

МОТОРИКА - 1

(регуляция движений)

Проприорецепторы.

Моторные рефлексы спинного мозга.

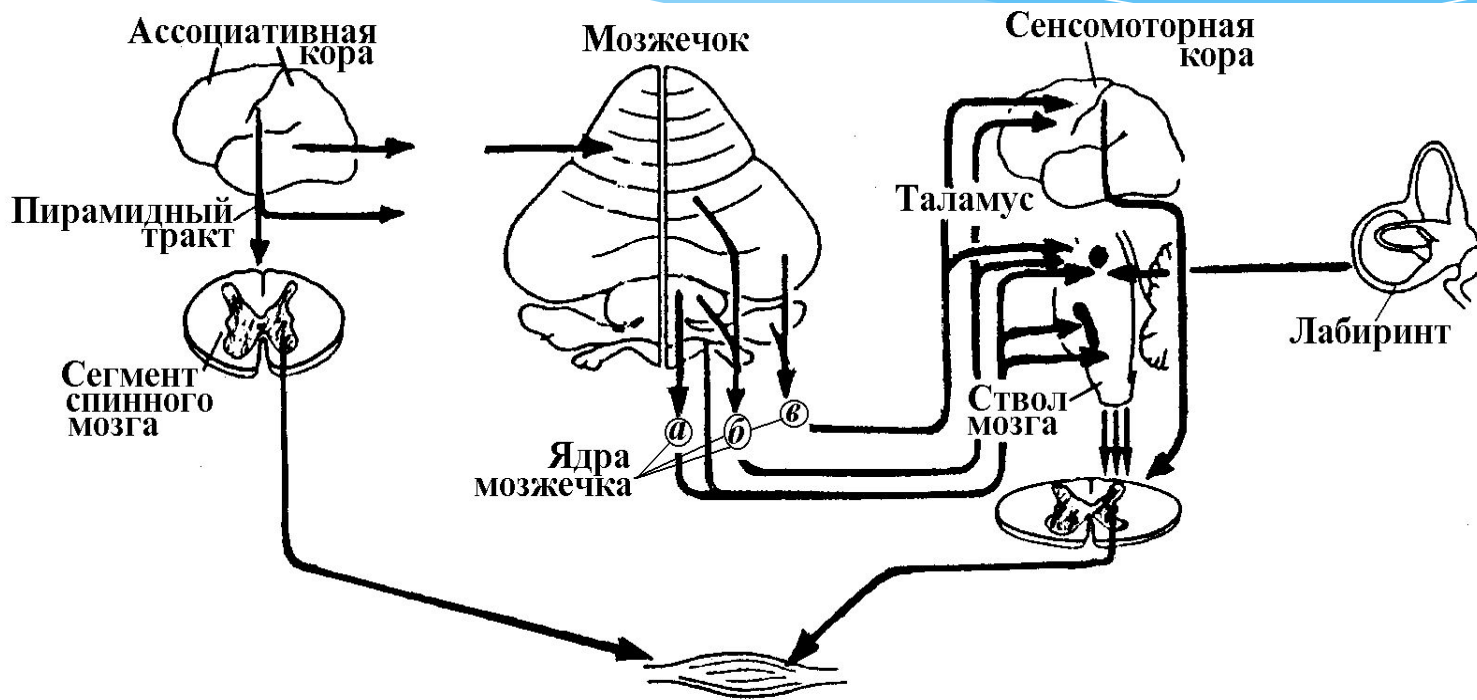
Вестибулярный анализатор.

Моторные рефлексы ствола мозга.

Скелетные мышцы

- * Это самый большой орган – 30-40% массы тела.**
- * Благодаря появлению скелетных мышц животные стали отличаться от растений.**
- * Не исключено, что именно для согласования их сокращений, появилась и эволюционировала нервная система.**

Моторные центры мозга



- * По мере формирования мозга в каждом из его отделов повлялись моторные центры

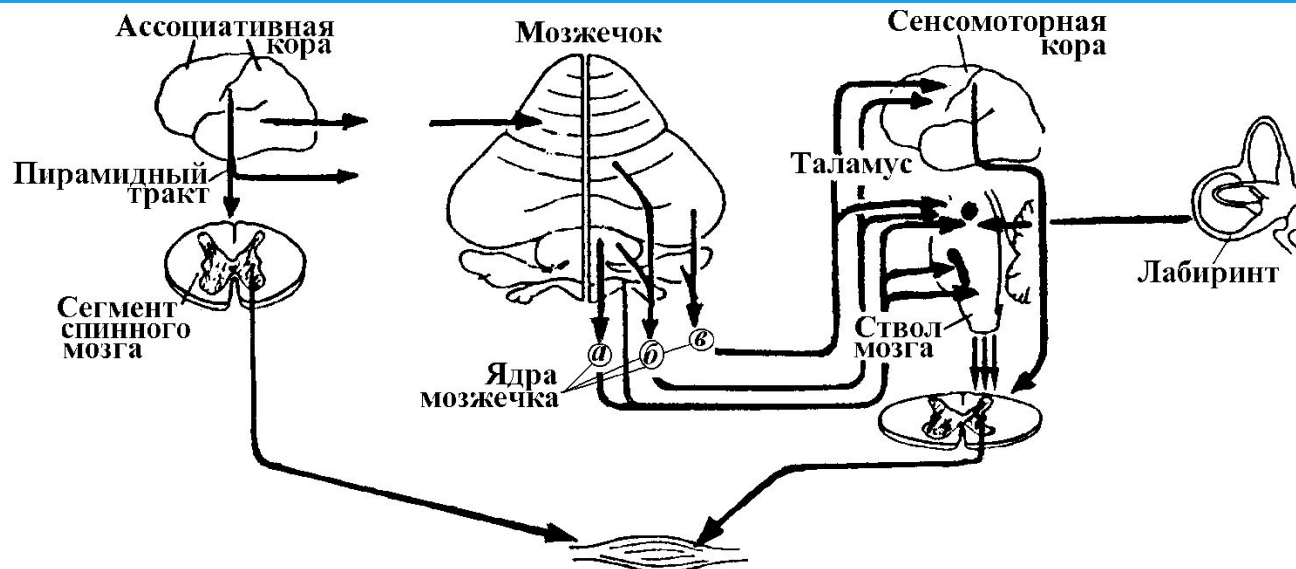
Разновидности движений

- * Сокращение скелетных мышц направлено не только на выполнение истинных **целенаправленных локомоций**, но и на противодействие гравитационным силам, на сохранение позы. Такие движения называются **позными**.
- * Подавляющее большинство движений человека являются рефлекторными - для осуществления их необходимо прохождение нервного импульса через все звенья рефлекторной дуги.
- * Но в моторных центрах ЦНС имеются и **автоматические программы** - циклические процессы, осуществляющиеся даже в отсутствии всяких внешних стимулов.

Рецепторы, участвующие в регуляции моторики

- * *Проприорецепторы,*
- * *Вестибулярный,*
- * *рецепторы кожи,*
- * *зрительный,*
- * *слуховой*
- * *и другие.*

Нервные центры



- * **Многоуровневый** (расположен в различных структурах ЦНС) **нервный центр** обеспечивает человеку возможность выполнения всей разнообразной гаммы движений.
- * Однако, непосредственный выход к мышцам все они получают через мотонейроны спинного мозга (а мышцы лица - мотонейроны ствола головного мозга).

СПИННОЙ МОЗГ

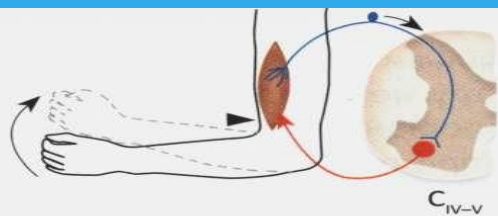


- * В сегментах спинного мозга пул мотонейронов каждой мышцы находится в определенном месте, причем:
- * сгибатели лежат латерально, а разгибатели занимают медиальные участки передних рогов.
- * Основными функциями нервного центра (пула нейронов) являются:
 - а) замыкание рефлекса, выполняемого самим спинным мозгом,
 - б) преобразование управляющих сигналов от верхних этажей ЦНС в команды к конкретным мышечным волокнам.

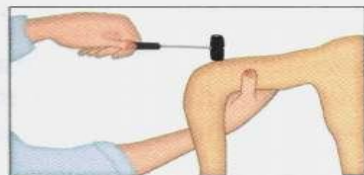
Сухожильный рефлекс



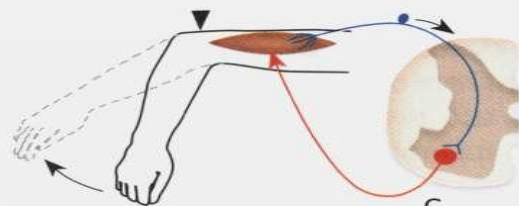
Ліктьовий згинальний рефлекс передпліччя



C_{IV-V}



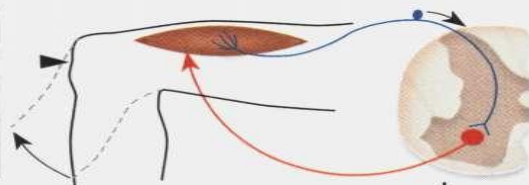
Розгинальний рефлекс передпліччя



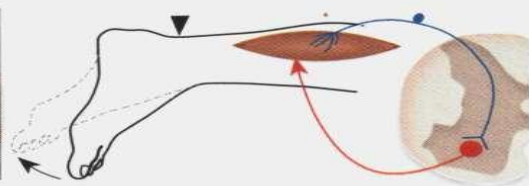
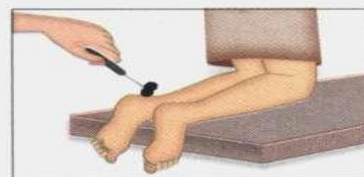
C_{VII-VIII}



Колінний рефлекс



L_{III-IV}



S_{I-II}

- * При ударе молоточком по сухожилию (любой мышцы) мышца сокращается.
- * Этот эффект обусловлен рефлексом, замыкающимся на уровне соответствующего сегмента спинного мозга.
- * Начинается рефлекс с **проприорецепторов** (мышечных веретен).

Проприорецепторы

Схема **сухожильного органа** (а),
мышечного веретена (б).

1, 12- афферентные волокна,

2 – интрафузальное мышечное
волокно,

3 – сухожилие,

4 – капсула,

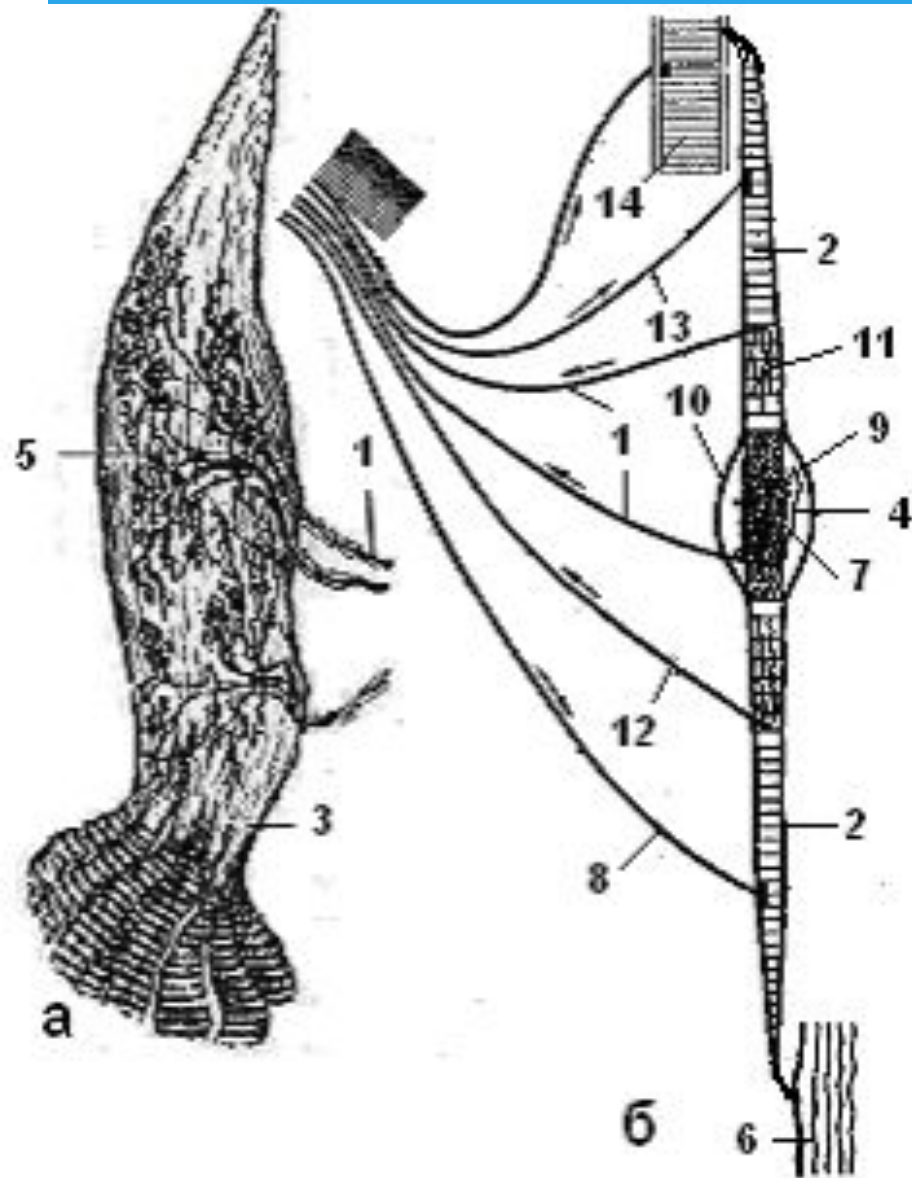
5, 7, 11 – чувствительные
нервные окончания,

6 – экстрафузальные мышечные
волокна,

8, 13 - γ-эфференты,

9 – ядра,

10 – ядерная сумка.



Плотность проприорецепторов

- * Количество мышечных веретен и сухожильных органов в различных мышцах неодинаково. Чем более сложную, более значимую для человека функцию выполняет мышца, тем больше в ней число веретен, выше их плотность.
- * Так, в мышце, приводящей большой палец кисти, насчитывается 29 веретен на 1 г, а в трехглавой плеча - 1,4 на 1 г.
- * Обычно плотность сухожильных органов примерно в 1,5 - 2 раза меньше.

Взаимодействие нейронов в спинном мозге



1. Рецепторы возбуждаются при их растяжении.
2. Импульсы от веретен в спинном мозге **возбуждают мотонейроны своей мышцы**; а через вставочные нейроны тормозят мышцу-антагонист.
3. Импульсы от сухожильных органов в **тормозят мотонейроны своей мышцы**.

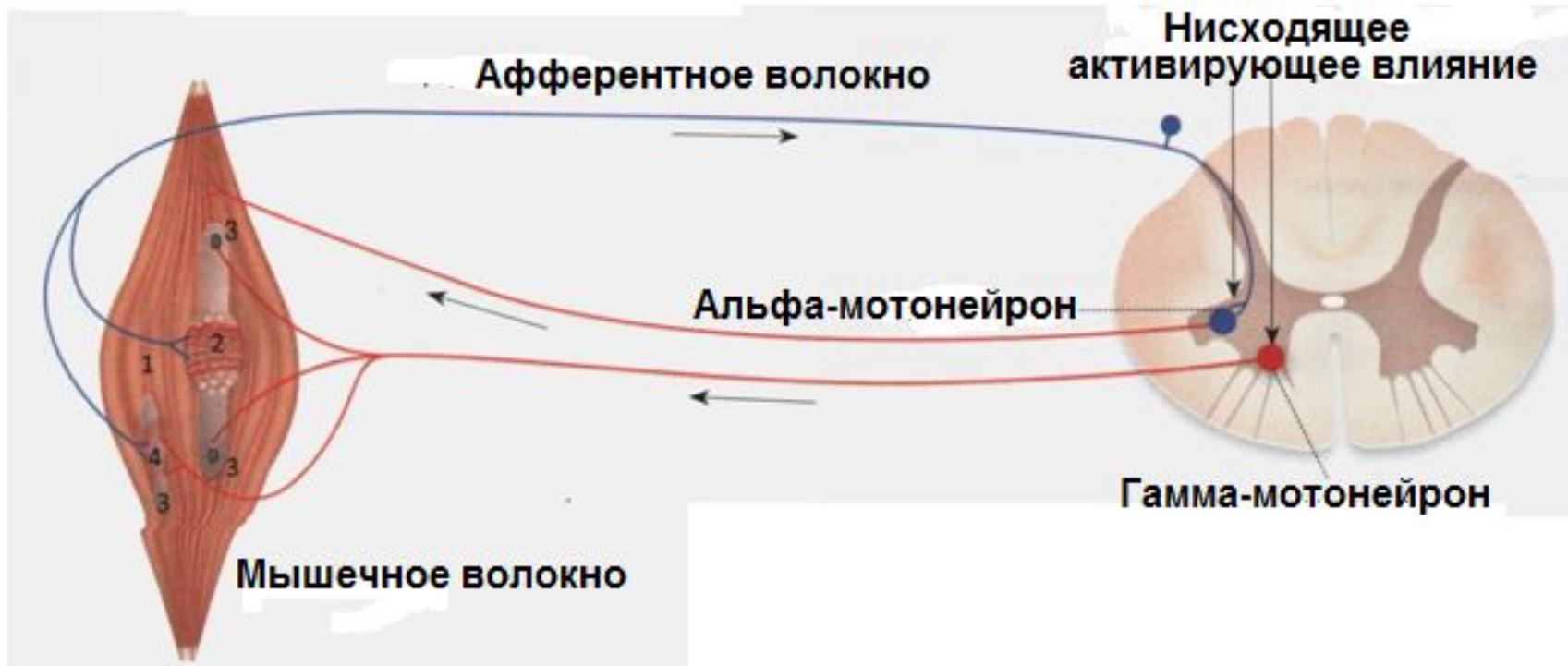
Сухожильный орган



- * *Сухожильные органы - контролируют напряжение мышцы (силу сокращения).*
- * *А если сокращение слишком сильное (можно повредить мышцу и сухожилие), то сокращение останавливается (торможение).*
- * *Тем самым они осуществляют защитный рефлекс, предохраняя мышцу от разрыва..*

Функции мышечных веретен

- * *Мышечные веретена* - контролируют длину мышцы. Эта информация поступает в головной мозг (мы всегда знаем в каком положении находятся наши мышцы).
- * Кроме того (см. дальше) ...



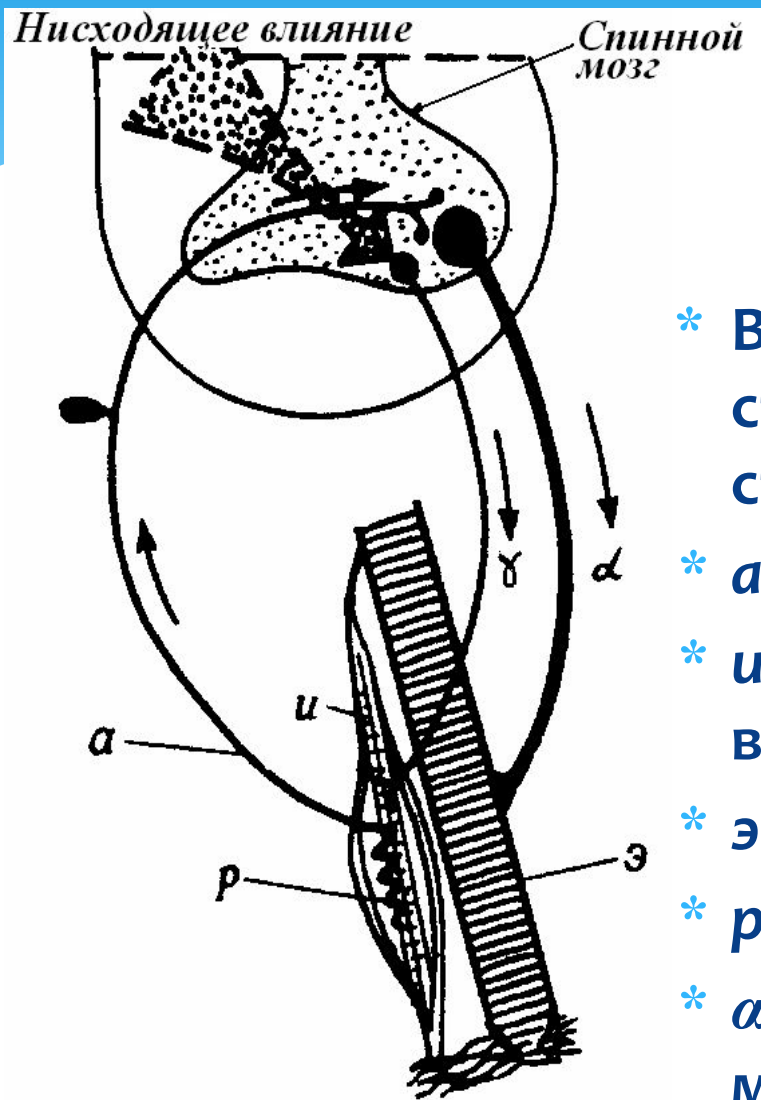
ГАММА-ПЕТЛЯ

В естественных условиях возбуждение α - и γ -мотонейронов одной мышцы возникает чаще всего одновременно. Но вследствие различной скорости проведения (по α -мотонейрону - 70-120 м/с, а - по γ - - 10-40 м/с) оно достигает соответствующих мышечных волокон неодновременно: экстрафузальные волокна (сама мышца) начинают сокращаться раньше интрафузальных (веретен).

Начавшие сокращаться с некоторым отставанием интрафузальные волокна, растягивают капсулу центральной ядерной зоны веретена, что приводит к раздражению расположенных здесь нервных окончаний и поступлению от них сигналов вновь в спинномозговые центры, а от них по α - мотонейрону к мышце. В результате сокращение усиливается! Это явление называется *гамма-петля*.

Рис. См. ниже.

Гамма-регуляция мышечного сокращения (γ - петля): механизм усиления сокращения мышц



- * Влияние ретикулярной формации ствола мозга указано широкой стрелкой.
- * α - афферентное волокно,
- * *и* - интрафузальные мышечные волокна,
- * *э* - экстрафузальные волокна,
- * *р* - мышечное веретено,
- * α , γ - соответствующие эфференты мотонейронов спинного мозга.

Рефлексы спинного мозга

(начинаются с различных рецепторов или автономных программ)

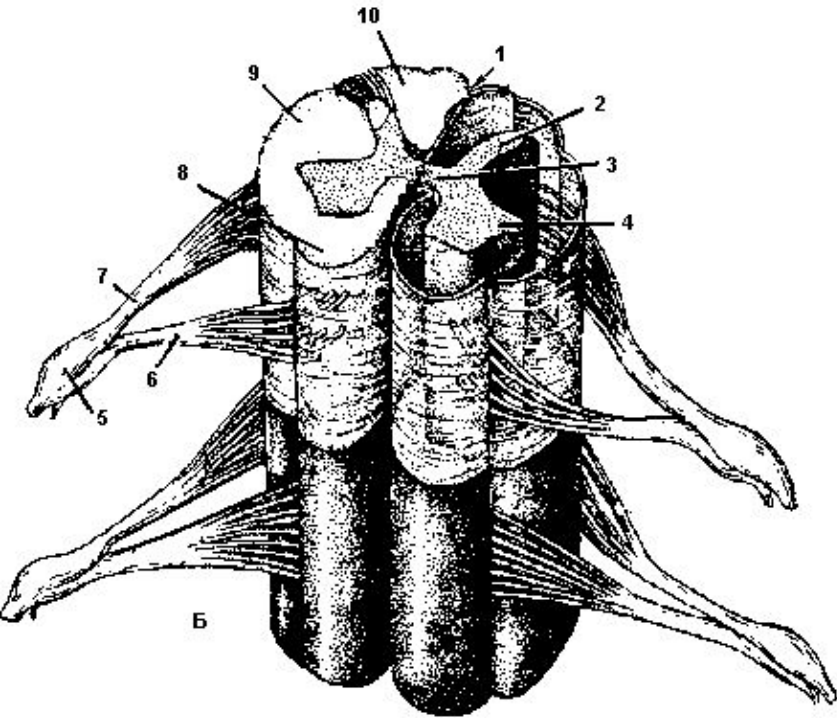
* **Сегментарные:**

моносинаптические и полисинаптические.

* **Межсегментарные:**

Сгибательный,
Перекрестный
разгибательный,
Чесательный,
Шагательный.

Кроме того, благодаря связи с ВНС:
Сомато-висцеральные,
Висцеро-соматические



Спинальный шок

Центры вышележащих отделов мозга координируют рефлексы спинного мозга.

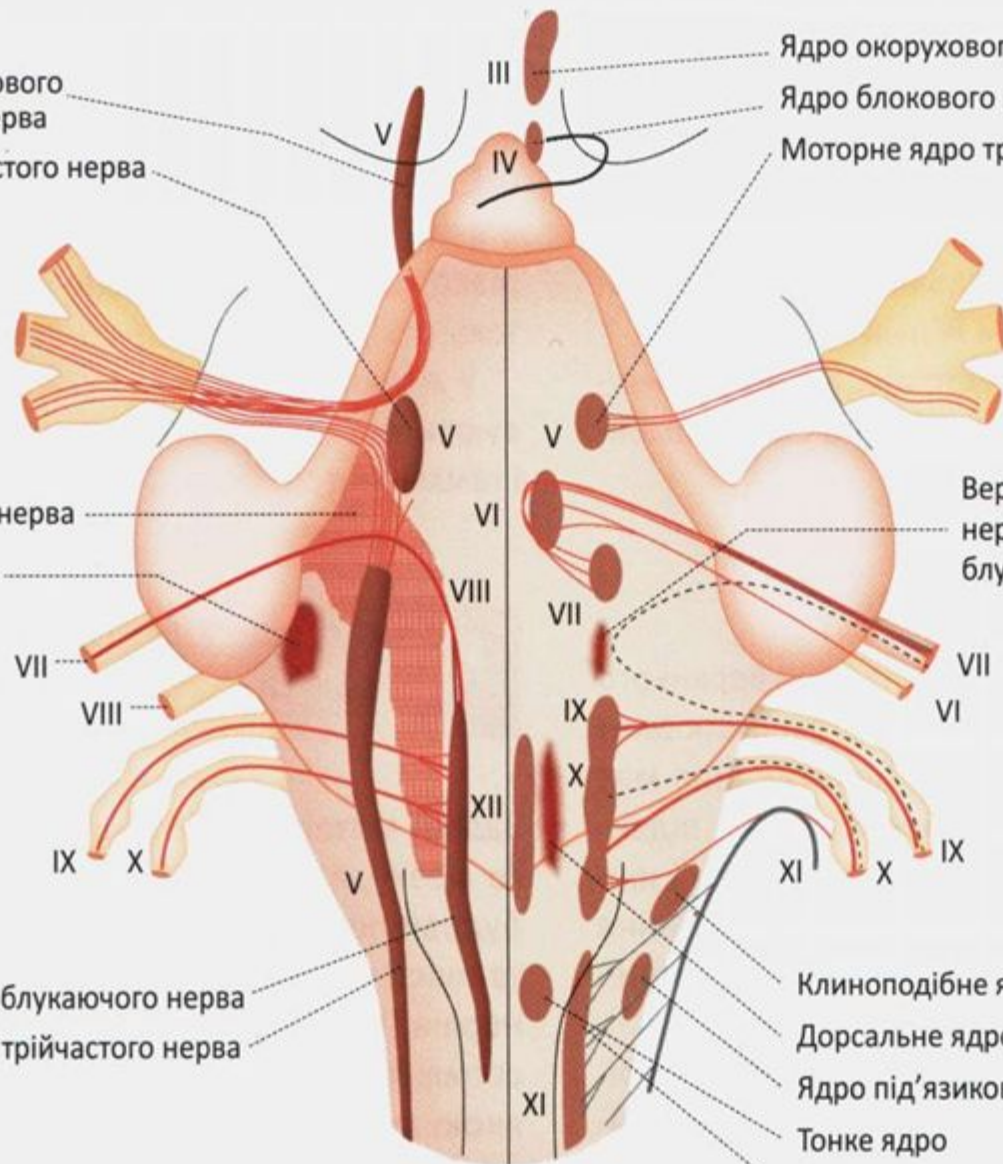
- * А ретикулярная формация ствола еще и тонизирует центры спинного мозга.
- * Поэтому при разрыве этих связей в течение длительного времени исчезают их рефлексы (шок).
- * Затем эти рефлексы постепенно восстанавливаются.
- * Но шагательная функция не восстанавливается!

Центри ствола мозга

Ядро середньомозкового шляху трійчастого нерва
чутливе ядро трійчастого нерва

Ядро вестибулярного нерва
Ядро слухового нерва

Ядро одиночного шляху блукаючого нерва
Ядро спінального шляху трійчастого нерва

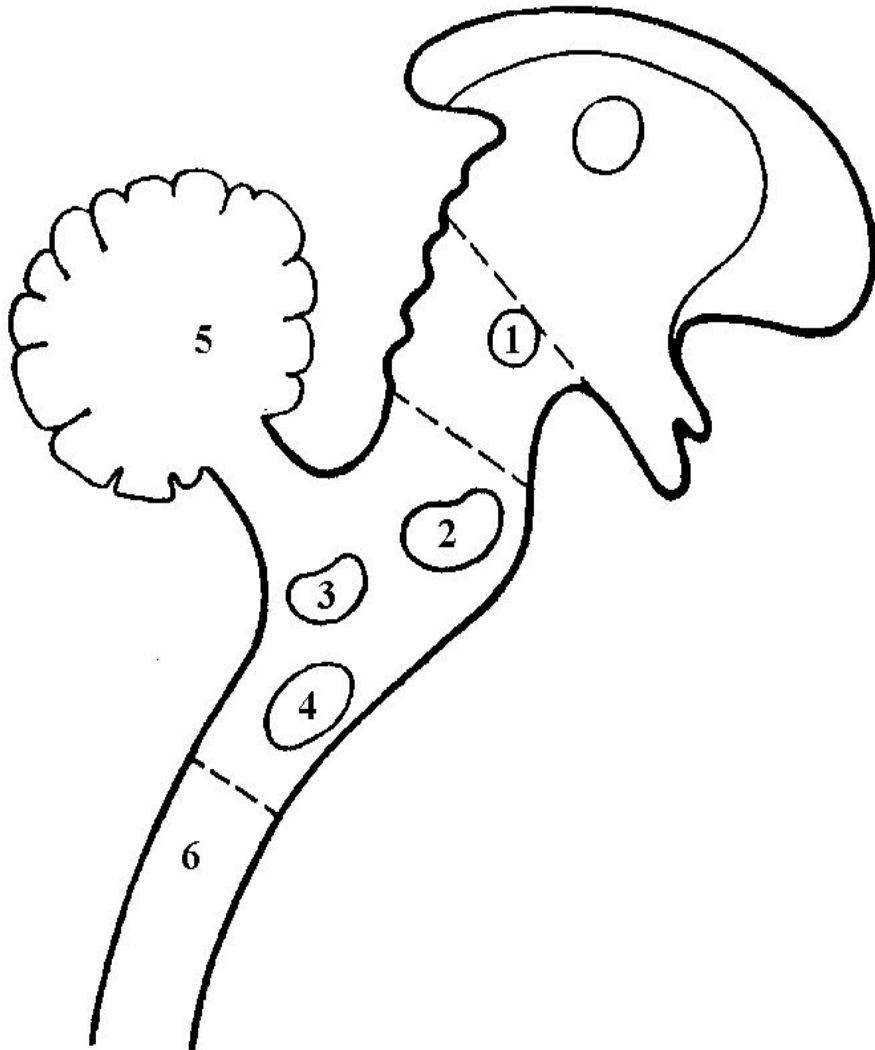


Ядро окорухового нерва
Ядро блокового нерва
Моторне ядро трійчастого нерва

Верхнє і нижнє ядра язикоглоткового нерва, подвійне ядро, спільне з ядро блукаючого нерва

Клиноподібне ядро
Дорсальне ядро блукаючого нерва
Ядро під'язикового нерва
Тонке ядро
Ядро додаткового нерва

Двигательные центры ствола головного мозга.

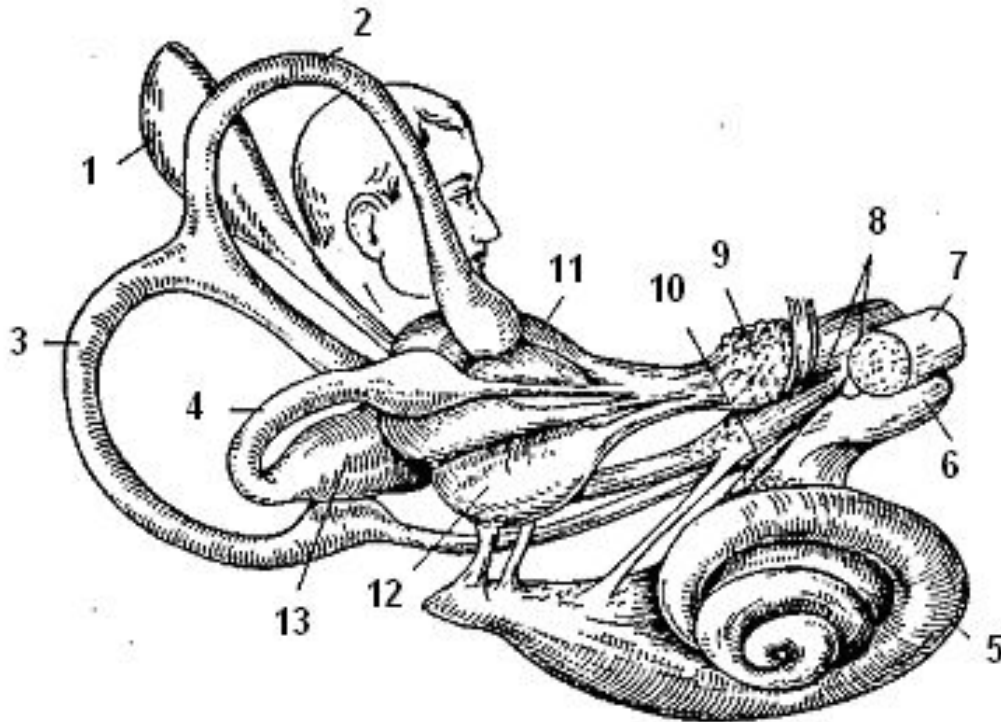


- * 1 - красное ядро,
- * 2 - ядро ретикулярной формации моста,
- * 3 - вестибулярное ядро,
- * 4 - ядро ретикулярной формации продолговатого мозга,
- * 5 - мозжечок,
- * 6 - спинной мозг.

Вестибулярный анализатор

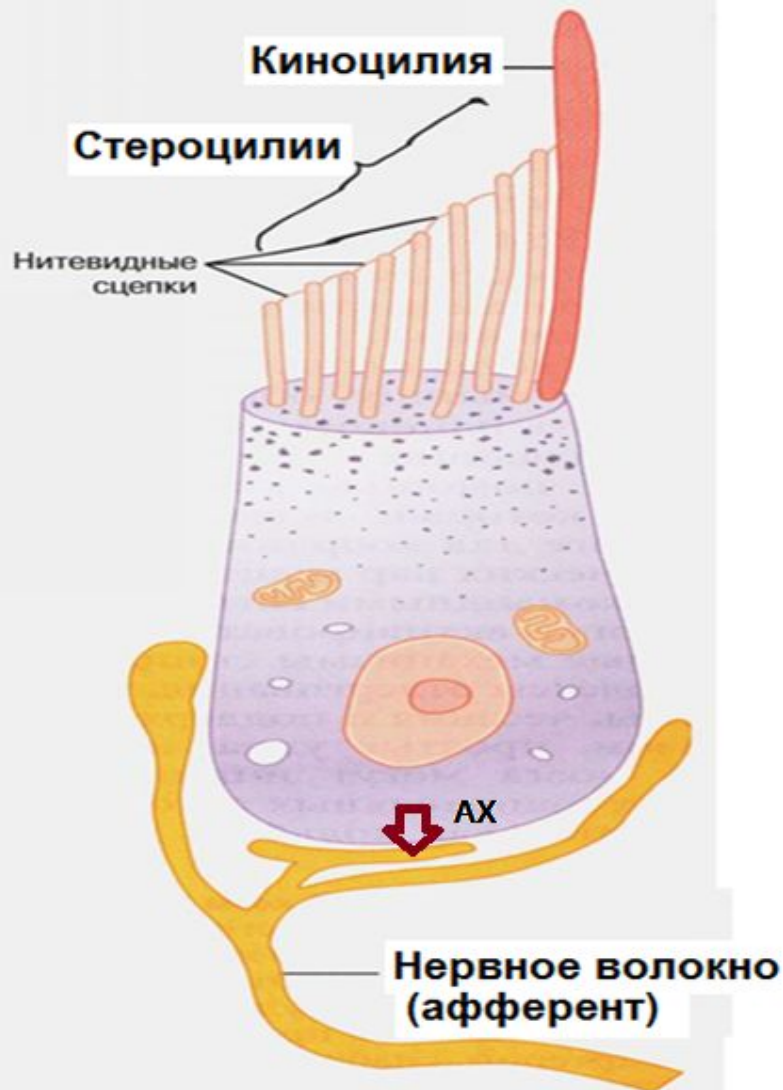
- * В ориентации человека в пространстве помимо проприорецепторов большую роль играет вестибулярная сенсорная система. Она вместе с проприорецепторами мышц шеи информирует ЦНС о:
 - положении головы,
 - ее движении (причем как активном, так и пассивном).

Лабиринт



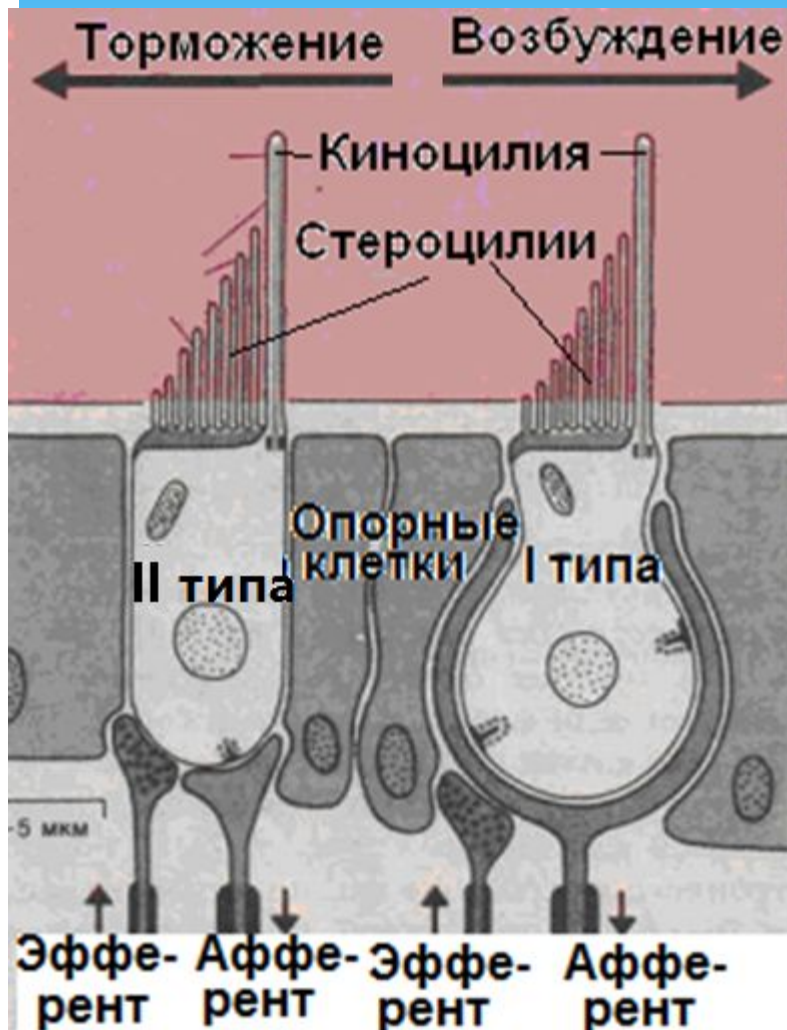
- * 1 - эндолимфатический мешочек,
- * 2, 3, 4 - полукружные каналы,
- * 5 - улитка, 6 - улитковый нерв, 7 - лицевой нерв,
- * 8 - вестибулярный нерв,
- * 9 - верхний вестибулярный узел, 10 - нижний вестибулярный узел,
- * 11 - овальный мешочек,
- * 12 - круглый мешочек,
- * 13 - ампула полукружного канала

Рецепторная клетка вестибулярного аппарата



- * Реснички двух типов:
- * Одна длинная – **киноцилия** и много коротких – **стероцилий**.
- * При их наклоне выделяется медиатор – АХ, по влиянием которого на постсинаптической мембране возникает ПД.

Схема строения, механизм возбуждения и торможения рецепторных клеток



- * Клетка обладает **пейсмекерными** свойствами (спонтанное возбуждение около 200 имп/с).
- * Движение эндолимфы, сдвигая стероцилии в сторону киноцилии, вызывает деполяризацию клеточной мембраны и увеличение выделения медиатора (АХ) – частота ПД возрастает.
- * В противоположную сторону – гиперполяризация: частота ПД уменьшается (рис. далее).

Восприятие изменения движения головы рецепторной клеткой вестибулярного анализатора и появление электрических ответов в окончании сенсорного нейрона (см. рис.).

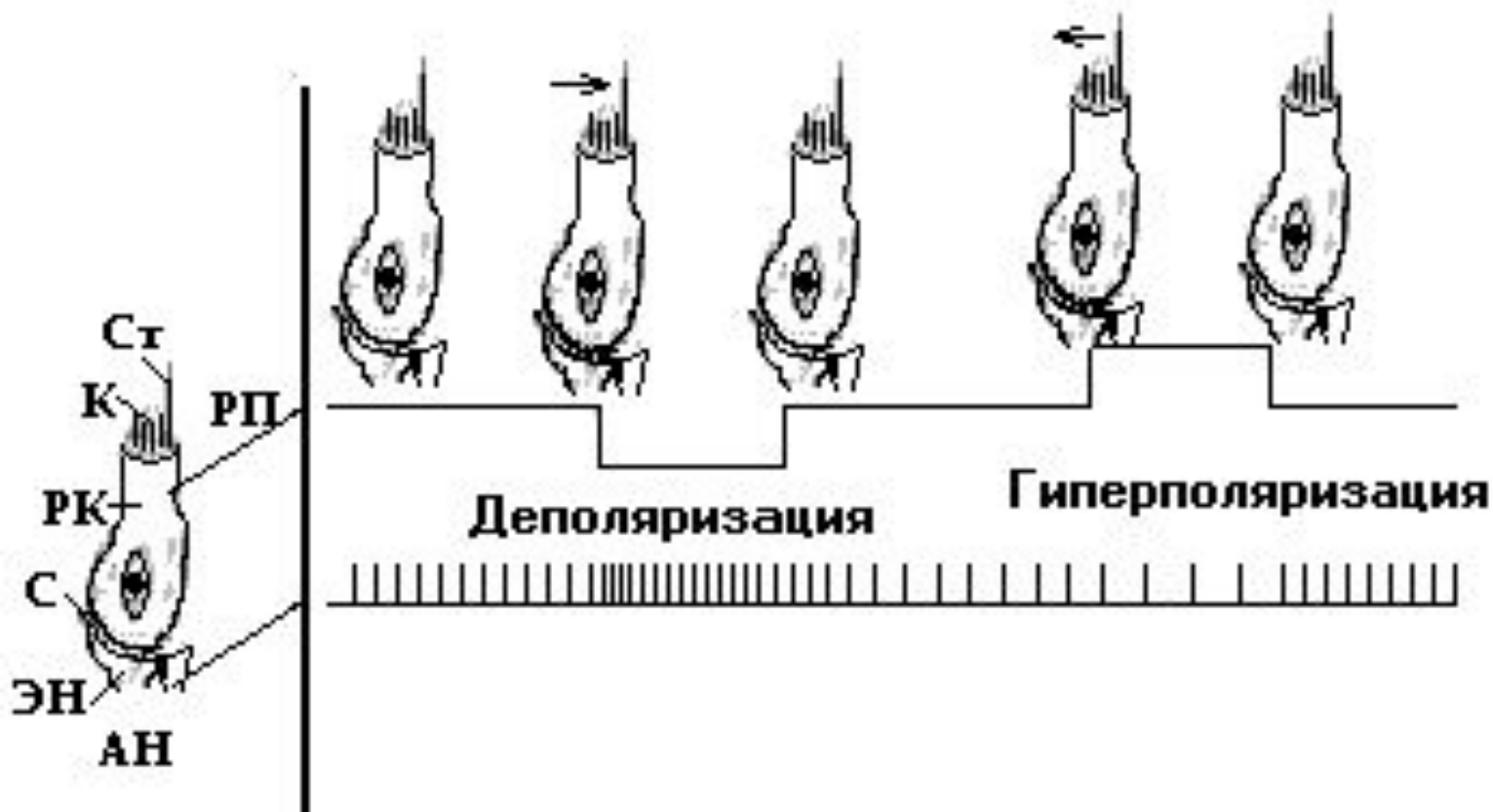
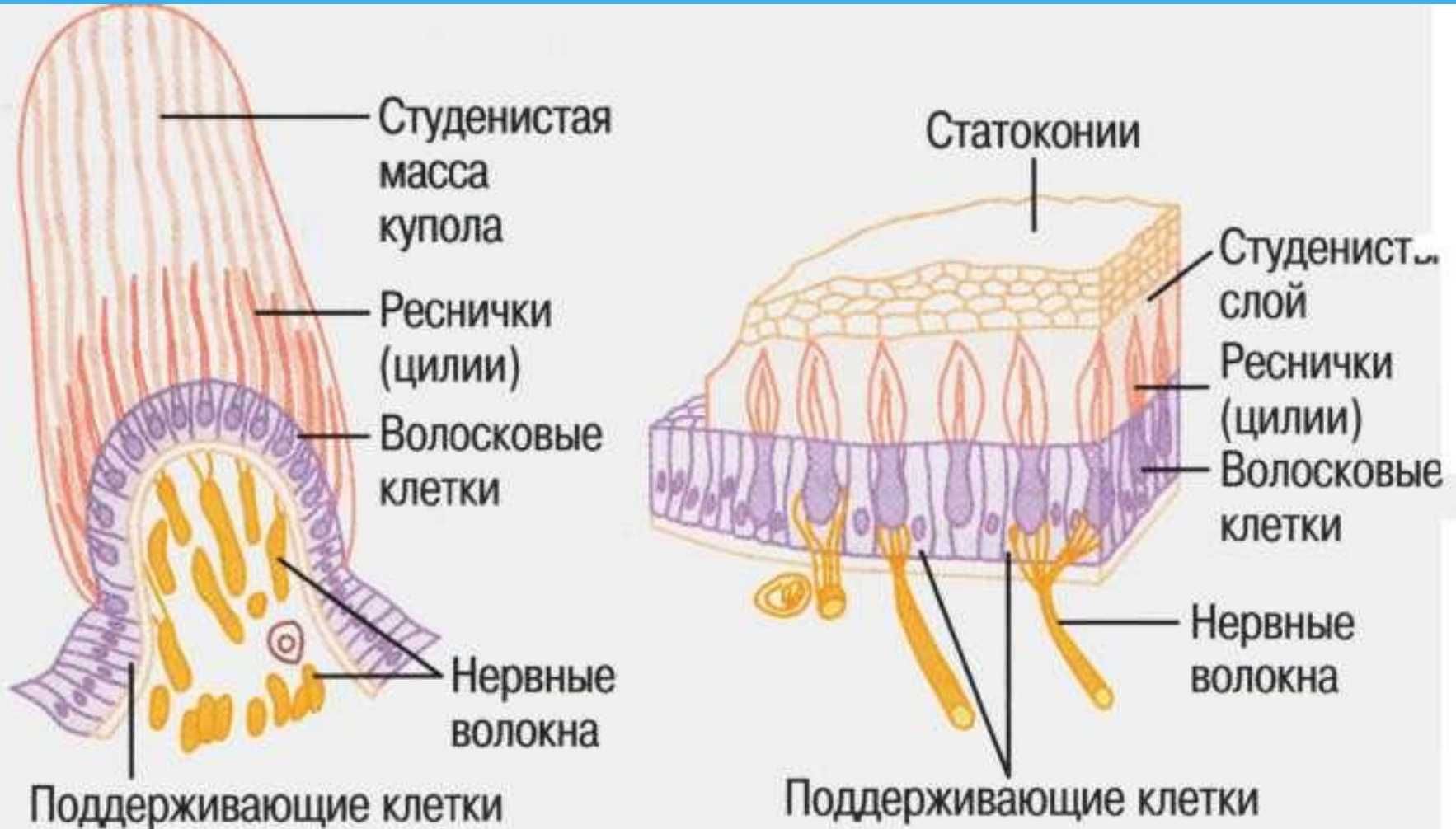


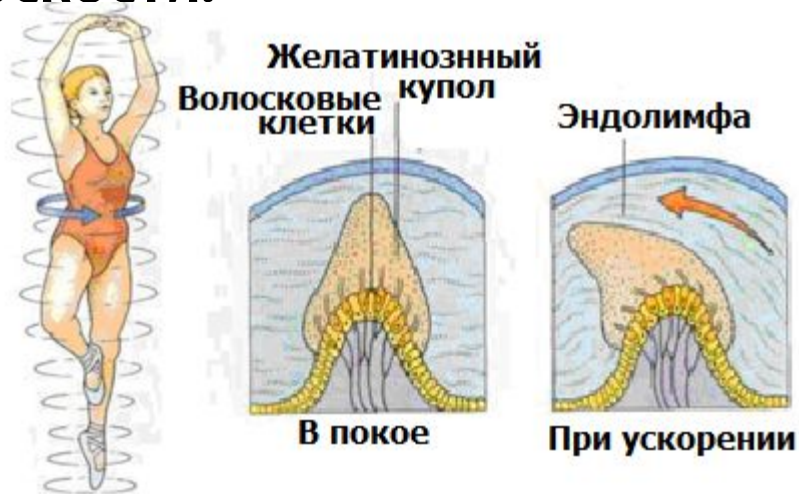
Схема строения купулы и отолитового аппарата



АМПУЛЯРНЫЙ ГРЕБЕШОК И МАКУЛА

Полукружные каналы

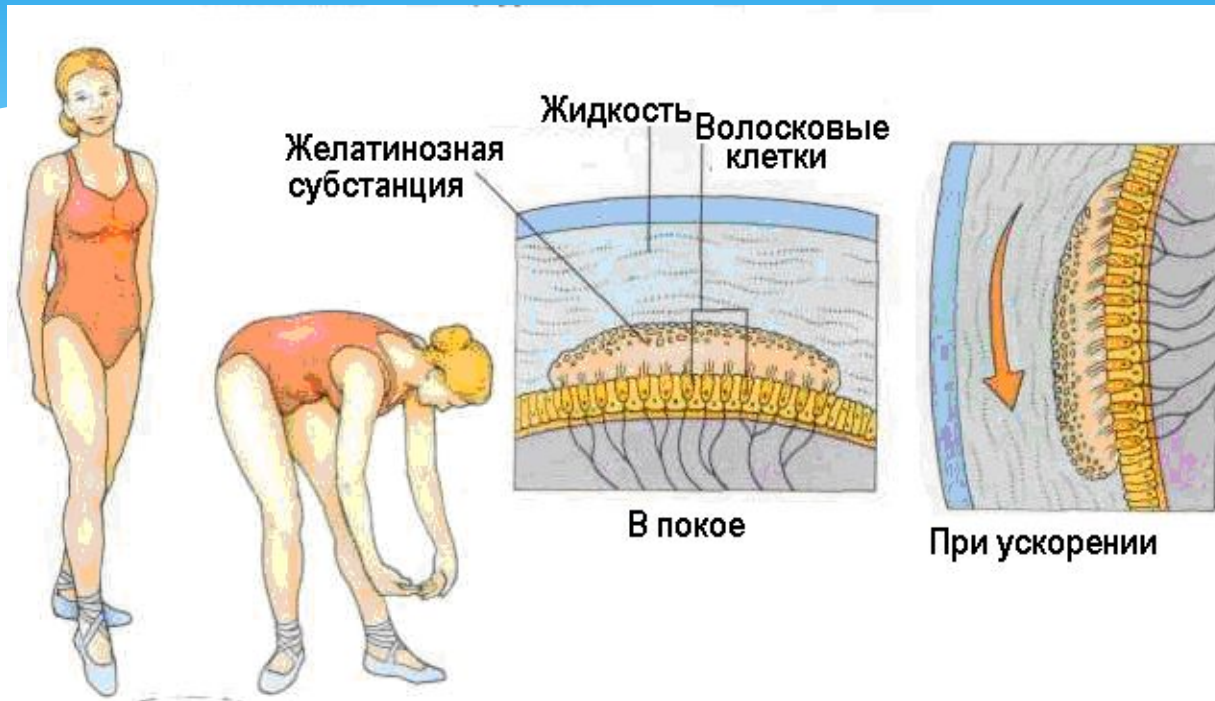
- * Стимулом для рецепторов полукружных каналов являются угловые ускорения. Здесь рецепторные клетки в каждом канале сгруппированы в *cristae ampularis* и лежат глубоко утопленными среди клеток сенсорного эпителия. Реснички их заключены в желатинозную массу, называемую **купулой**.
- * Их омывает эндолимфа, удельная масса которой мало отличается от желатинозной массы, поэтому реснитчатые клетки данных отделов почти не реагируют на линейные ускорения, их раздражителем являются угловые (вращательные) ускорения. Каждый канал реагирует на вращения вокруг центра своей плоскости.



Рецепторы маточки и мешочка контролируют прямолинейные движения человека.

- * Раздражаются они при изменении скорости движения (**начало и конец движений**), при так называемых линейных ускорениях.
- * В мешочке и маточке реснички входят в структуру отолитовой мембраны, содержащей кристаллики карбоната кальция, что приводит к повышению удельной плотности отолитовой мембраны в два раза по сравнению с эндолимфой.
- * Более тяжелая, следовательно, и более инерционная мембрана в начале движения отстает от движения эндолимфы, а при торможении позже останавливается. В результате именно в эти моменты и создаются условия для возникновения возбуждения, так как происходит соответствующий наклон коротких ресничек.

Механизм возникновения раздражения отолитовых рецепторов



- * Рецепторы маточки реагируют на изменение скорости горизонтального движения, а мешочка – вертикального (лифтные рефлекс)

Связи центров ствола

- * Прежде всего: все центры ствола тесно связаны между собой.
- * Рефлексы ствольных моторных ядер реализуются через нисходящие влияния на мотонейроны спинного мозга. Нисходящие пути нейронов ядер ствола оканчиваются на соответствующих мотонейронах спинного мозга, где они возбуждают мотонейроны одного типа мышц, тормозя при этом мотонейроны мышц-антагонистов.
- * С помощью указанных центров ствола происходит перераспределение мышечного тонуса: вестибулярное ядро возбуждает мотонейроны разгибателей, а красное ядро - сгибателей.

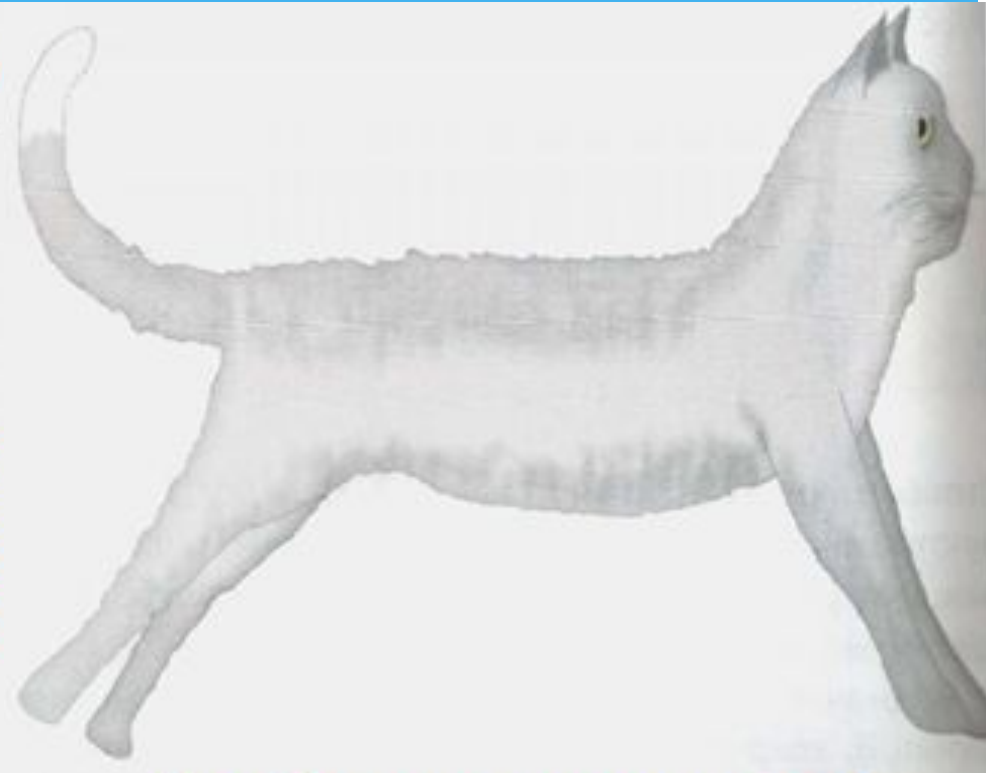
Двигательные центры ствола головного мозга

- * Стволовые центры обеспечивают сохранение равновесия и нормальное вертикальное положение тела в условиях действия гравитационного поля Земли как в состоянии покоя, так и при движении.
- * При этом ведущим является обеспечение естественного (вертикального) положения головы и глаз относительно линии горизонта. А это: голова вверх, глаза по линии горизонта.

Изменение тонуса мышц при нарушении взаимодействия центров ствола



2 - перерезка ствола



Децеребрационная ригидность после перерезки ствола мозга (рис. слева)

Рефлексы ствола мозга

- * Позные рефлексы:

*Шейные,
Вестибулярные,
глазо-двигательные.*

- * Статокинетические рефлексы:

*Статические,
Тонические,
Ориентировочные.*

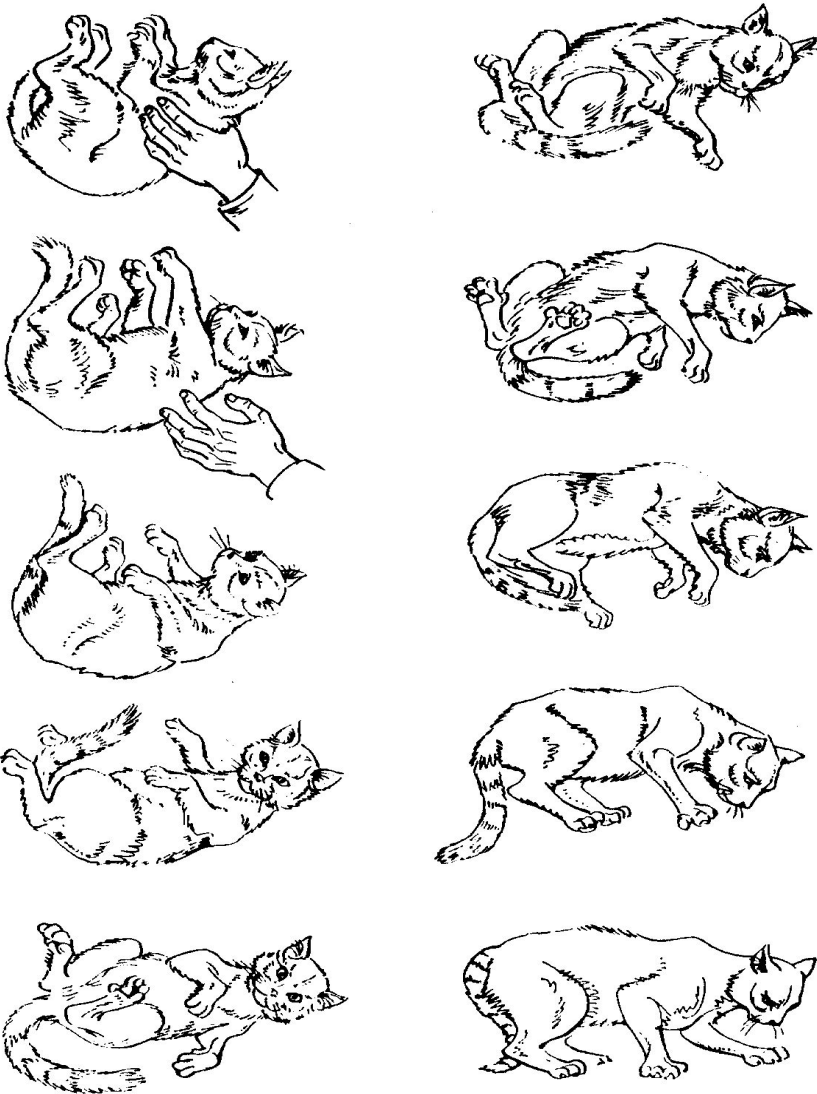
- * Начинаются они с :
проприорецепторов

- * рецепторов мышц шеи,
- * вестибулярного анализатора.

Шейные рефлексy

- * При «неправильном» положении головы с проприорецепторов мышц шеи запускаются движения мышц туловища направленные на сохранение более естественного положения человека – стоя темечком вверх.
- * Этот рефлекс наглядно проявляется у человека неумеющего плавать при попытке научиться, когда он занимает горизонтальное положение на воде.

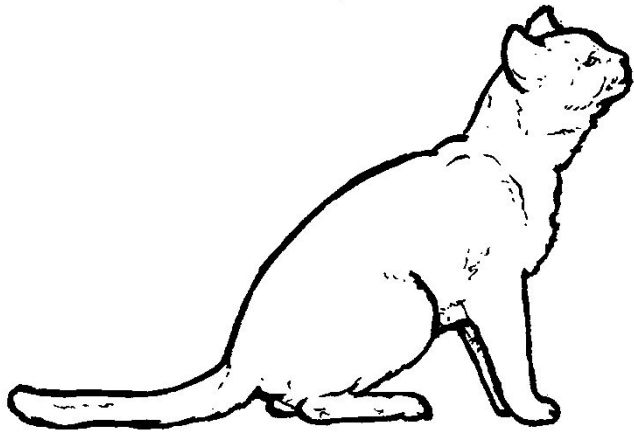
Проявление поздних рефлексов у кошки при падении



- * Начинаются движения с поворота головы, т.е. вначале включаются **шейные рефлексы**.
- * В результате затем перераспределяется тонус мышц туловища, конечностей и кошка приземляется на ноги.

Перераспределение тонуса мышц кошки при наклонах головы

- * У животных при наклоне головы вниз (рис. б) повышается тонус сгибателей передних конечностей и разгибателей задних. При подъеме головы (а) наблюдается противоположное: передние конечности разгибаются, а задние сгибаются.



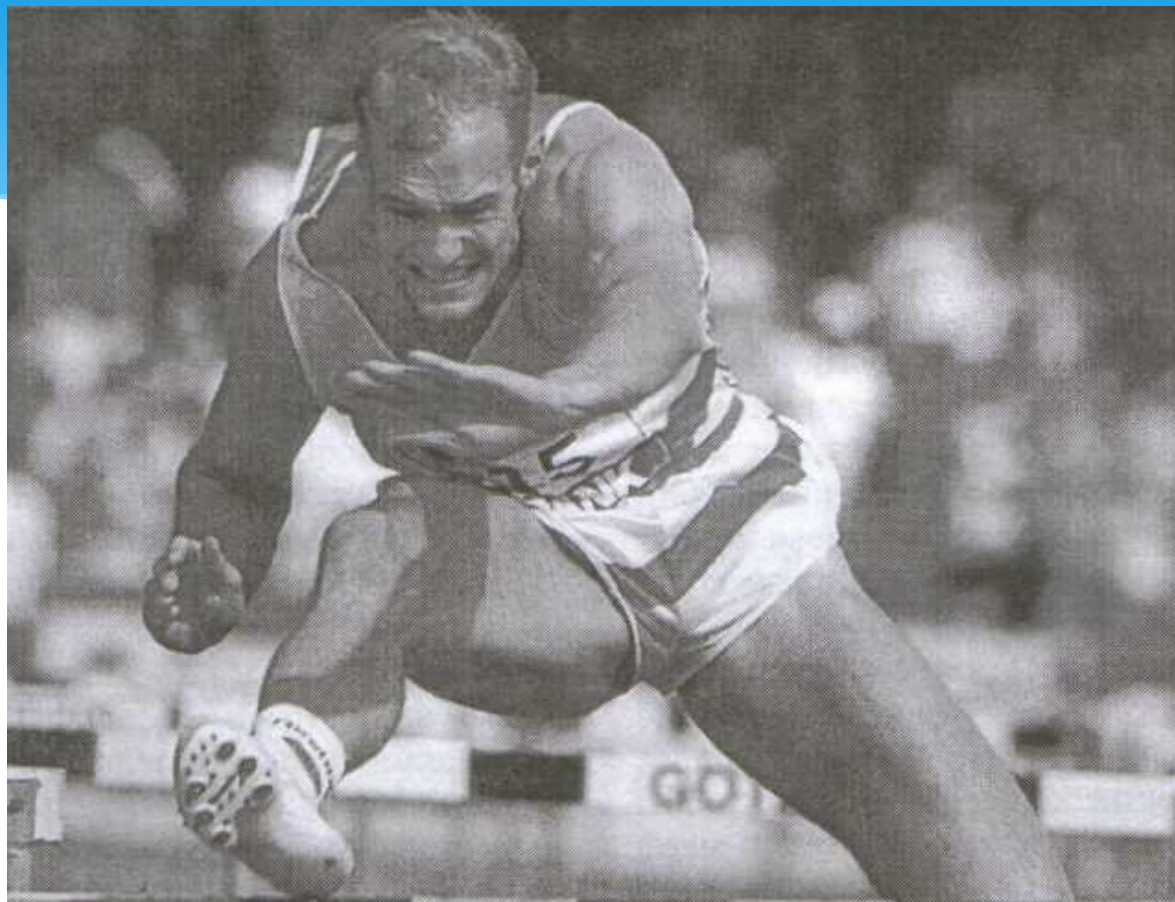
А

- * В отличие от этого у человека наклон головы вперед повышает тонус **всех мышц сгибателей, а назад - разгибателей**. Наклон головы к плечу приводит к повышению тонуса мышц сгибателей этой стороны и разгибателей противоположной (см. далее).



Б

* При наклоне головы вперед повышается тонус мышц-сгибателей и в результате улучшается возможность группировки.

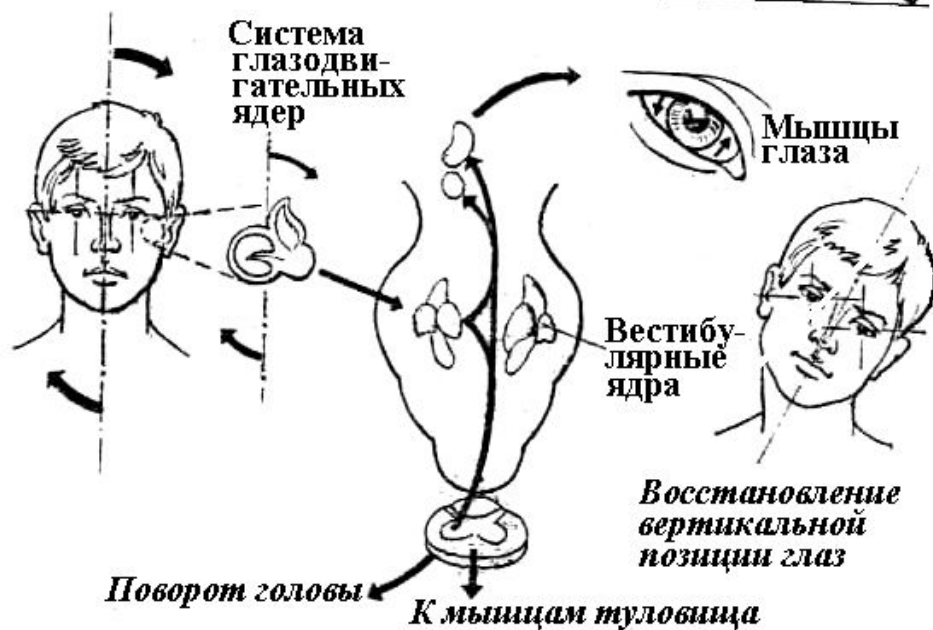


* При откидывании головы назад повышается тонус мышц разгибателей. Только после этого можно выполнить заднее сальто.

Перераспределение тонуса мышц при повороте головы

- * При повороте головы повышается тонус мышц сгибателей на стороне поворота, а разгибателей на противоположной стороне.
- * В основе этого рефлекса лежит биологически важный рефлекс «*что такое?*»: в случае появления звука со стороны необходимо повернуть голову в сторону звука (рассмотреть что там находится). И, на всякий случай, занять стартовую позицию для убегания в противоположную сторону.

Участие лабиринта в сохранении горизонтального положения глаз при наклонах головы



- * Кроме того, эти же структуры участвуют в выполнении произвольных движений глаз.
- * Глаза при любом положении головы должны быть расположены горизонтально!
- * При наклоне головы такое положение глаз восстанавливается.