

Физиология движений.
Рефлекторный
уровень организации
движений.

ФИЗИОЛОГИЯ ДВИЖЕНИЙ

ДВИГАТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ В МОЗГЕ ЧЕЛОВЕКА УСТРОЕНА ПОЭТАЖНО. КАЖДЫЙ НОВЫЙ ЭТАЖ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ НОВЫЕ ПОЛНОЦЕННЫЕ ДВИЖЕНИЯ. НАШИ КОНЕЧНОСТИ И ТЕЛО – ЭТО **КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ЦЕПИ**. ОНА УПРАВЛЯЕМА, ЕСЛИ МОЖНО НАЗНАЧИТЬ ЖЕЛАЕМУЮ ДЛЯ НАС ТРАЕКТОРИЮ ДВИЖЕНИЯ. ДЛЯ ЭТОГО НЕОБХОДИМО СВЯЗЫВАТЬ ИЗБЫТОЧНЫЕ **СТЕПЕНИ СВОБОДЫ**. **КООРДИНАЦИЯ ДВИЖЕНИЙ** – ЭТО ПРЕОДОЛЕНИЕ ИЗБЫТОЧНЫХ СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ ДВИЖУЩЕГОСЯ ОРГАНА. ЭТО ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ПРИ ПОМОЩИ **СИНЕРГИИ**, Т. Е. СОДРУЖЕСТВЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ ОТДЕЛЬНЫХ ГРУПП МЫШЦ.

При совершении движений необходима сенсорная коррекция, которая реализуется системами, все более усложняющимися от нижних этажей иерархии к верхним.

Автоматизация движений — передача управления в нижние уровни.

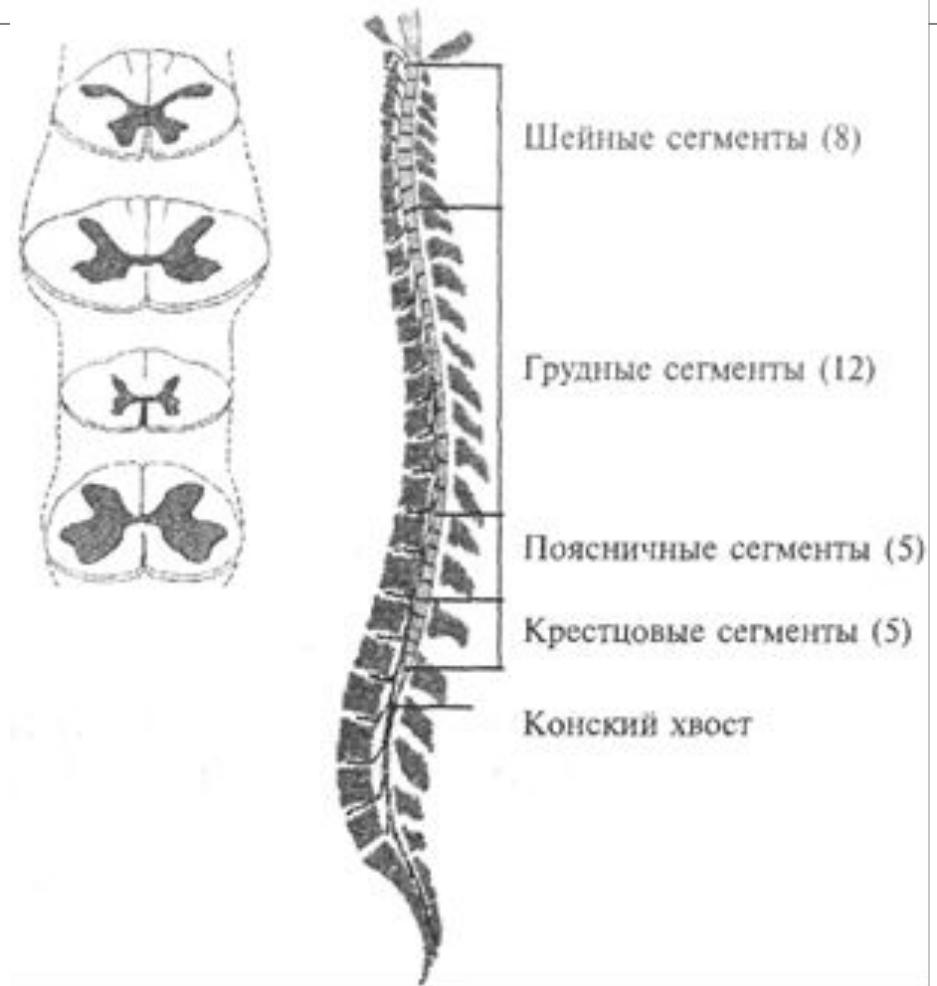


• Иерархия уровней движения

- **Уровень праксиса** (целенаправленных действий). Структуры, отвечающие за него, занимают лобные области коры больших полушарий. Именно в нем строятся речевые и графические координации. Нарушение этого уровня обозначают как апраксия. В этих случаях страдает не координация двигательного акта, а его реализация.
- **Уровень синтетического сенсорного поля.** За этот уровень ответственны области коры больших полушарий. Он обеспечивает приспособляемость движения к внешнему миру, в большой степени нечувствителен к траекториям, способу и характеру выполнения промежуточных этапов перемещения, перенося коррекционные ударения в конечный пункт.
- **Уровень синергии,** он включает мозжечок и ядра больших полушарий головного мозга. Характерно приспособление разнообразных рефлекторных движений к обширному вовлечению групп мышц в согласованную работу. Поражение этой системы влечет за собой характерные дисинергии и замену их неловкими движениями. Синергии обеспечивают правильные чередования сокращения мышц.
- **Простые рефлекторные движения.** За них отвечают структуры спинного мозга и мозгового ствола.

РЕФЛЕКТОРНЫЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЙ

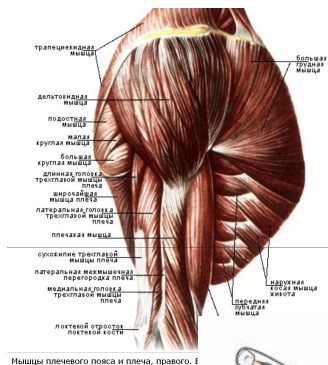
СПИННОЙ МОЗГ — ОТДЕЛ ЦНС, ПОЗВОНОЧНЫХ, РАСПОЛОЖЕННЫЙ В ПОЗВОНОЧНОМ КАНАЛЕ. У ЧЕЛОВЕКА В СВЯЗИ С РАЗВИТИЕМ ВЕРХНИХ И НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ В СПИННОМ МОЗГЕ ОБРАЗУЮТСЯ ДВА УТОЛЩЕНИЯ: ШЕЙНОЕ И ПОЯСНИЧНОЕ. ОБА УТОЛЩЕНИЯ СООТВЕТСТВУЮТ ОБЛАСТЯМ ОТХОЖДЕНИЯ ТОЛСТЫХ НЕРВОВ, ИННЕРВИРУЮЩИХ ВЕРХНИЕ И НИЖНИЕ ПОЯСА КОНЕЧНОСТЕЙ.



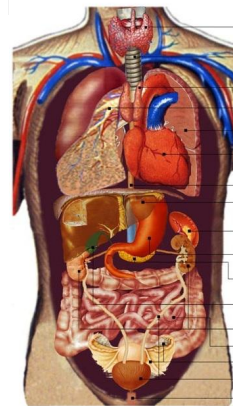
• Нервы

- Соматические
- иннервируют мышцы, сухожилия, суставы

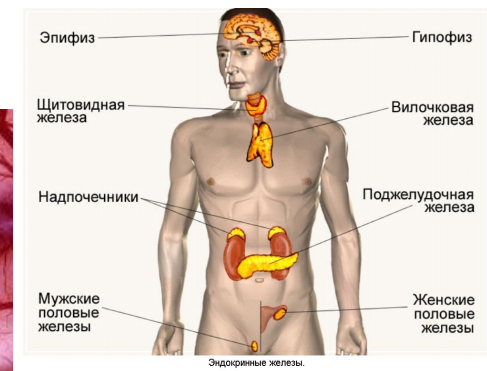
- Висцеральные иннервируют внутренние органы, гладкие мышцы, сосуды, железы



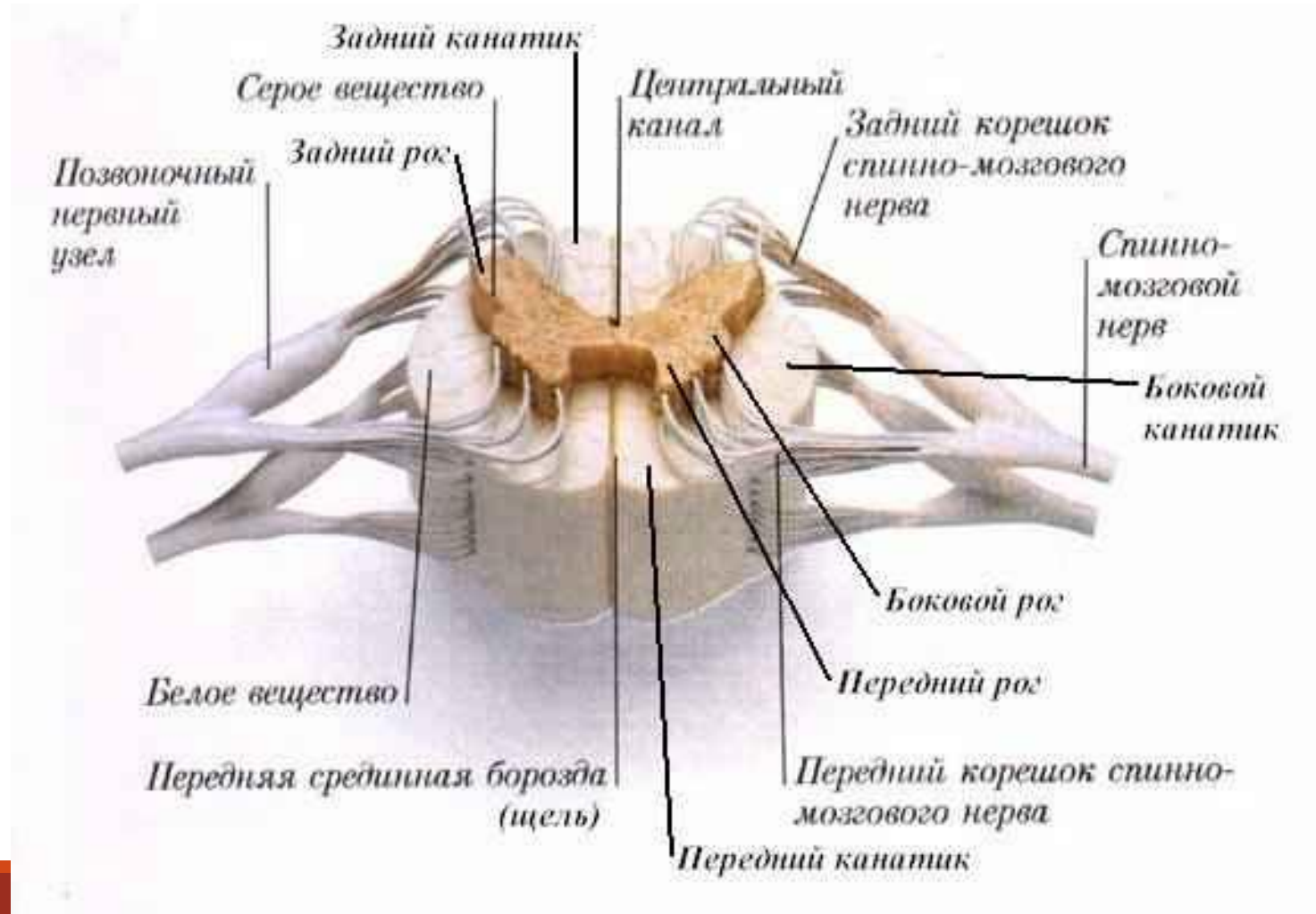
Мышцы плечевого пояса и плеча, правого. E



- щитовидная железа
- трахея
- вилочковая железа
- бронхи
- легкие
- сердце

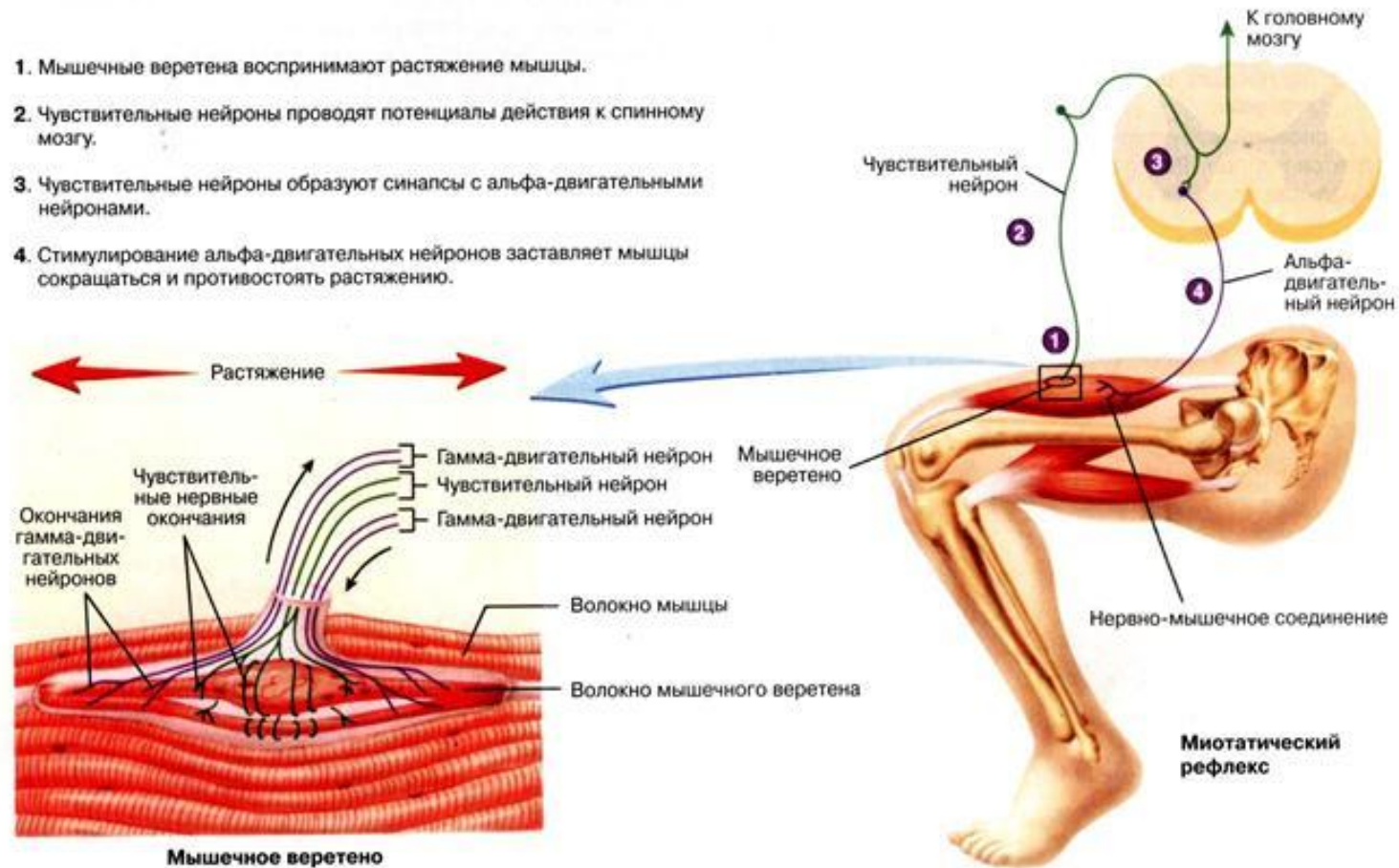


Серое и белое вещество спинного мозга. Серое вещество образовано нервными клетками и их дендритами и напоминает форму бабочки. По периферии серого вещества располагается белое вещество, которое образовано преимущественно миелинизированными волокнами моторных (нисходящих) и сенсорных (восходящих) путей спинного мозга.

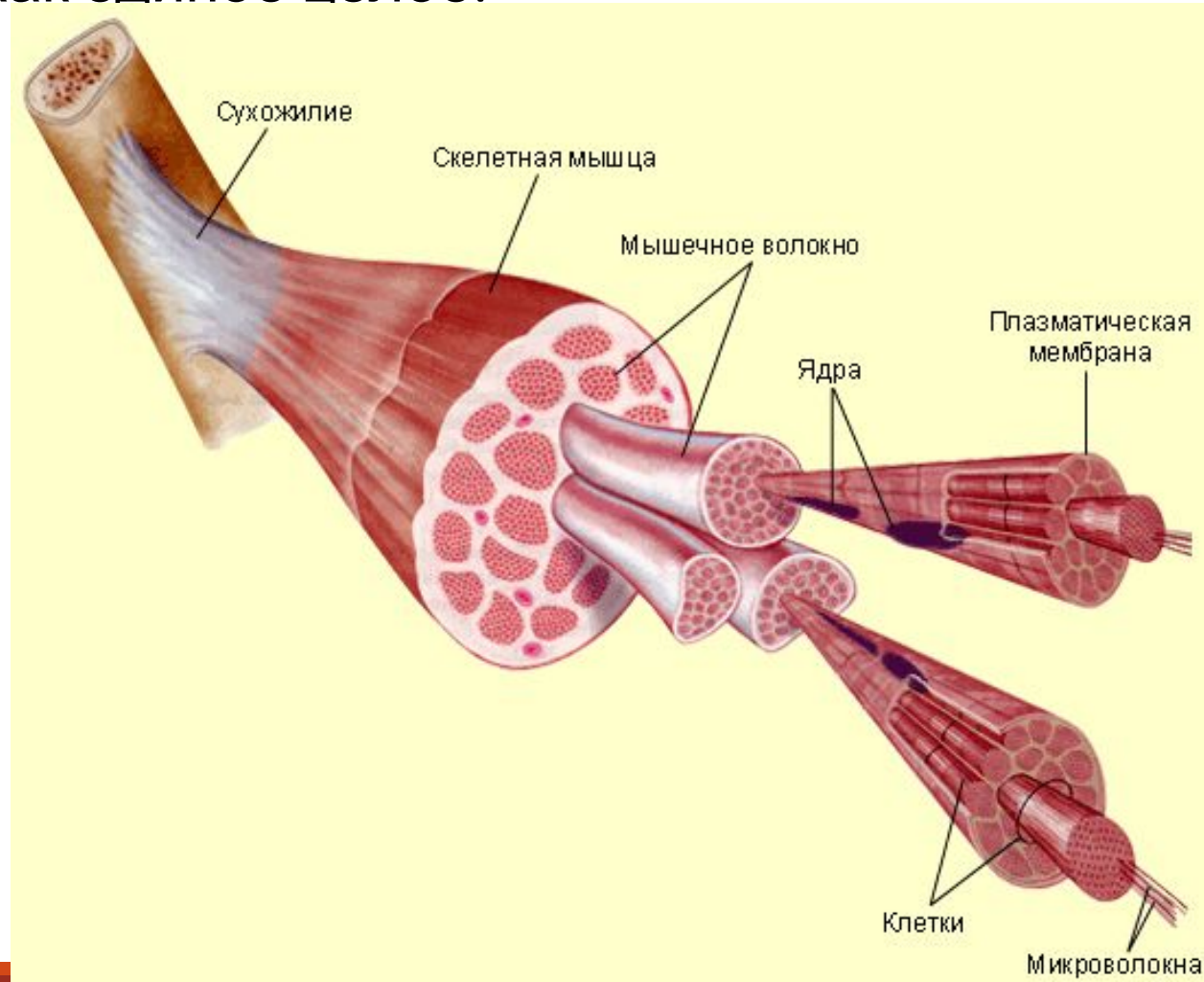


Рефлекс на растяжение, например рефлекс икроножной мышцы, коленный и ахиллов рефлекс. Он предотвращает чрезмерное растяжение мышцы, возникает как ответная реакция мышцы на стимуляцию ее рецепторов.

Известны два вида рефлекса на растяжение: тонический (медленный) и фазический (быстрый). Медленное растягивание мышцы вызывает тонический рефлекс на растяжение, быстрое — фазический рефлекс.



Физиология опорно-двигательного аппарата. Мышца состоит из двигательных единиц т.е. из группы мышечных волокон, которые функционируют как единое целое.



- Двигательные единицы
- (мышечные волокна)
 - **Быстрые**
 - иннервируются крупными мотонейронами и могут развивать большую силу, но быстро утомляются.
 - **Медленные**
 - иннервируются мелкими мотонейронами и могут длительно поддерживать активность тонического типа.

Наличие двух типов является приспособлением мышцы для работы в широком диапазоне силовых нагрузок. При движении вначале включаются медленные тонические мышцы, а затем на их фоне сокращаются быстрые фазические мышцы.

Кроме двигательных мышечных волокон, в мышце содержатся также многочисленные рецепторы. Сила, развиваемая мышцей, определяется количеством включенных в деятельность двигательных единиц.



«Рефлекс складного ножа». При растяжении мышцы включается рефлекс на растяжение, причем мышца сопротивляется этому растяжению. Однако если продолжить растягивать мышцу, она неожиданно расслабляется. Исследования показали, что при преодолении сопротивления мышцы, происходит возбуждение сухожильного рецептора, вследствие чего тормозятся мотонейроны и вызывается неожиданное расслабление мышцы.

Поза - положение, принимаемое человеческим телом, положение тела, головы и конечностей по отношению друг к другу.

Поза характеризуется относительной неподвижностью, как правило, поддерживается за счёт баланса сегментов тела, тонического напряжения мышц, поддерживающих суставные углы, и взаимодействия с опорой. Регуляция позы осуществляется с участием различных уровней ЦНС, а при произвольных изменениях позы — и коры головного мозга.

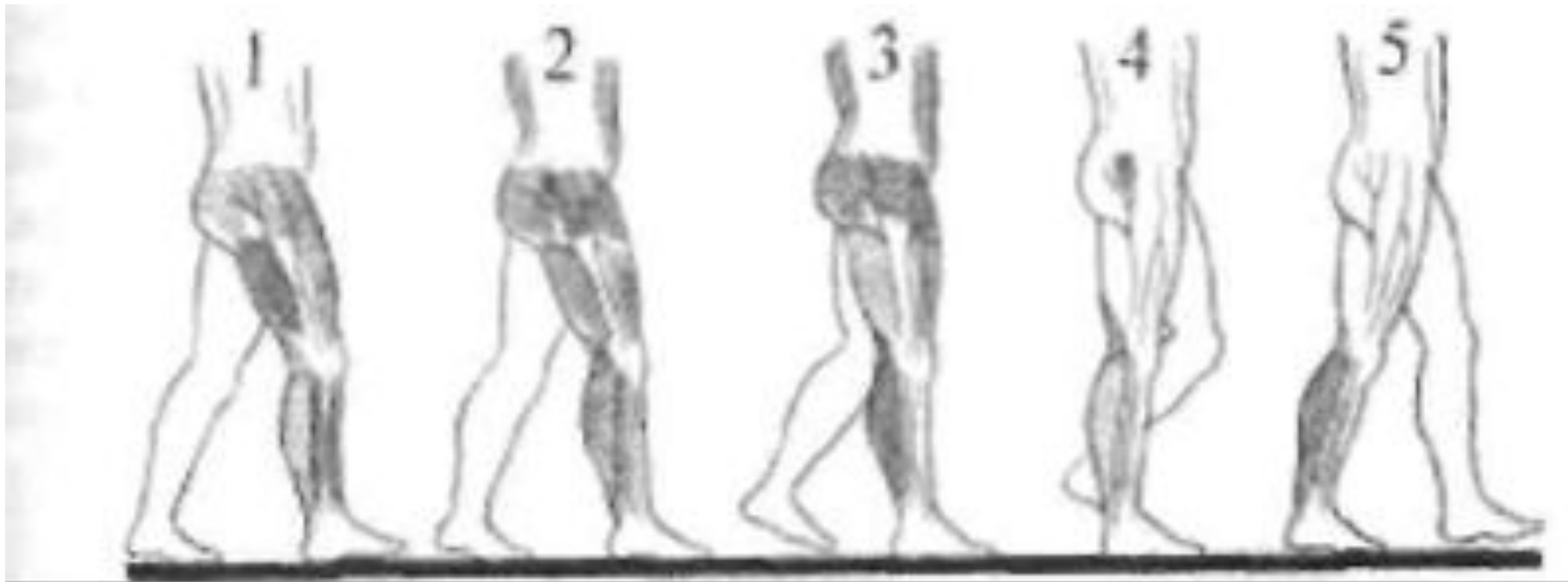


Общие принципы управления движениями.

Управление движениями осуществляется ЦНС. Очень важным биомеханическим свойством опорно-двигательного аппарата организма животных и человека является наличие в скелете большого числа **степеней свободы**. Это происходит вследствие **многозвенности скелета**, а также **двух- и трехосности многих суставов**.

Существуют два типа коррекции движений: **при помощи обратных связей** и **на основе программы**. Первый тип - выполняется при медленных движениях, второй — при быстрых. Примерами быстрых движений могут служить печатание на машинке, кидание мяча, движения глаз в орбитах и др.

Ходьба является обычной формой **локомоции** (- перемещение в пространстве) человека и относится к циклическим двигательным актам. Выделяют следующие **периоды ходьбы**. Двухопорный период (1), когда обе ноги стоят на опоре: одноопорный период — для правой ноги (2) и переносный (3) — для левой. Снова двухопорный (4) и затем одноопорный (5) для левой ноги. В ходьбе участвуют мышцы стопы, голени, бедра и тазового пояса.



Нейрофизиологические механизмы перемещения в пространстве. Главным элементом являются центральные генераторы движений, находящиеся в спинном мозге и задающие характер сокращения мышц конечности, поясов конечностей или сегментов тела. В состав центрального генератора входят нейроны нескольких сегментов спинного мозга. В основе координации движений конечностей и частей тела при локомоции лежит взаимодействие различных центральных генераторов.

Рефлексы установки глаз, головы и тела в пространстве. Импульсы, поступающие от вестибулярных рецепторов в ЦНС, вызывает рефлексы шеи, туловища, конечностей и глаз. Вестибулярный аппарат внутреннего уха и вестибулярные ядра мозгового ствола обеспечивают рефлекторный контроль положения туловища, головы и глаз. Рефлексы, обеспечивающие сохранение равновесия и положение тела в пространстве при спокойном лежании, стоянии и сидении в различных положениях, называются **статическими рефлексами**. Рефлексы, при помощи которых животное или человек совершает активные и пассивные движения и которые частично компенсируют последствия этих перемещений, называются **статокинетическими рефлексами**. Те рефлексы, благодаря которым животное может стоять, называются **рефлексами стояния**, а благодаря которым животное может принимать нормальное положение из неестественного положения – **установочными**.

Шея	Лабиринт		
	голова вверх	нормальное положение головы	голова вниз
Отклонение дорсально	А 	Б 	В 
Нормальное отклонение	Г 	Д 	Е 
Отклонение вентрально	Ж 	З 	И 

Установочные рефлексы.

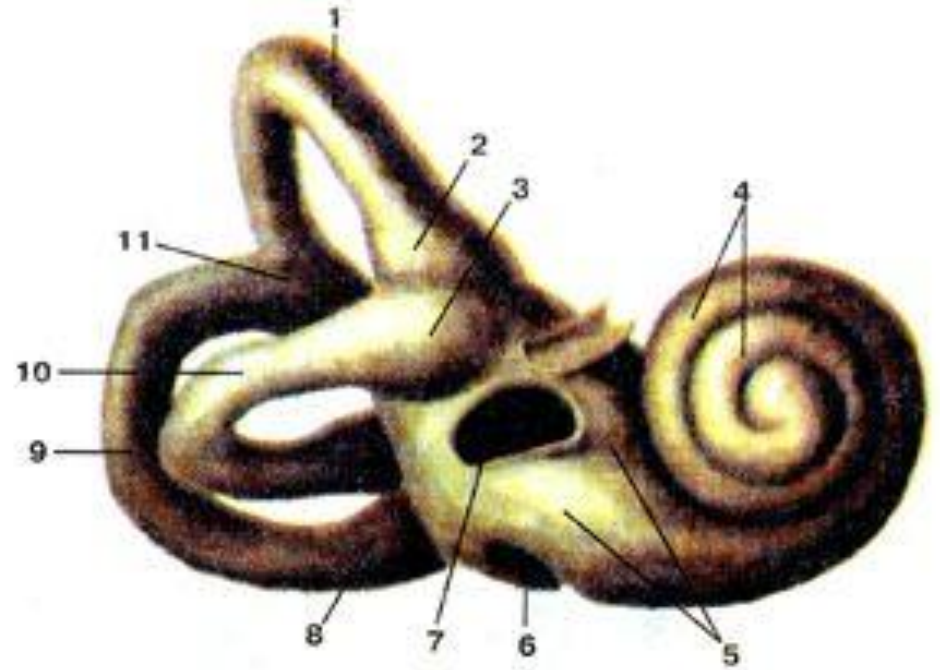
А — шейные к лабиринтные рефлексы противодействуют друг другу; Б, Д, З — действуют одни шейные рефлексы; В — шейные и лабиринтные рефлексы усиливают друг друга; Г, Д, Е — действуют одни лабиринтные рефлексы; Ж — шейные и лабиринтные рефлексы усиливают друг друга; И — шейные и лабиринтные рефлексы противодействуют друг другу.

Строение вестибулярного аппарата.

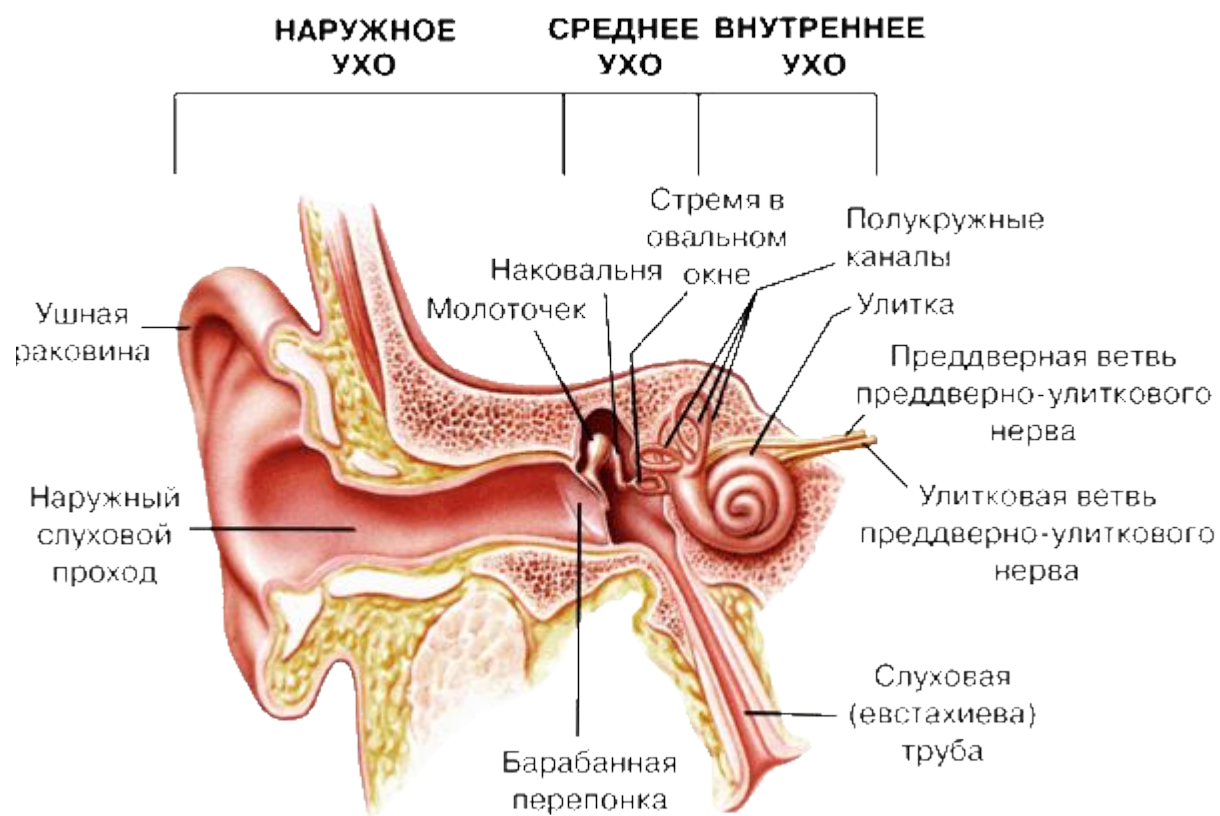
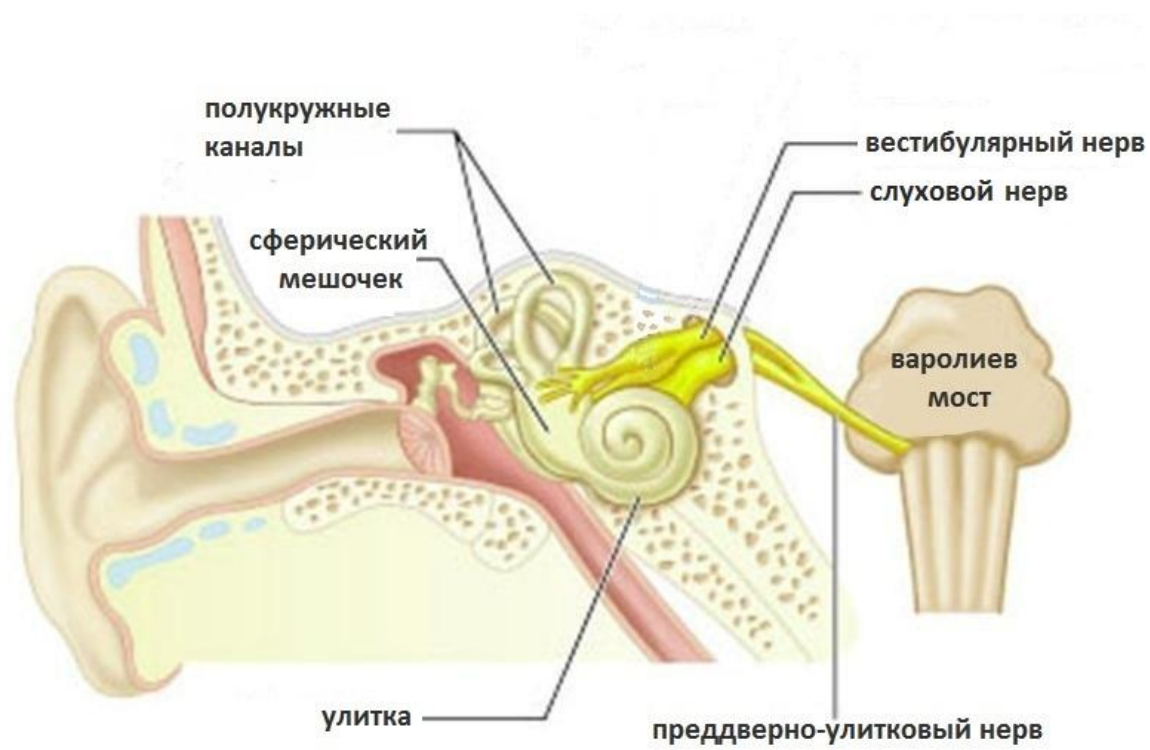
Внутреннее ухо состоит из: полукружных каналов, служащих для рецепции углового ускорения (быстрота изменения угловой скорости), в мешочках находятся отолитовые органы для регистрации линейного ускорения (отношение изменения величины скорости ко времени), а улитка с кортиевым органом является органом частотного анализа звука.

Отолитовый аппарат служит для измерения линейных ускорений, а полукружные каналы измеряют угловые ускорения.

Утрикулярные рецепторы чувствительны к небольшим наклонам головы от ее нормального положения и к линейным ускорениям, которые возникают во время перемещения в горизонтальной плоскости.



1-передний полукружный канал; 2-передняя костная ампула; 3-латеральная костная ампула; 4-улитка; 5-преддверие; 6-окно улитки (круглое окно); 7-окно преддверия (овальное окно); 8-задняя костная ампула; 9-задний полукружный канал; 10-латеральный полукружный канал; 11-общая костная ножка.



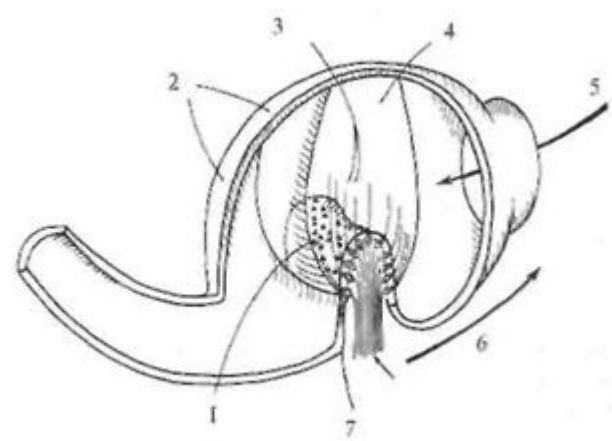
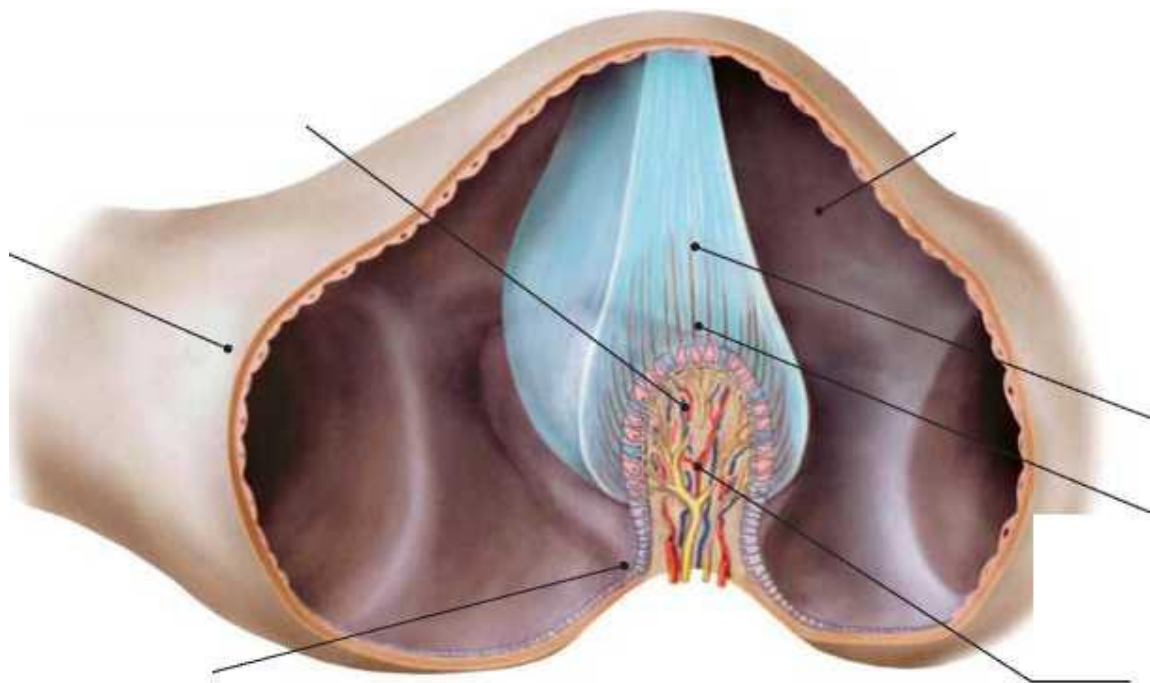


Схема строения ампулярного органа. Цилии волосковых клеток (показано только по одной цилии на рецептор) входят в купулу, которая движется вместе с эндолимфой при движении головы. 1 — crista ampullaris; 2 — ампула; 3 — цилии; 4 — купула; 5 — эндолимфа; 6 — направление движения головы; 7 — слой рецепторов.

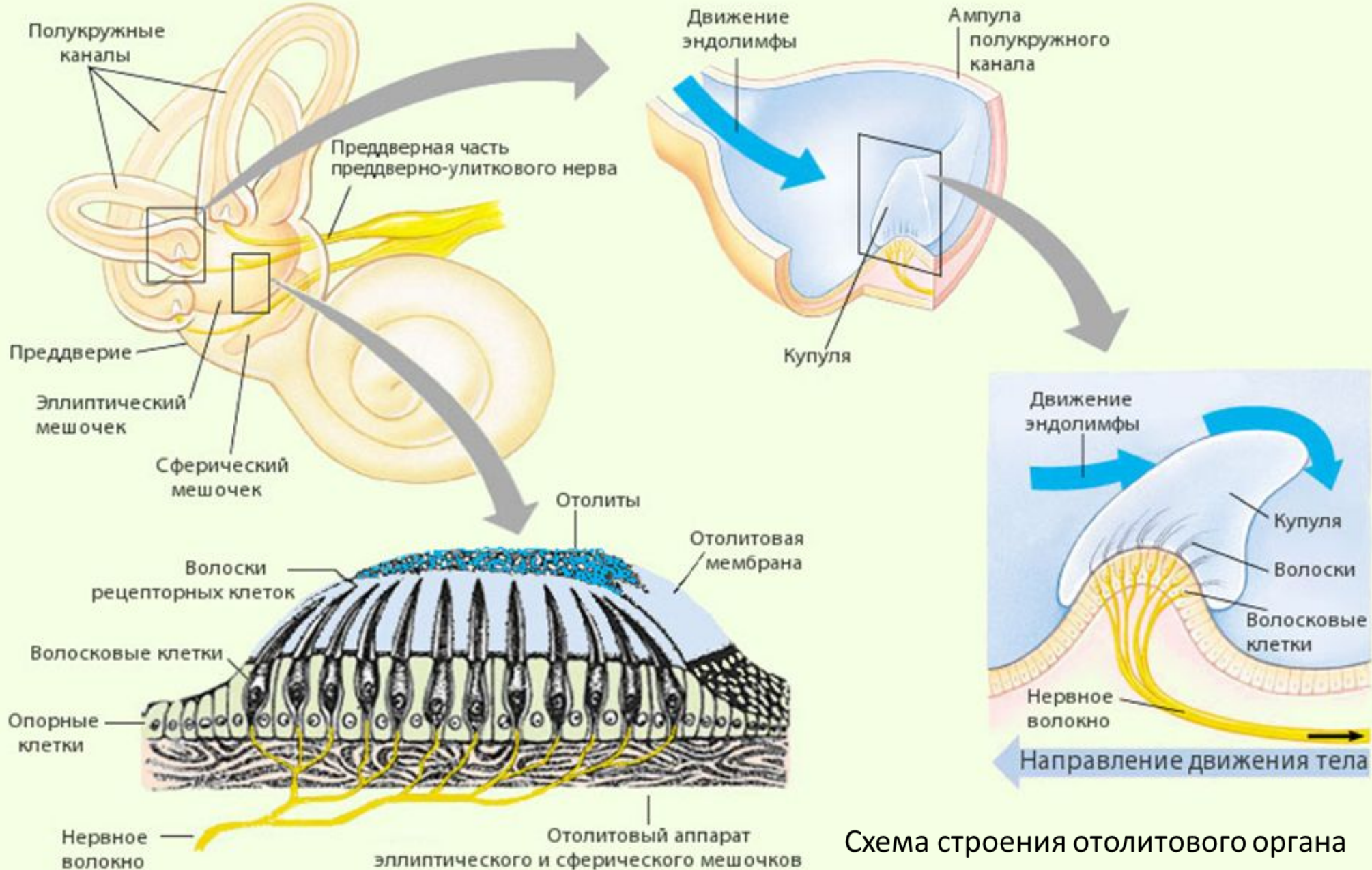
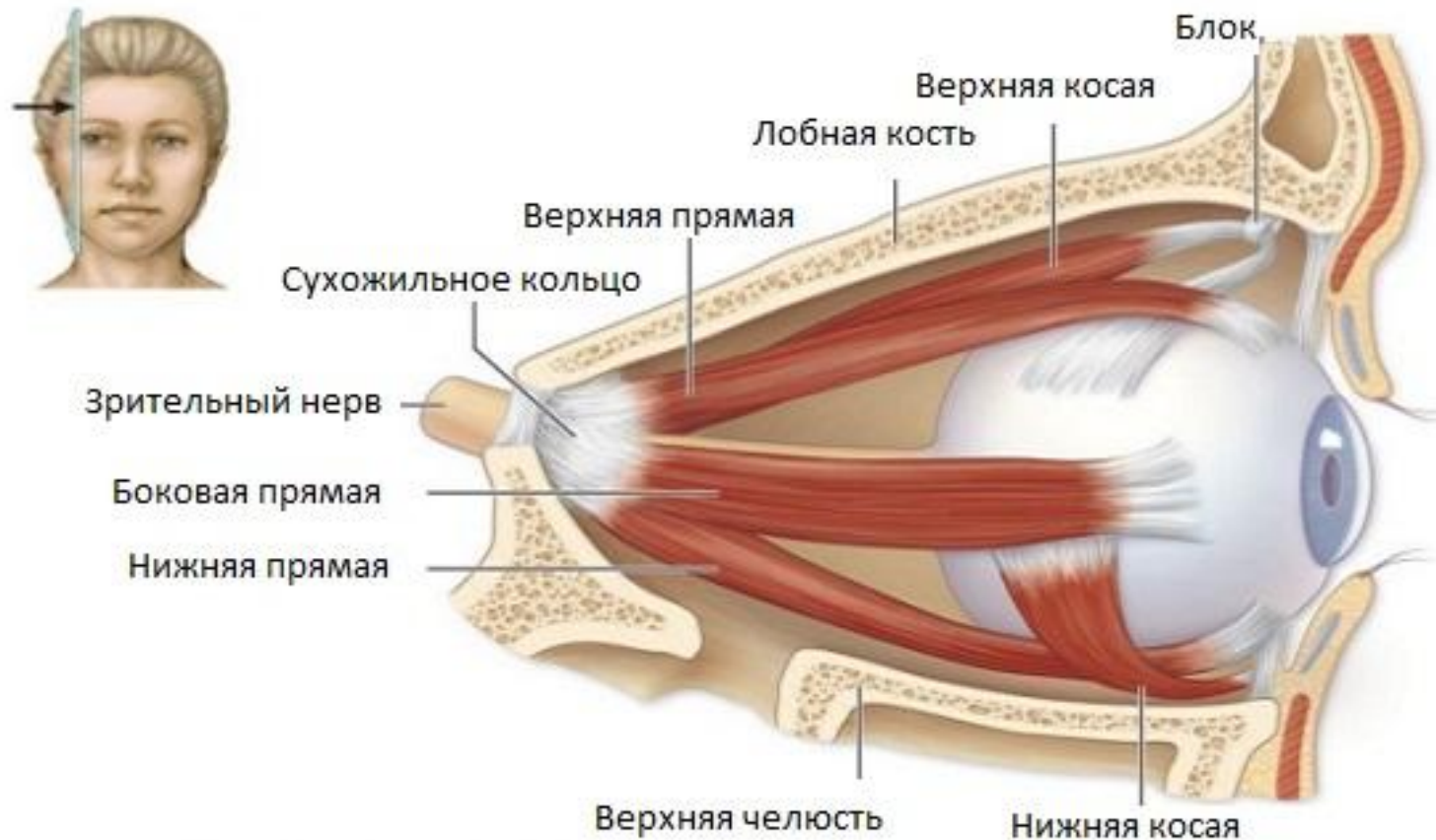


Схема строения отолитового органа

Краткие сведения об устройстве периферического звена глазодвигательной системы.

Глазное яблоко управляется тремя парами мышц: двумя парами прямых и двумя косыми. Каждая пара работает по принципу «тяги-толкай».



Окуломоторные
мышцы

Установочные рефлексы мозгового ствола. Даже таламическое животное (т.е. животное, у которого удалены большие полушария) способно принимать и поддерживать нормальное положение тела. Это обеспечивается совокупным действием ряда рефлексов мозгового ствола:

1. *Лабиринтный установочный рефлекс* на голову состоит в том, что при любом положении тела голова принимает нормальное положение благодаря рефлексу с вестибулярного аппарата.
2. *Тонические лабиринтные рефлексы на глаза.* Каждому положению головы в пространстве соответствует определенное положение глазного яблока в орбите. Например, глаз максимально перемещается назад, когда голова животного занимает положение мордой вниз.
3. *Вестибулоокулярный рефлекс* — проявляется в том, что при вращении головы глаза в орбитах противовращаются. Внешне это проявляется в виде нистагма (— колебательных движений глазных яблок в орбитах). Биологическая роль— предотвращать сползание сетчаточного изображения при вращении головы.

У человека участвует в реакции установки взора. Она возникает при появлении сбоку в поле зрения неожиданного зрительного стимула. В первый момент человек скачкообразно переводит глаза в сторону стимула и «захватывает» зрением этот стимул. С небольшим отставанием в эту же сторону начинает перемещаться голова. Чтобы человек не потерял изображение, включается рефлекс, который запускается вращением головы.

4. *Оптооторный рефлекс* проявляется в том, что при движении в поле зрения человека структурированного зрительного поля происходит произвольное движение глазных яблок в сторону движения стимулов.

5. *Шейный рефлекс на конечности*. Если поднимать или опускать голову животного в атлантоокципитальном суставе, то вызываемые при этом рефлексы на передние и задние конечности действуют противоположным образом: при опускании головы активируются мышцы-сгибатели передних конечностей и мышцы-разгибатели задних, при поднятии головы активируются мышцы-разгибатели передних конечностей и мышцы-сгибатели.

6. *Рефлекс перераспределения тонуса конечностей при поворотах головы*. Если у кошки, у которой удалены большие полушария, лежащей на животе, поворачивать голову, то повышается тонус в «челюстных» конечностях, уменьшается и увеличивается — в «черепных».

У здорового взрослого человека шейные и лабиринтные рефлексы не проявляются, но они отчетливо выступают в патологических состояниях (гидроцефалия, опухоли мозга, тяжелые мозговые травмы и пр.).

7. *Оптический установочный рефлекс* - физиологический рефлекс у детей в возрасте 4-10 месяцев: вытягивание рук вперед ребенком, если его, держа на вытянутых руках вниз животом, внезапно приблизить к горизонтальной поверхности.

8. *Лифтная реакция*. При поднятии площадки, на которой находится животное, конечности подгибаются; при опускании площадки конечности разгибаются. Эта реакция легко вызывается и у человека при подъеме или опускании в скоростном лифте.

Глазодвигательная система млекопитающих. В эволюции наземных позвоночных животных возникла необходимость сохранять неподвижность изображения на сетчатке не только в состоянии покоя или медленных движений, но также во время локомоции. Глазодвигательная система млекопитающих выполняет следующие задачи: 1) сохраняет неподвижным изображение внешнего мира на сетчатке во время движения животного относительно этого мира; 2) выделяет во внешнем мире некоторые объекты, помещает их в зоне сетчатки с высоким разрешением и прослеживает их движениями глаз и головы; 3) осуществляет скачкообразные перемещения взора для рассматривания внешнего мира.

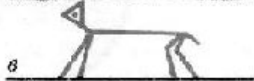
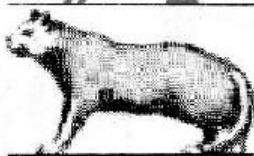
Саккадная система в полной мере развита только у обезьян и человека.

Саккады — это быстрые содружественные отклонения глаз, начальная фаза реакции прослеживания, когда скачком глаза «захватывается» движущаяся зрительная цель при зрительном обследовании внешнего мира. Структуры мозга, обеспечивающие *саккады*, находятся в ретикулярной формации мозгового ствола. Высший центр произвольного управления движениями глаз локализован в коре лобной доли мозга и называется *фронтальным глазодвигательным полем* (8-е и 10-е поля).



Лабиринтный установочный рефлекс

Выпрямительный рефлекс



I

Рефлекс "лифта"

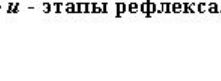
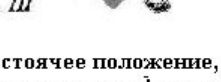


Рефлекс наклона

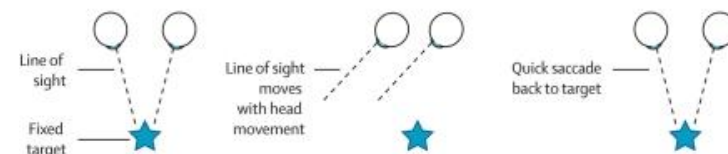
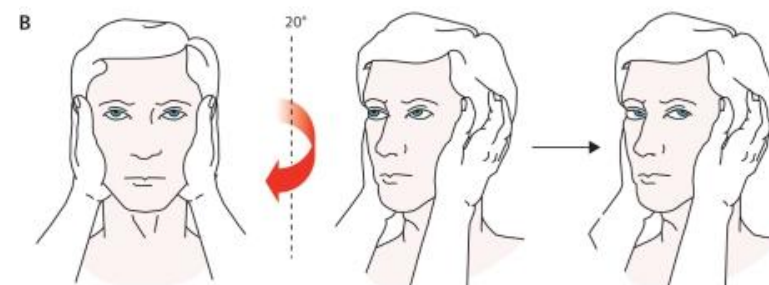
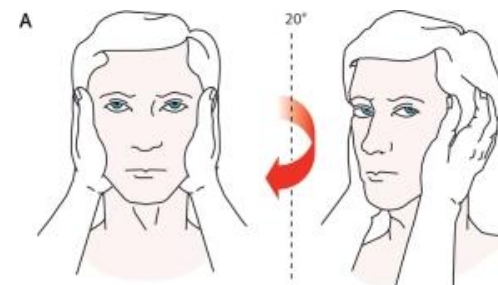


II

Рефлекс выпрямления при падении



III



Вестибулоокулярный рефлекс

Рис. 10. I - выпрямительный рефлекс - переход в стоячее положение, II и III - статокINETические рефлексy: a - и - этапы рефлексa.



Рис. 20. Отрицательная оптическая реакция опоры.

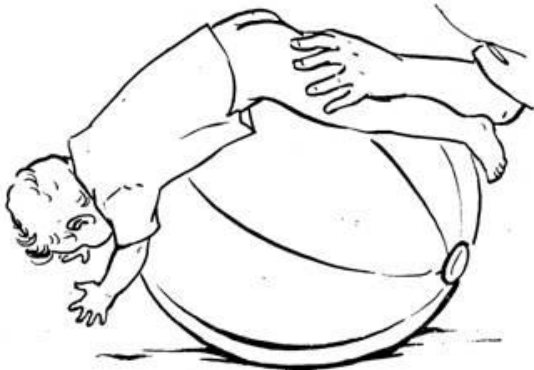


Рис. 21. Воспитание оптической реакции опоры.

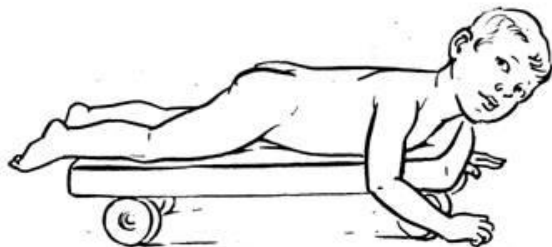


Рис. 22. Тренировка разгибательной функции кисти, установочного рефлекса на голову, поясничного лордоза, шейного цепного симметричного установочного рефлекса на специальной каталке.

Оптический установочный рефлекс