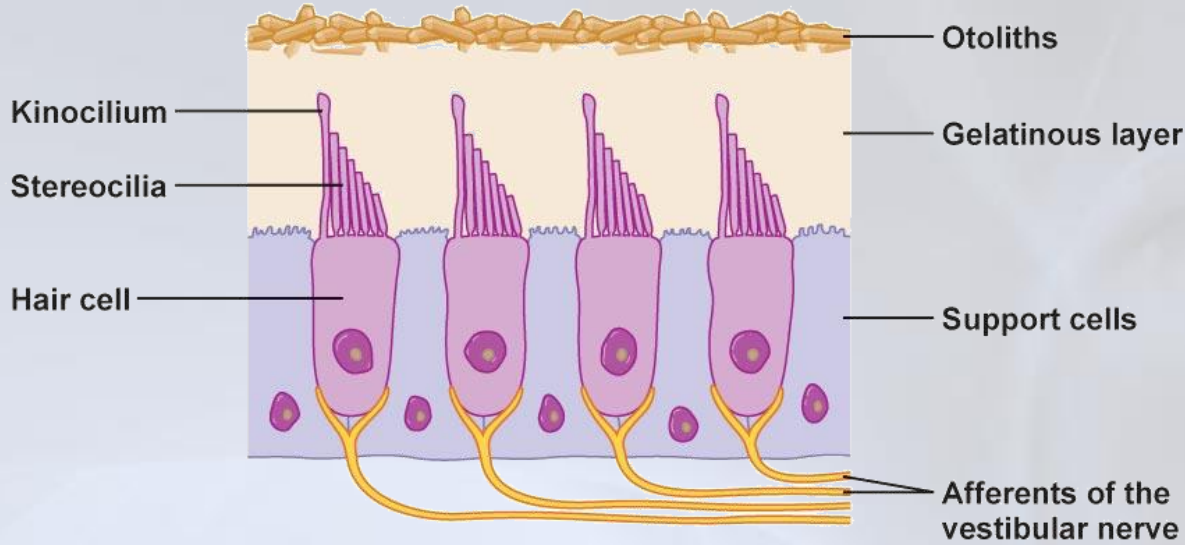
Волоски сенсорных клеток покрыты студенистой мембраной, содержащей кристаллы карбоната кальция (статоциты).

Без поступательного движения возникает смещение отолитовой мембраны в направлении наклона.

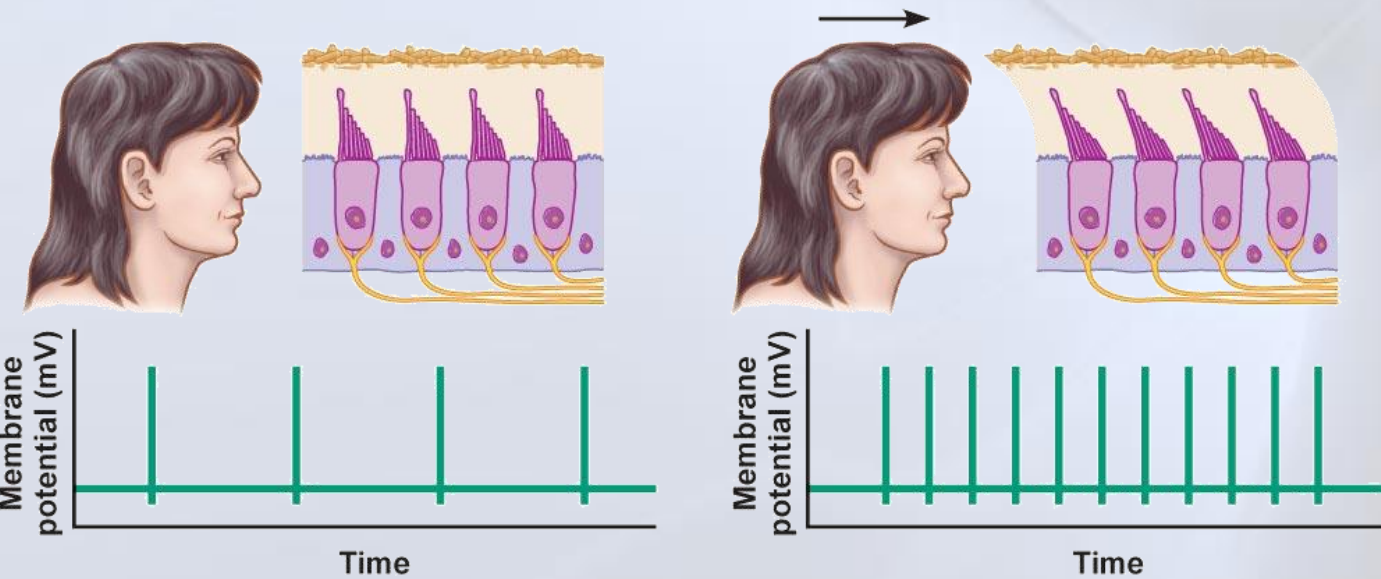
Это влечет за собой цепь вестибулосоматических реакций, направленных на коррекцию позы и удержание равновесия, и одновременно обуславливает возникновение ощущения, отражающего отношение собственных координат тела (головы) к основным координатам пространства.

Эти так называемые статические вестибулярные ощущения лежат в основе формирования образов пространства и его психического отражения. постоянно действующая в покое спонтанная активность рецепторов, которая выполняет двойственную функцию: обеспечивает осевую симметрию мышечного тонуса при равенстве билатеральной афферентации и коррекцию равновесия путем генерации защитных движений в случае возникновения асимметрии в спонтанной миотонической активности.

Физиология отолитового аппарата



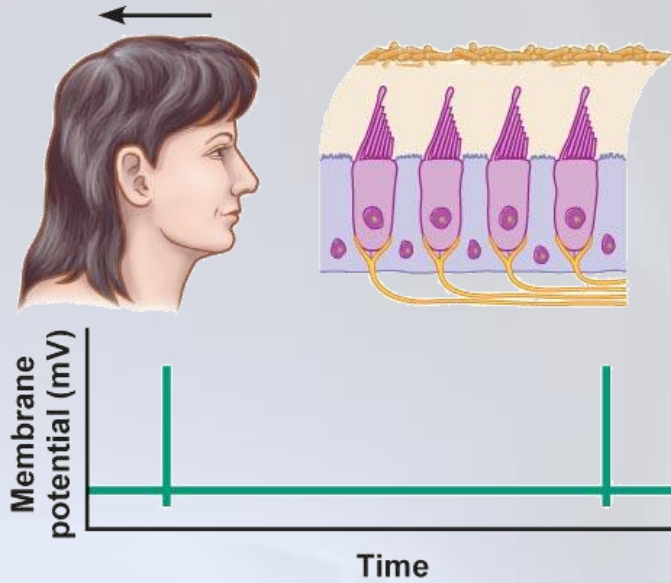
(a)



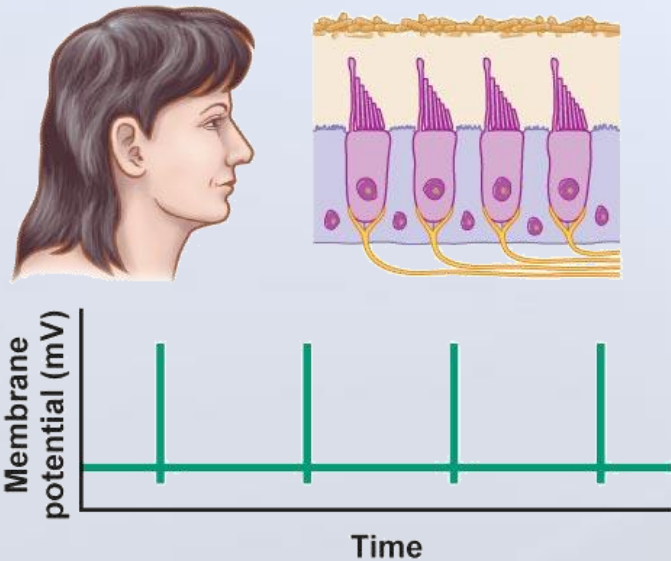
(b) Rest or constant motion

(c) Forward acceleration

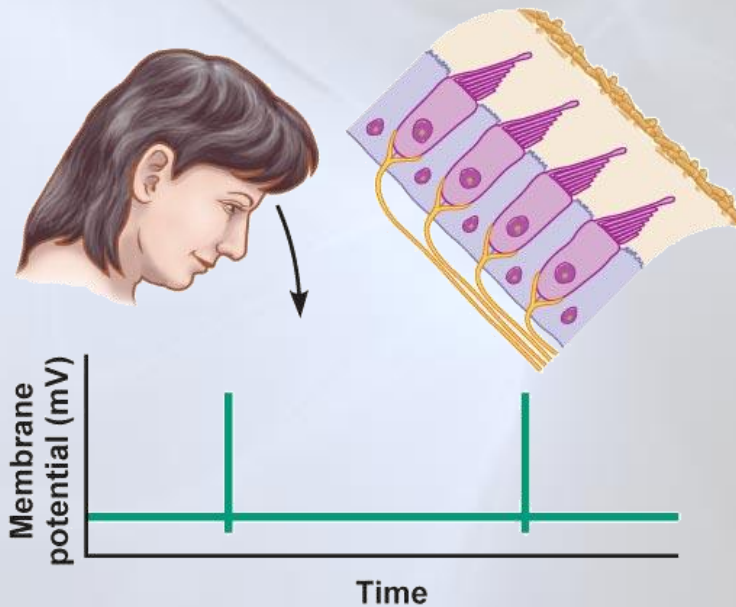
Физиология отолитового аппарата



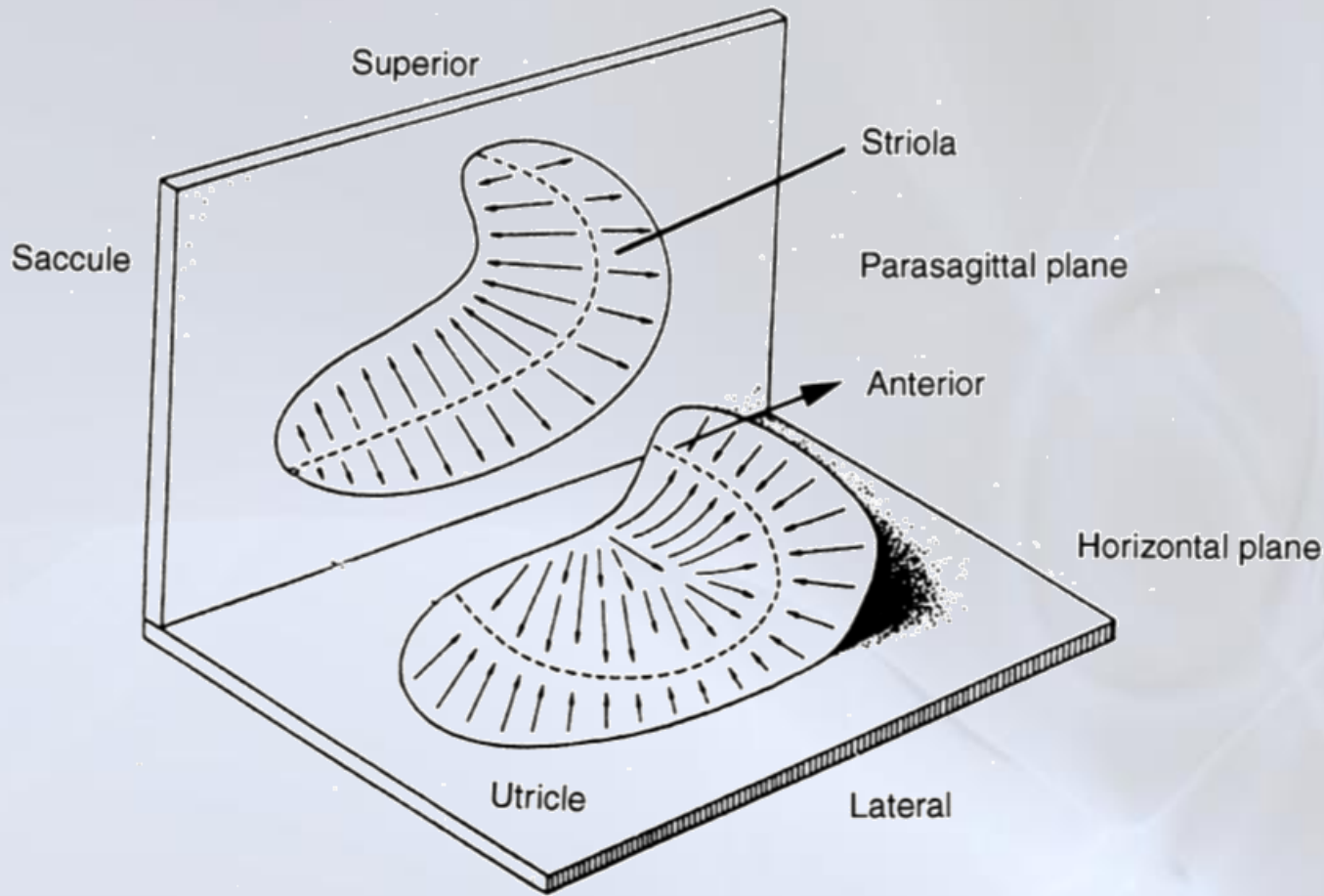
(d) Backward acceleration



(e) Head upright

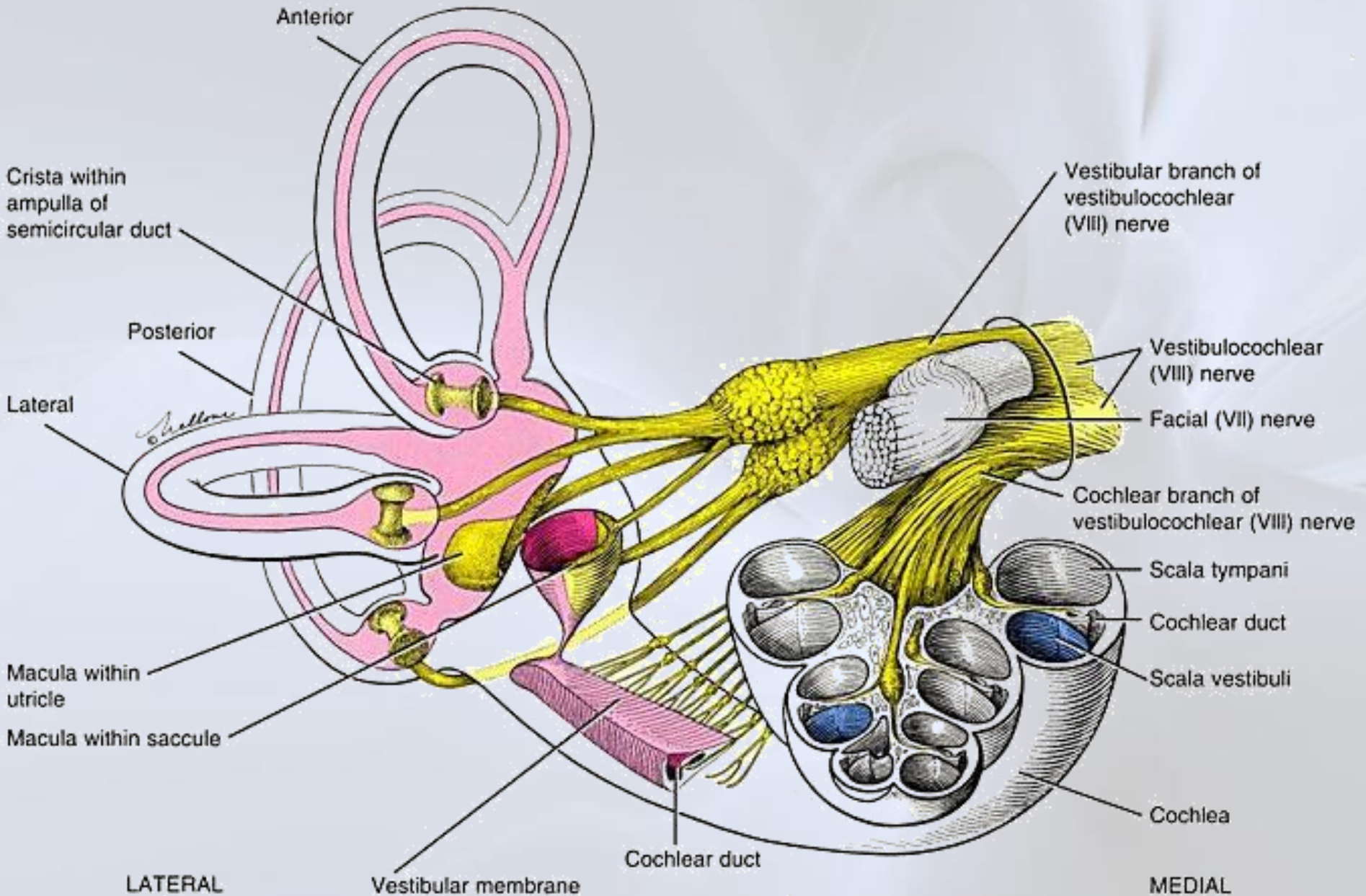


(f) Head tilted forward



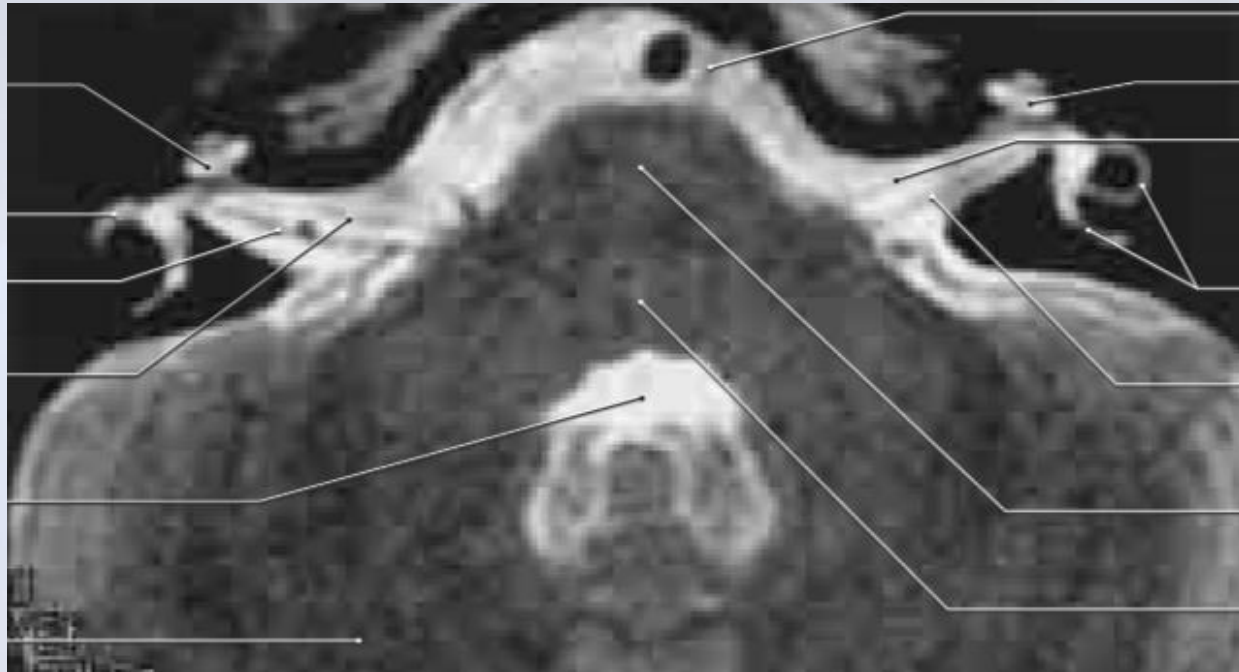
***Топика ориентации стереоцилей
(наибольшая чувствительность по
ходу стрелок в направлении стриолы)***

Вестибуло-кохлеарный нерв



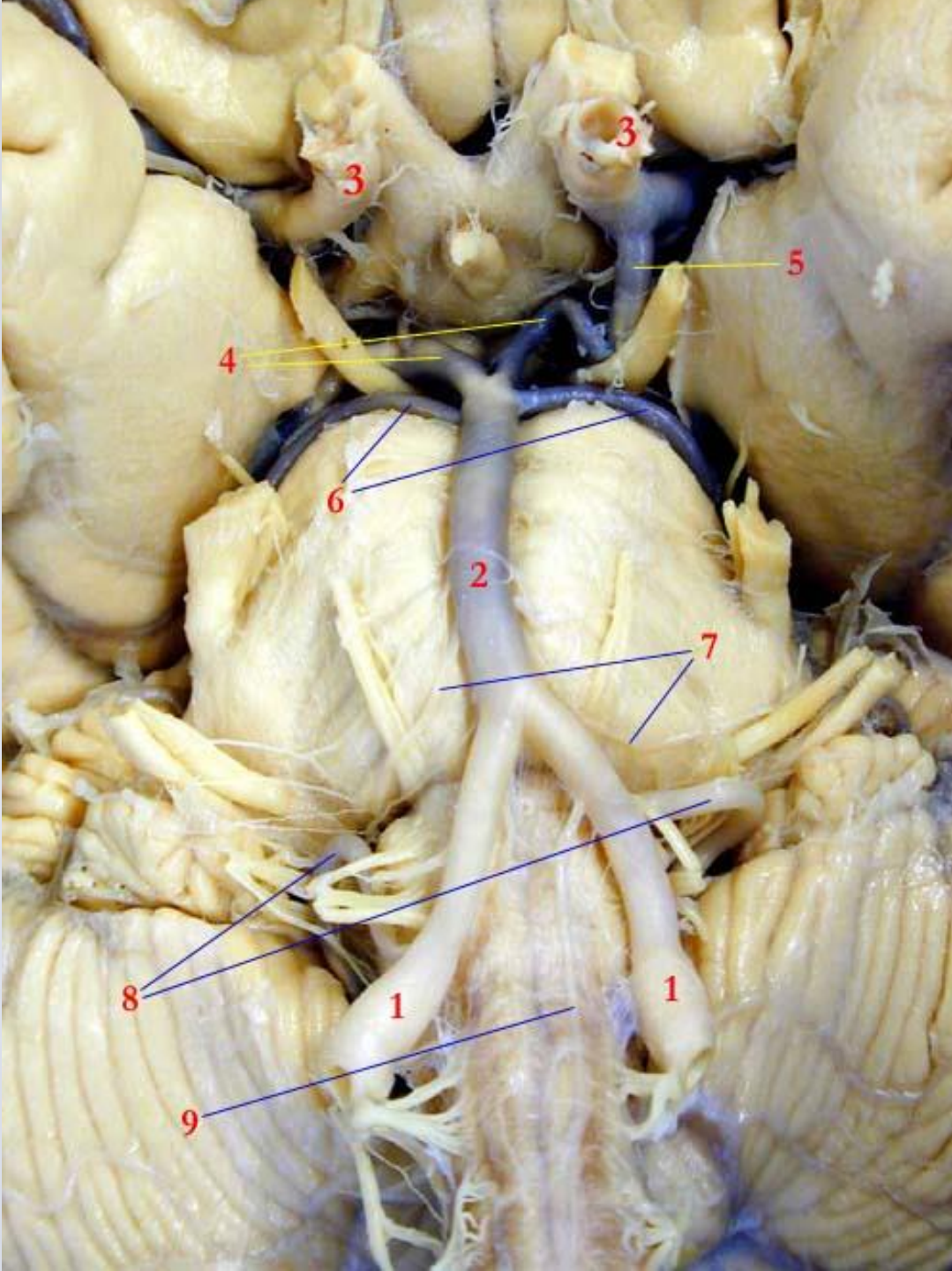
(b) Parts of the vestibulocochlear (VIII) nerve of the right ear

Вестибуло-кохлеарный нерв и лабиринт при МРТ



Улитка
Полукружн.
Каналы
VIII
пара ЧМН
IV желудочек
Мозжечок

Основная арт.
Улитка
VIII Пара ЧМН
(улитковая часть)
Полукружн.
Каналы
VIII Пара ЧМН
(вестиб. часть)
Мост
Покрышка

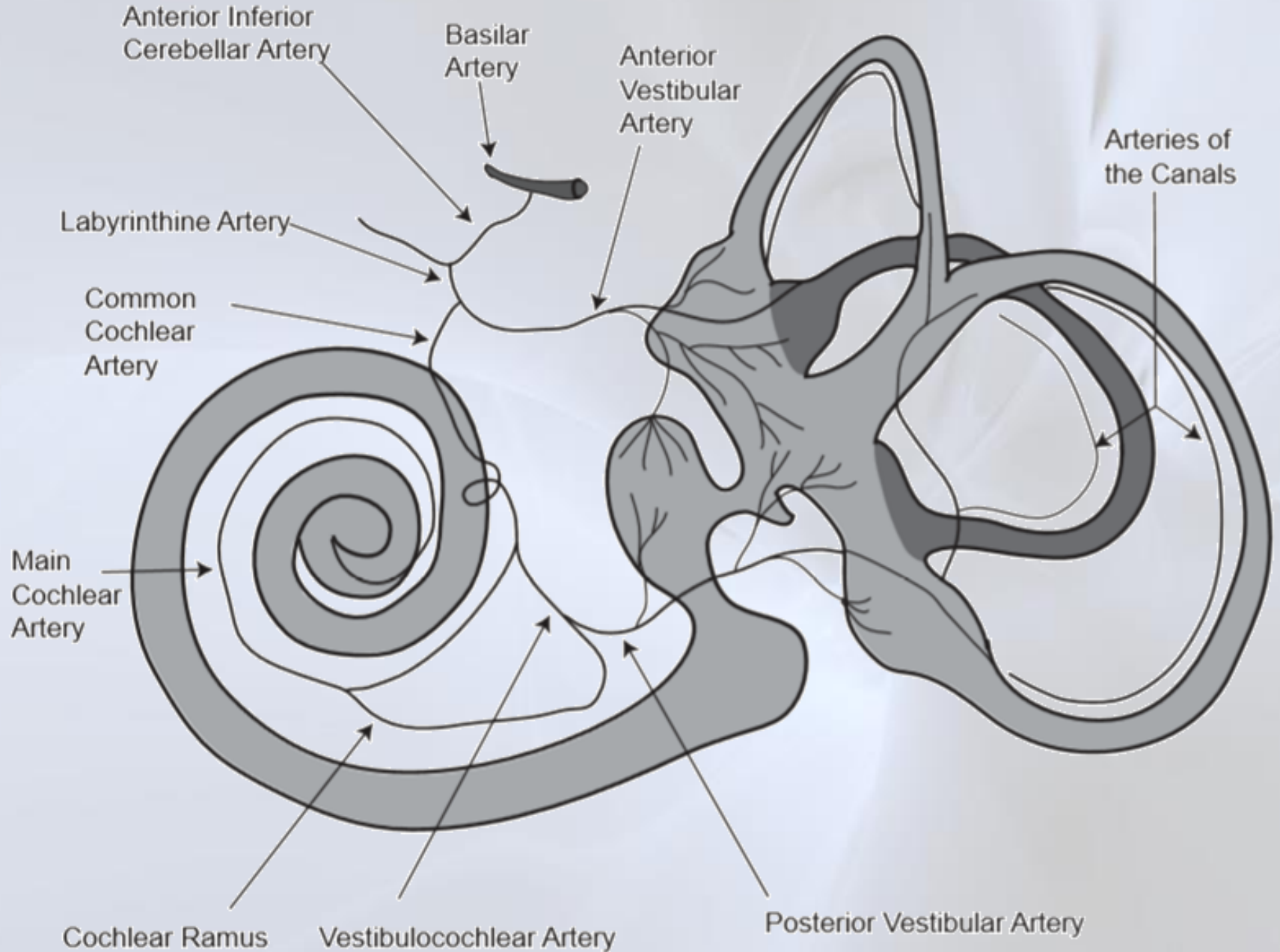


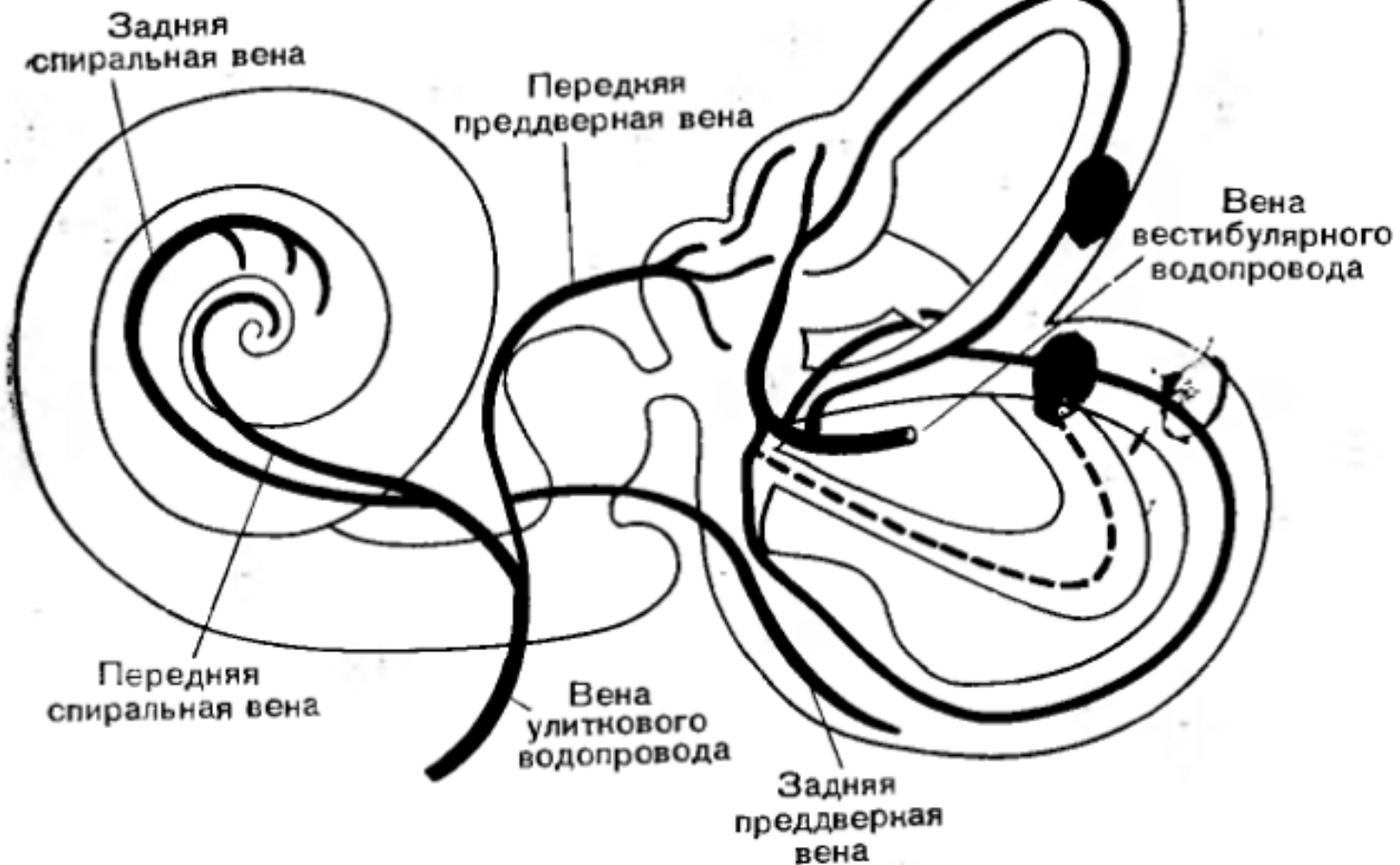
Вертебро-базиллярный бассейн:

- 1.A. vertebralis**
- 2.A. basillaris**
- 3.A. carotis interna**
- 4.A. cerebri posterior**
- 5.A. communicans posterior**
- 6.A. superior cerebelli**
- 7.A. inferior anterior cerebelli**
- 8.A. inferior posterior cerebelli**
- 9.A. spinalis anterior**

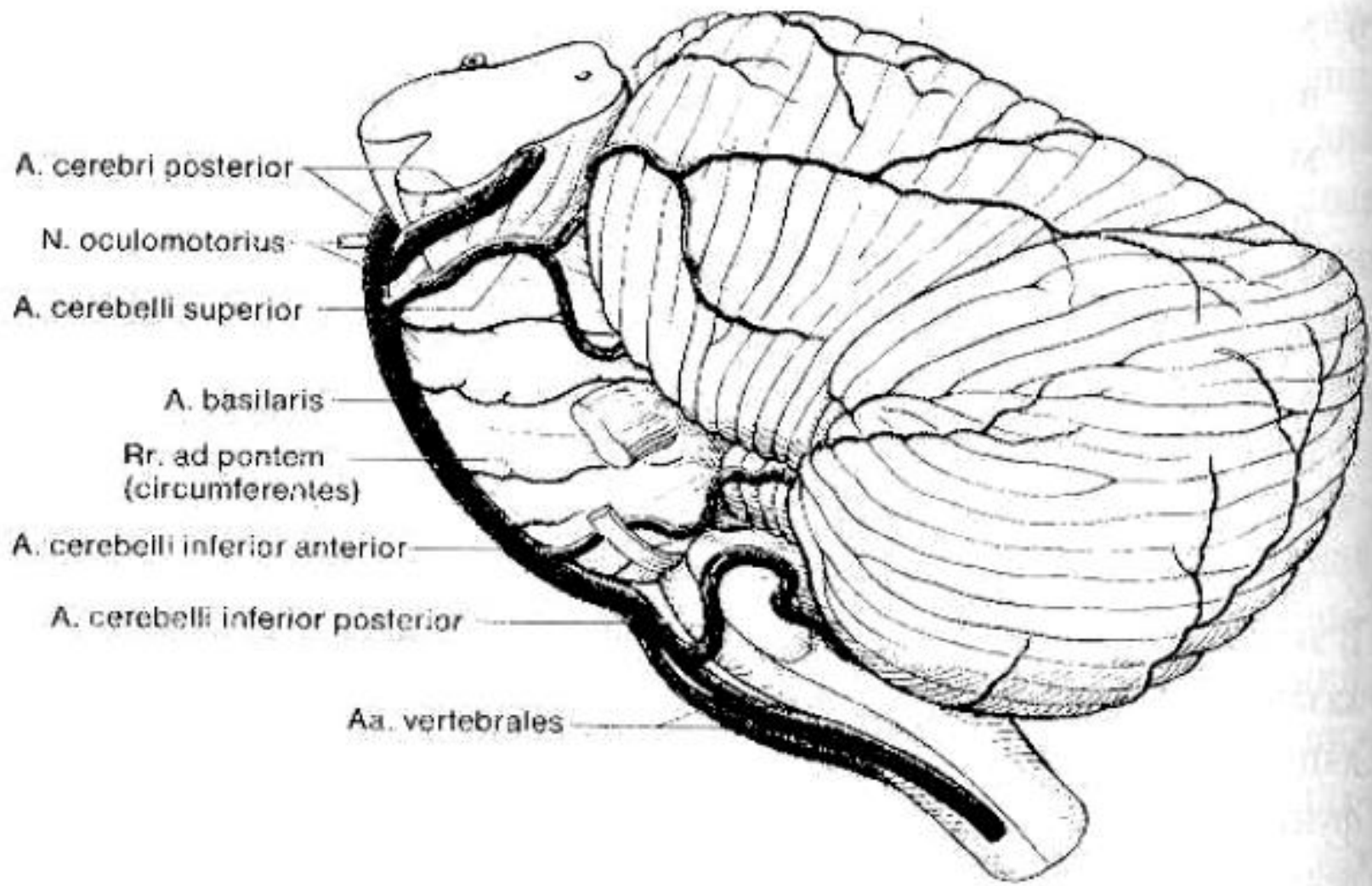
Кровоснабжение вестибулярного аппарата осуществляется лабиринтной (или внутренней слуховой) артерией, которая более чем в 80% случаев является ветвью передней нижней мозжечковой артерии, которая, в свою очередь, отходит от основной артерии.

Кровоснабжение внутреннего уха





Отток крови из лабиринта осуществляется в двух направлениях: из улитки и передней части вестибулярного аппарата через вену водопровода улитки в верхний каменистый синус; из задней части лабиринта через вену вестибулярного водопровода в сигмовидный синус.



Кровоснабжение мозжечка представлено тремя крупными парными артериями, берущими начало от позвоночных и основной артерии - верхняя, передняя нижняя и задняя нижняя артерии мозжечка.