

# Запорізький Державний Медичний Університет

## Кафедра нормальної фізіології людини Лекція № 1

Підручник: В. І. ФІЛІМОНОВА

“Нормальна фізіологія” 1994 р.

«Фізіологія людини» 2008, 2012 р.

«Фізіологія людини» 2010 р.

Інші

ПРАКТИКУМ (кафедральний)

Запоріжжя 2016

# МОТОРИКА - 1

## (регуляція рухів)

Пропріорецептори.

Моторні рефлекси спинного мозку.

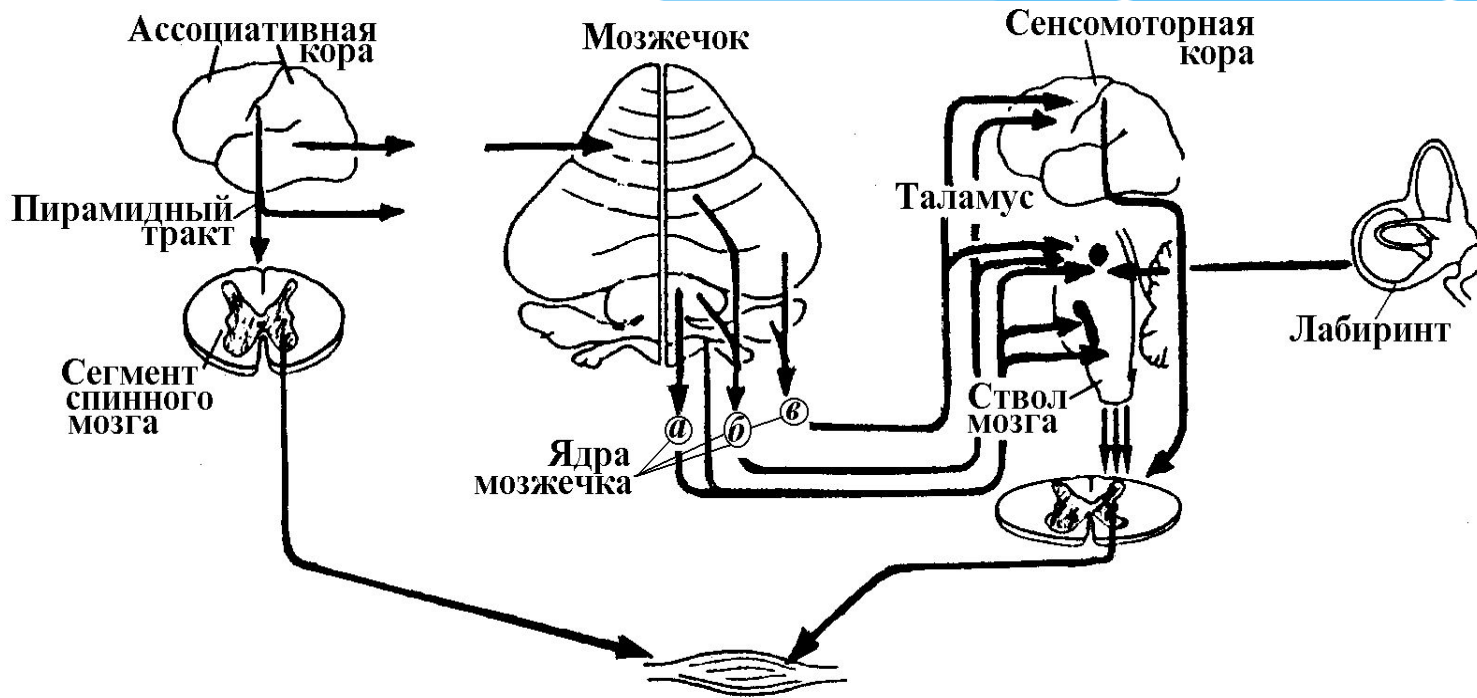
Вестибулярний аналізатор.

Моторні рефлекси ствола мозку.

# Скелетні м'язи

- \* Це найбільший орган - 30-40% маси тіла.**
- \* Завдяки появі скелетних м'язів тварини стали відрізнятися від рослин.**
- \* Не виключено, що саме для узгодження їх скорочень, з'явилася і еволюціонувала нервова система**

# Моторні центри мозку



- \* У міру формування мозку в кожному з його відділів з'являлися моторні центри

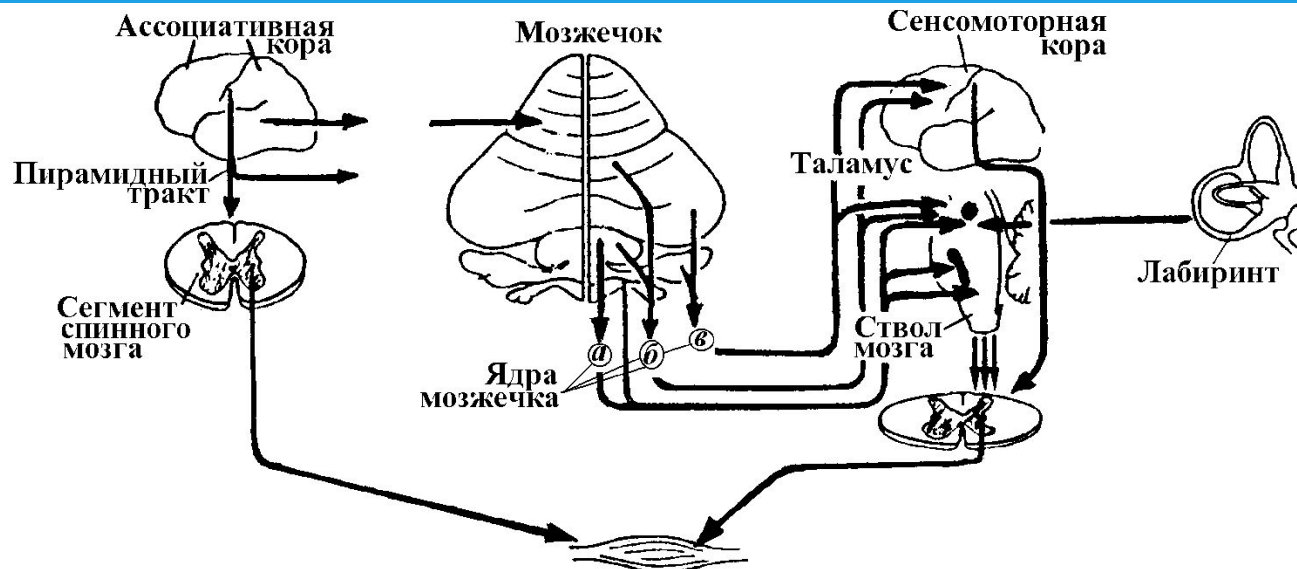
## Різновиди рухів

- \* Скорочення скелетних м'язів спрямоване не тільки на виконання справжніх **цілеспрямованих локомоцій**, а й на протидію гравітаційним силам, на збереження пози. Такі рухи називаються **позна**.
- \* Переважна більшість рухів людини є рефлекторними - для здійснення їх необхідно проходження нервового імпульсу через всі ланки рефлекторної дуги.
- \* Але в моторних центрах ЦНС є і **автоматичні програми** - циклічні процеси, що здійснюються навіть у відсутності будь-яких зовнішніх стимулів.

# Рецептори, які приймають участь в регуляції моторики

- \* *пропріорецептори,*
- \* *вестибулярний,*
- \* *рецептори шкіри,*
- \* *зоровий,*
- \* *слуховий*
- \* *та інші.*

# Нервні центри



- \* Багаторівневий (розташований в різних структурах ЦНС) нервовий центр забезпечує людині можливість виконання всієї різноманітної гами рухів.
- \* Однак, безпосередній вихід до м'язів все вони отримують через мотонейрони спинного мозку (а м'язи обличчя - мотонейрони стовбура головного мозку).

# СПИННИЙ МОЗОК



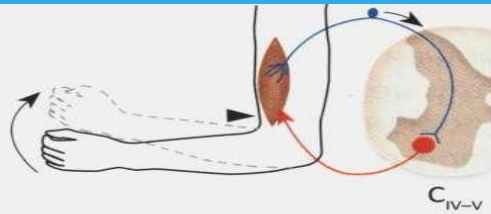
- \* У сегментах спинного мозку пул мотонейронів кожного м'яза знаходиться в певному місці, причому: згиначі лежать латерально, а розгиначі займають медіальні ділянки передніх рогів.
- \* Основними функціями нервового центру (пулу нейронів) є:
- \* а) замикання рефлексу, що виконується самим спинним мозком,
- \* б) перетворення сигналів від верхніх поверхів ЦНС в команди до конкретних м'язових волокон.



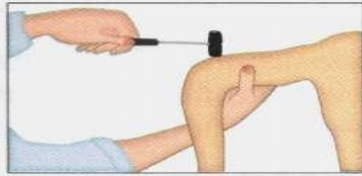
# Сухожильний рефлекс



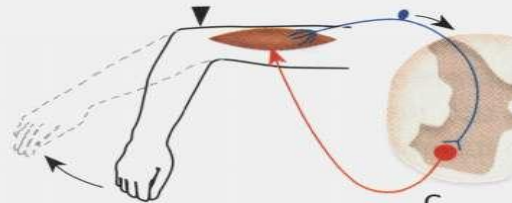
Ліктьовий згинальний рефлекс передпліччя



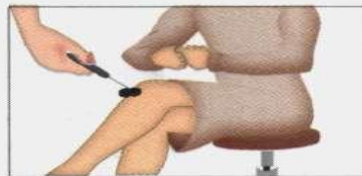
C<sub>IV-V</sub>



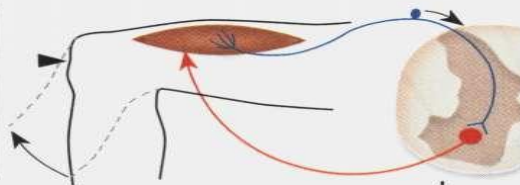
Розгинальний рефлекс передпліччя



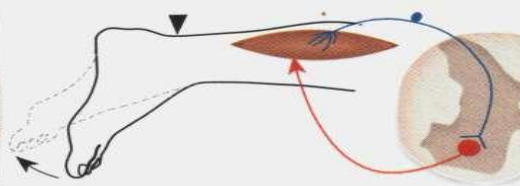
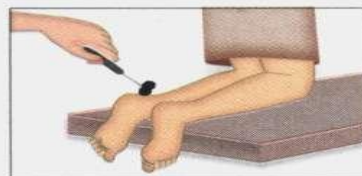
C<sub>VII-VIII</sub>



Колінний рефлекс



L<sub>III-IV</sub>



S<sub>I-II</sub>

- \* При ударі молоточком по сухожилля (будь-якого м'яза) м'яз скорочується.
- \* Цей ефект обумовлений рефлексом, замикається на рівні відповідного сегмента спинного мозку.
- \* Починається рефлекс з пропріорецепторів (м'язових веретен).

# Пропріорецептори

Схема **сухожильного органу** (а),  
**м'язового веретена** (б).

1, 12- афферентні волокна,

2 – інтрафузальне м'язове  
волокно,

3 – сухожилля,

4 – капсула,

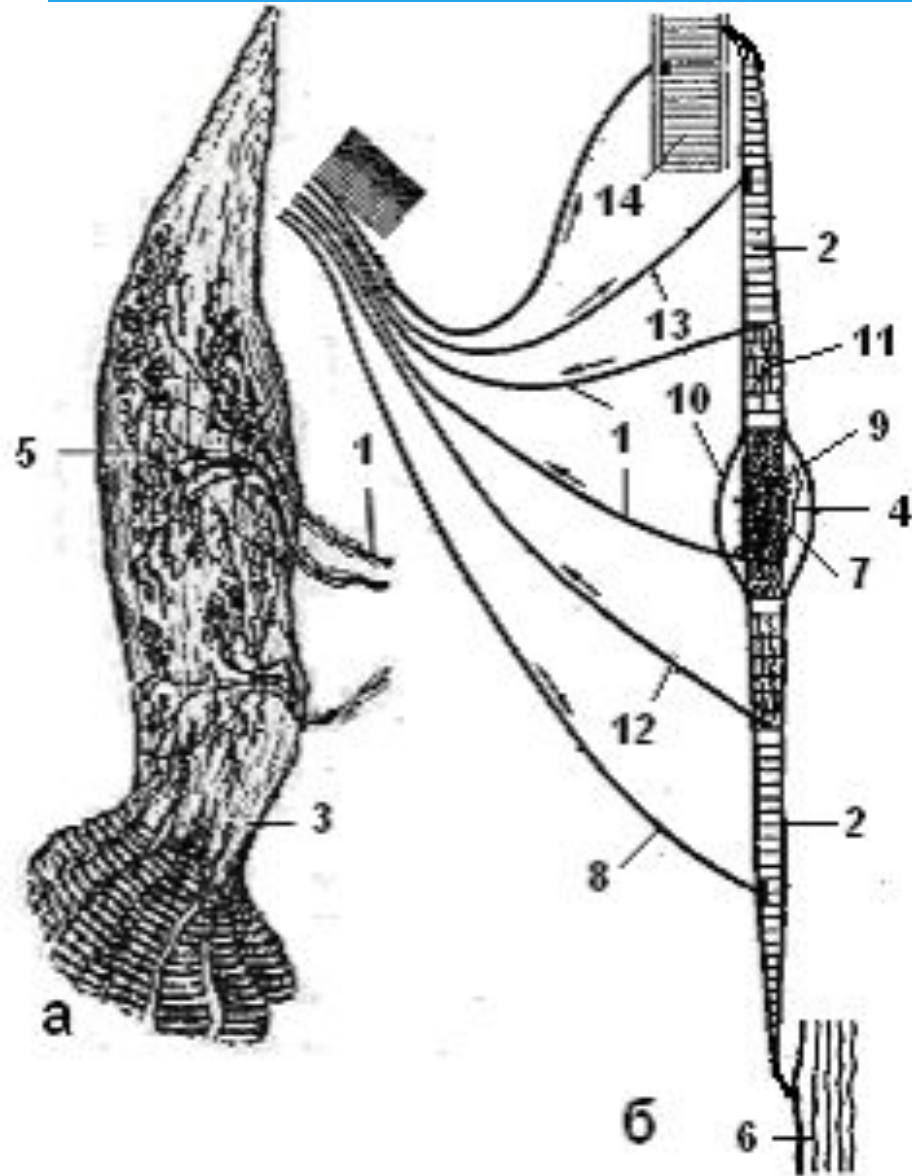
5, 7, 11 –чутливі нервові  
закінчення,

6 – екстрафузальні м'язові  
волокна,

8, 13 - γ-эференти,

9 – ядра,

10 – ядерна сумка.



# Щільність пропріорецепторів

- \* Кількість м'язових веретен і сухожильних органів в різних м'язах неоднаково. Чим більше складну, більш значущу для людини функцію виконує м'яз, тим більше в ній число веретен, вище їх щільність.
- \* Так, в м'язі, що приводить великий палець кисті, налічується 29 веретен на 1 г, а в триголовий плеча - 1,4 на 1 м
- \* Зазвичай щільність сухожильних органів приблизно в 1,5 - 2 рази менше.

# Взаємодія нейронів в спинному мозку



1. Рецептори збуджуються при їх розтягуванні.
2. Імпульси від веретен в спинному мозку збуджують мотонейрони своєї м'язи; а через вставні нейрони гальмують м'яз-антагоніст.
3. Імпульси від сухожильних органів в гальмують мотонейрони своєї м'язи.

# Сухожильний орган

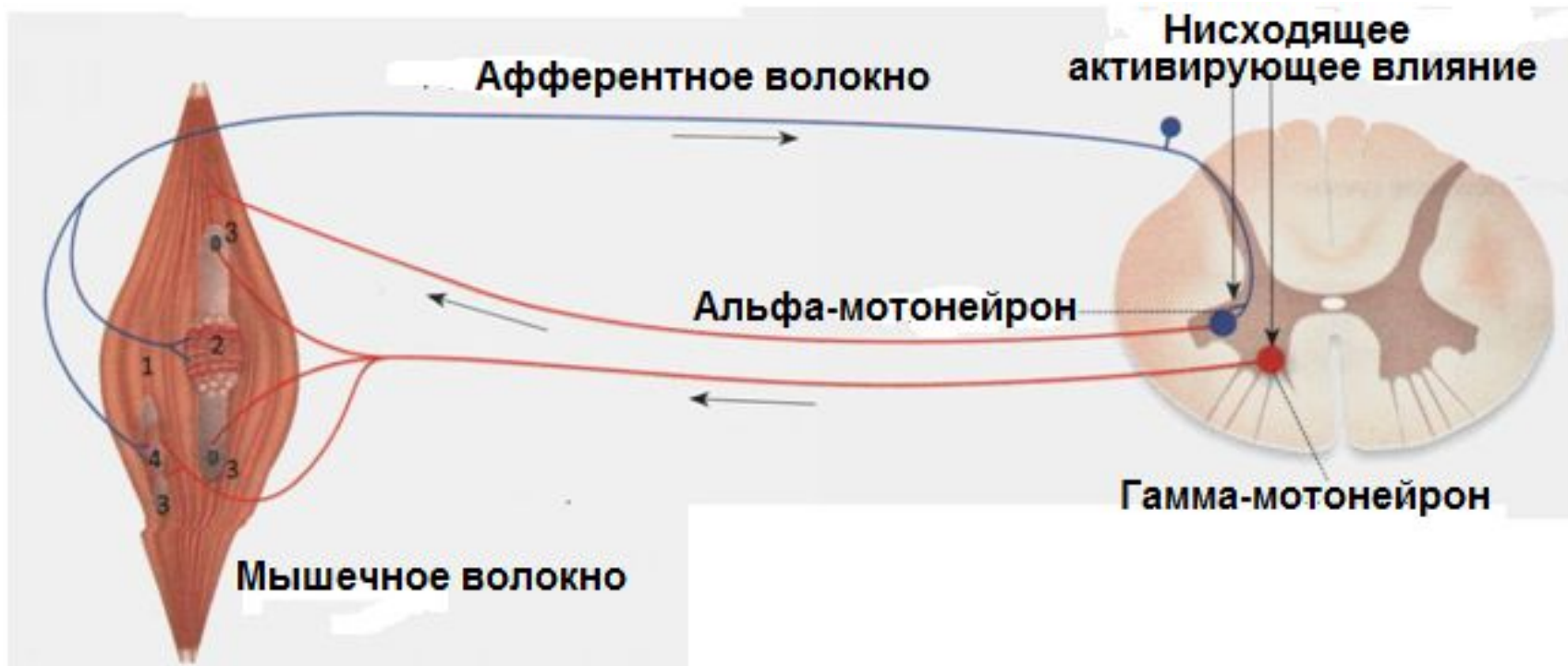


- \* *Сухожильні органи - контролюють напругу м'язів (силу скорочення).*
- \* *А якщо скорочення занадто сильне (можна пошкодити м'яз і сухожилля), то скорочення зупиняється (гальмування).*
- \* *Тим самим вони здійснюють захисний рефлекс, оберігаючи м'яз від розриву ..*



## Функції м'язових веретен

- \* *М'язові веретена - контролюють довжину м'яза. Ця інформація надходить у головний мозок (ми завжди знаємо в якому становищі перебувають наші м'язи).*
- \* *Крім того (див. Далі) ...*



# ГАММА-ПЕТЛЯ

**У природних умовах збудження  $\alpha$ - і  $\gamma$ -мотонейронів однієї м'язи виникає найчастіше одночасно. Але внаслідок різної швидкості проведення**

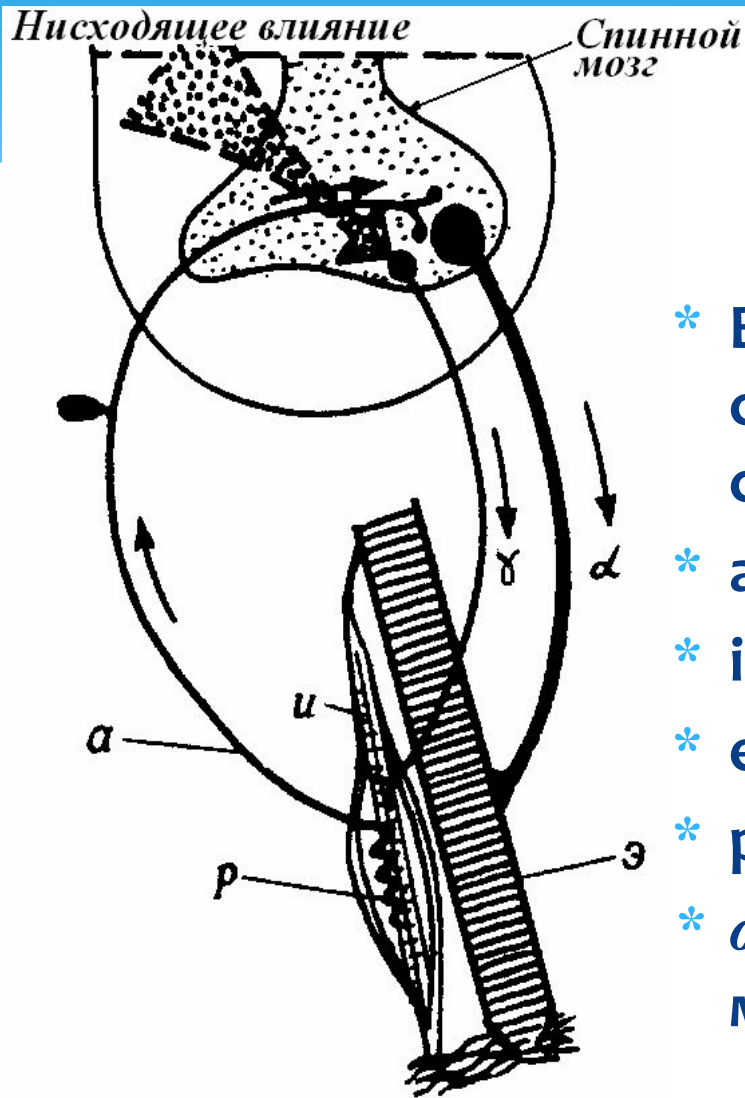
**(По  $\alpha$ -мотонейронів - 70-120 м / с, а - по  $\gamma$  - - 10-40 м / с)**

**воно досягає відповідних м'язових волокон неодноразомно: екстрафузальних волокна (сама м'яз) починають скорочуватися раніше інтрафузальних (веретен).**

**Що почали скорочуватися з деяким відставанням інтрафузальних волокна, розтягують капсулу центральної ядерної зони веретена, що призводить до подразнення розташованих тут нервових закінчень і надходженню від них сигналів знову в спинномозкові центри, а від них по  $\alpha$ -мотонейронами до м'яза. В результаті скорочення посилюється! Це явище називається гамма-петля.**

**Мал. Див. нижче.**

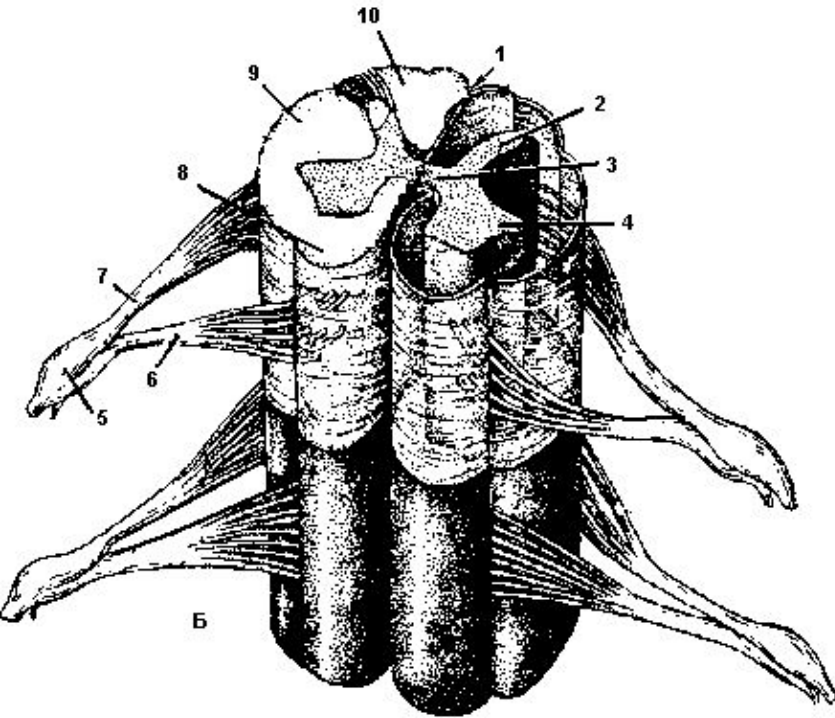
# Гамма-регуляція м'язового скорочення ( $\gamma$ - петля): механізм усилення скорочення м'язів



- \* Вплив ретикулярної формації стовбура мозку вказано широкою стрілкою.
- \* а - аферентні волокно,
- \* і - інтрафузальних м'язові волокна,
- \* е - екстрафузальних волокна,
- \* р - м'язове веретено,
- \*  $\alpha$ ,  $\gamma$  - відповідні ефферентів мотонейронів спинного мозку.



# Рефлекси спинного мозку (Починаються з різних рецепторів або автономних програм)



## Сегментарні:

- \* **моносинаптичні**
- \* **полісинаптичні.**

## Межсегментарних:

- \* **згинальний,**
- \* **перехресний**
- \* **розгинальний,**
- \* **чесательний,**
- \* **Шагательном.**

## Крім того, завдяки зв'язку з ВНС:

- \* **Сомато-вісцеральні,**
- \* **Вісцеро-соматичні**

# Спинальний шок

Центри верхніх відділів мозку координують рефлекси спинного мозку.

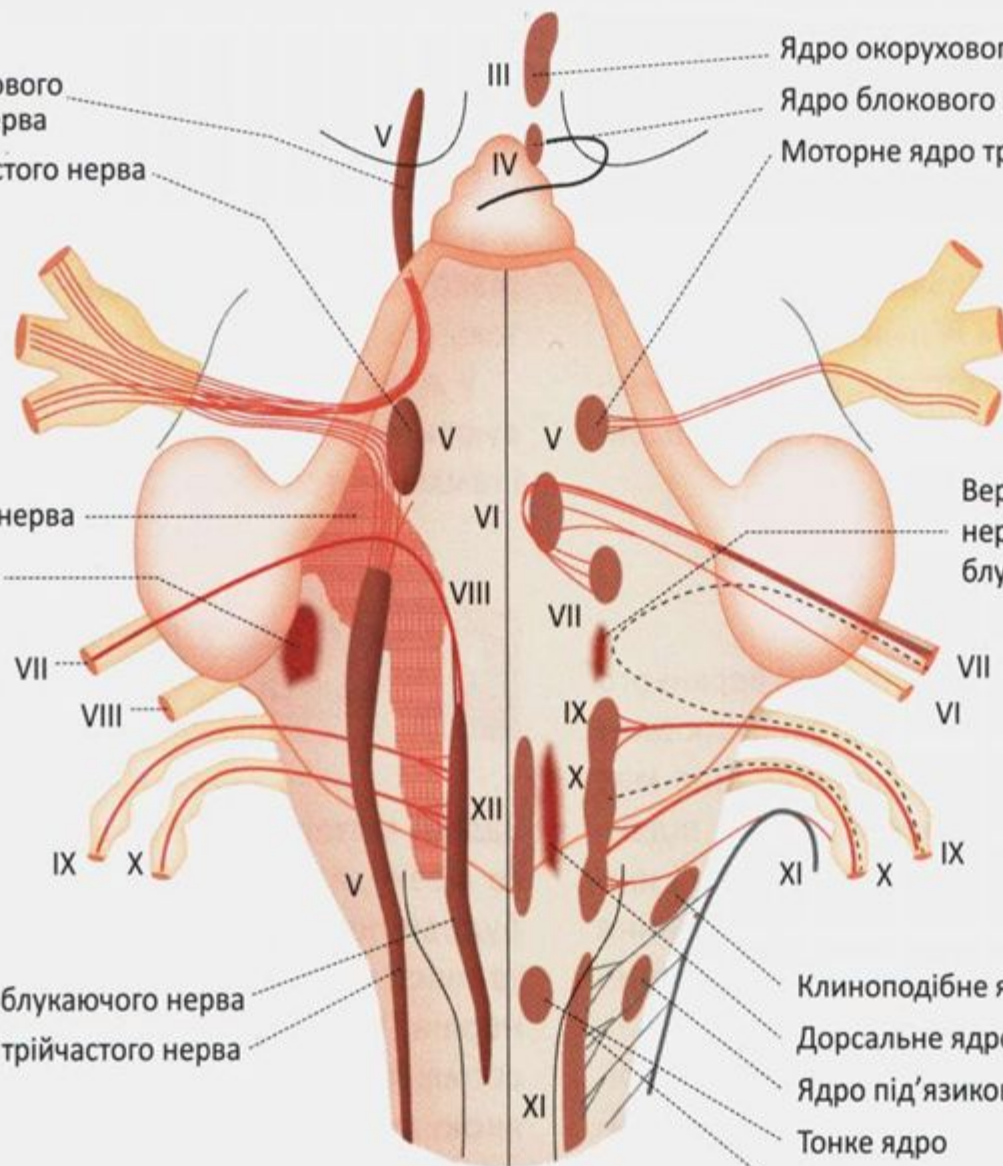
- \* А ретикулярна формація стовбура ще і тонізує центри спинного мозку.
- \* Тому при розриві цих зв'язків протягом тривалого часу зникають їх рефлекси (шок).
- \* Потім ці рефлекси поступово відновлюються.
- \* Але шагательном функція не відновлюється!

# Центри ствола мозку

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

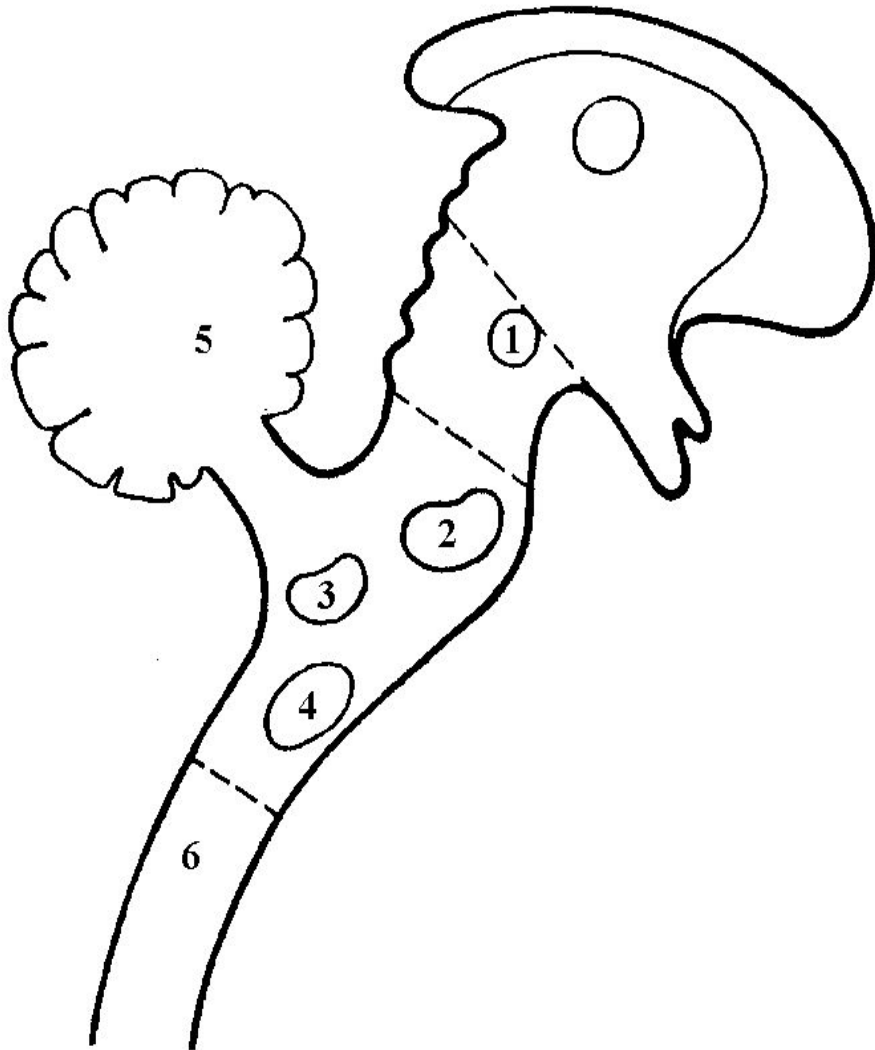


Ядро окорухового нерва  
Ядро блокового нерва  
Моторне ядро трійчастого нерва

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

## Моторні центри стоволу головного мозку.

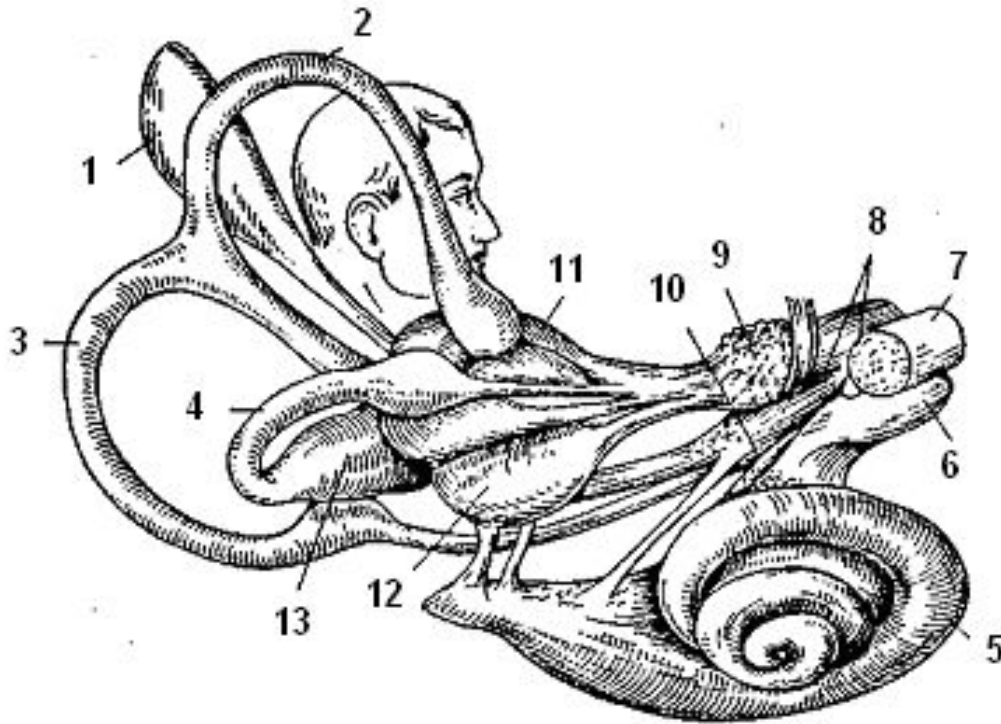


- \* 1 - червоне ядро,
- \* 2 - ядро ретикулярної формації моста,
- \* 3 - вестибулярне ядро,
- \* 4 - ядро ретикулярної формації довгастого мозку,
- \* 5 - мозочок,
- \* 6 - спинний мозок.

# Вестибулярний аналізатор

- \* В орієнтації людини в просторі крім пропріорецепторів велику роль відіграє вестибулярна сенсорна система. Вона разом з пропріорецепторами м'язів шиї інформує ЦНС про:
- \* положенні голови,
- \* її русі (причому як активному, так і пасивному).

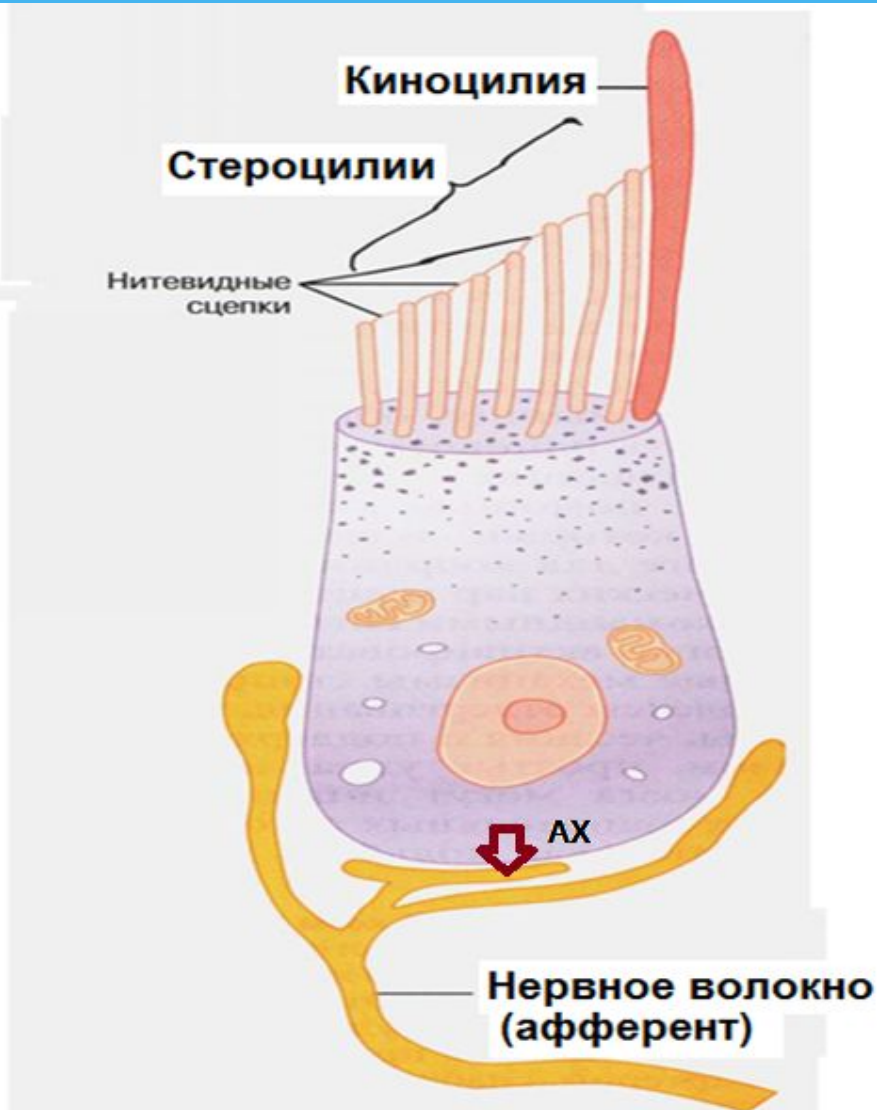
# Лабіринт



- \* 1 - Ендолімфатичний мішечок,
- \* 2, 3, 4 - півкруглі канали,
- \* 5 - равлик, 6 - улітковий нерв, 7 - лицевий нерв,
- \* 8 - вестибулярний нерв,
- \* 9 - верхній вестибулярний вузол, 10 - нижній вестибулярний вузол,
- \* 11 - овальний мішечок,
- \* 12 - круглий мішечок,
- \* 13 - ампула напівкругного каналу

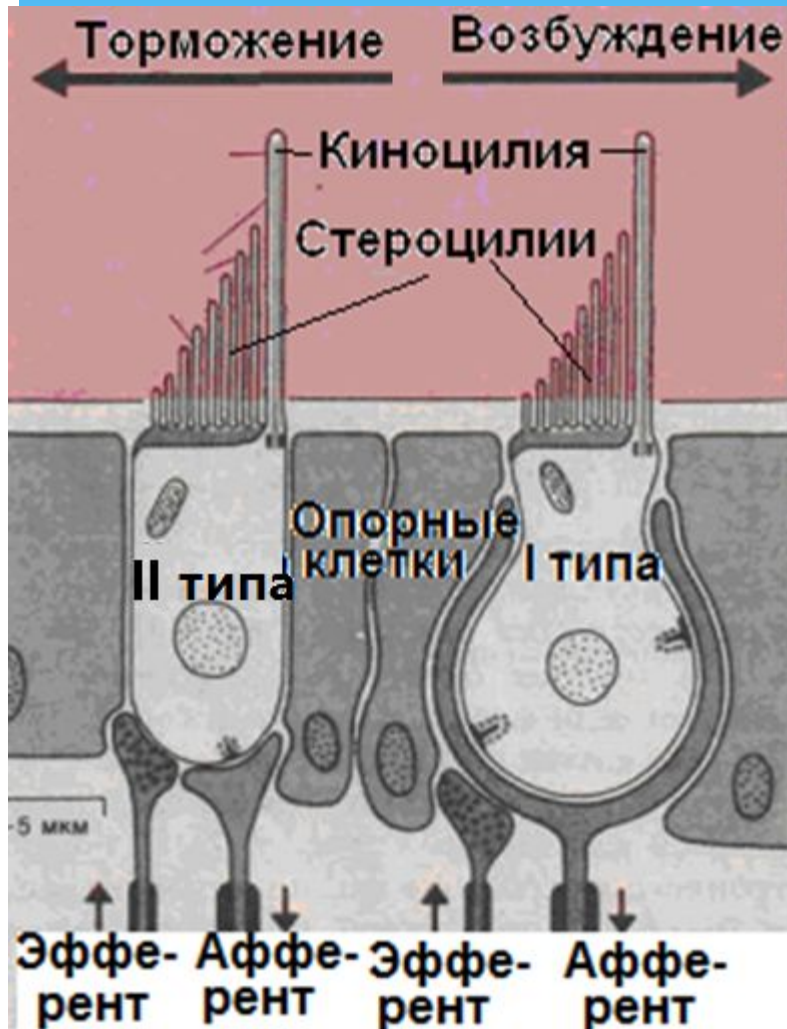


# Рецепторна клітина вестибулярного апарату



- \* Вії двох типів:
- \* Одна довга - кіноцілій і багато коротких - стереоцілій.
- \* При їх нахилі виділяється медіатор - АХ, по впливом якого на постсинаптичні мембрані виникає ПД.

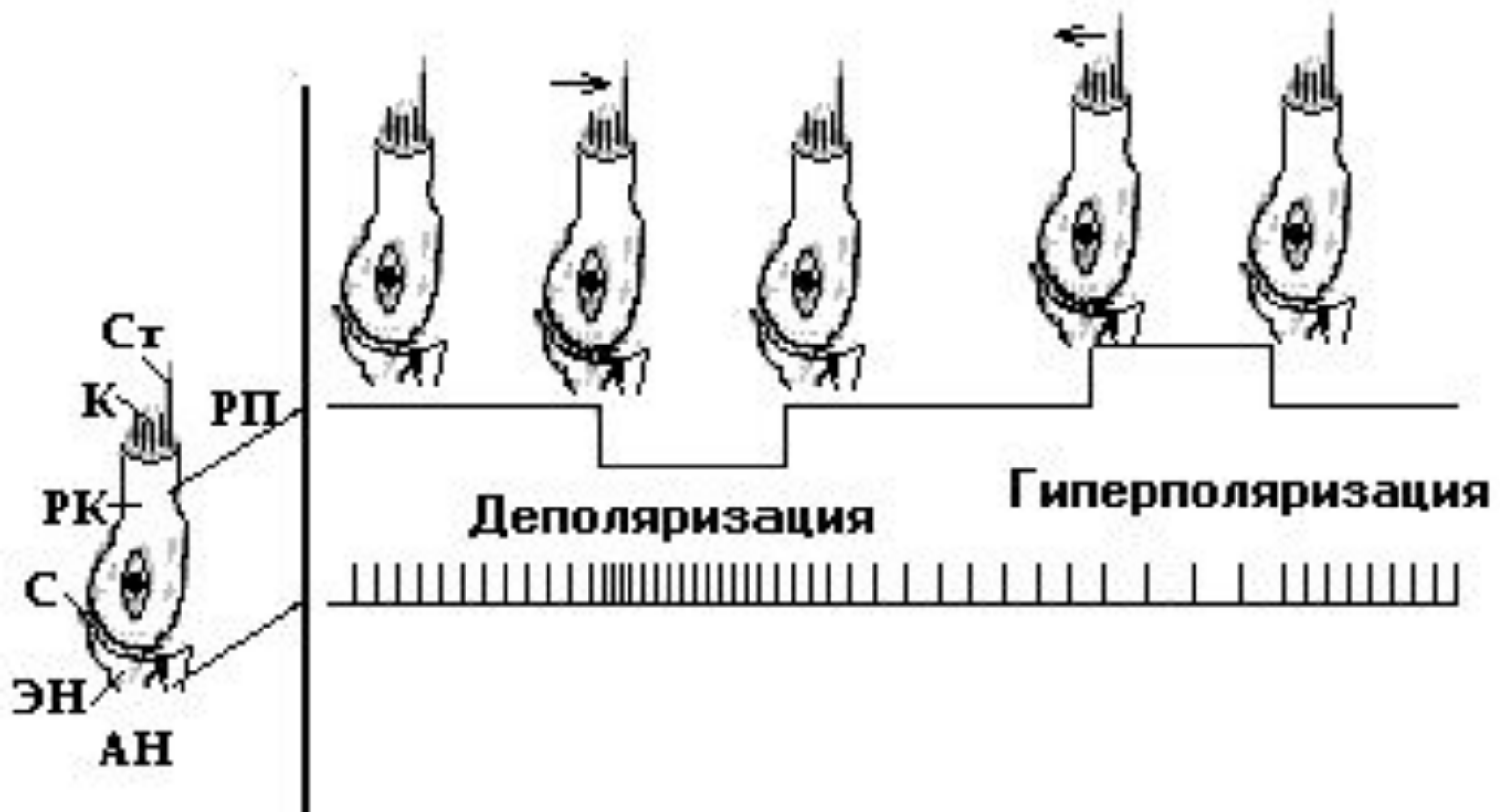
# Схема будови, механізм збудження і гальмування рецепторних клітин



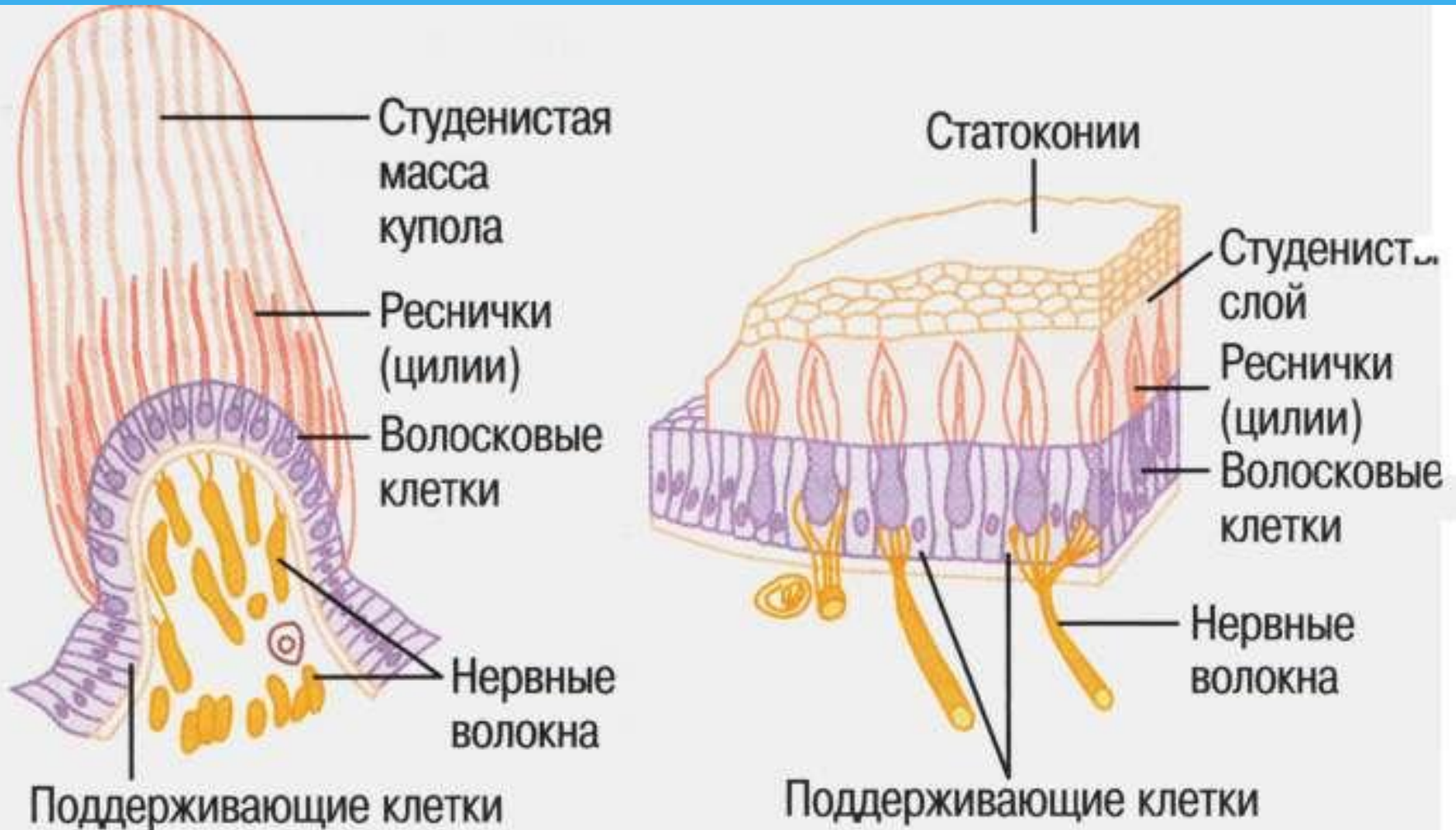
- \* Клітка має пейсмекерного властивостями (спонтанне збудження близько 200 імп / с).
- \* Рух ендолімфи, зрушуючи стероцилії в сторону кінореспицій, викликає деполяризацію клітинної мембрани і збільшення виділення медіатора (АХ) - частота ПД зростає.
- \* В протилежну сторону - гиперполяризация: частота ПД зменшується (рис. Далі).



Сприйняття зміни руху голови рецепторною кліткою вестибулярного аналізатора і поява електричних відповідей в закінченні сенсорного нейрона (див. Рис.).



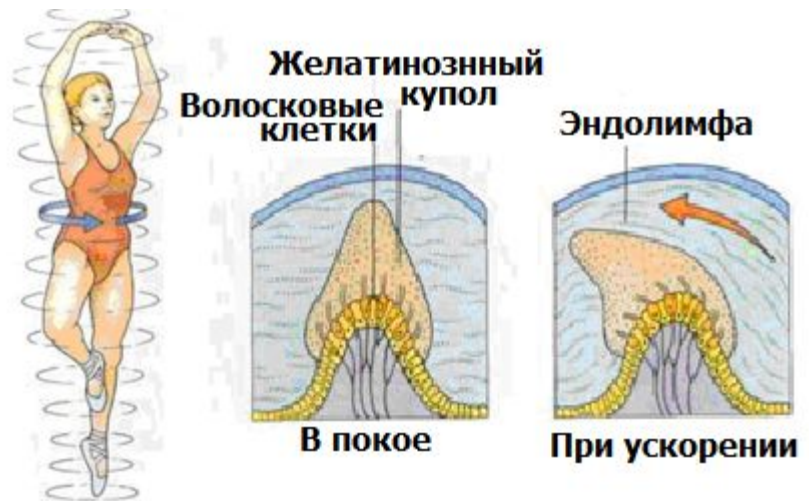
# Схема будови купули і отолитового апарату



АМПУЛЯРНЫЙ ГРЕБЕШОК И МАКУЛА

# Півкруглі канали

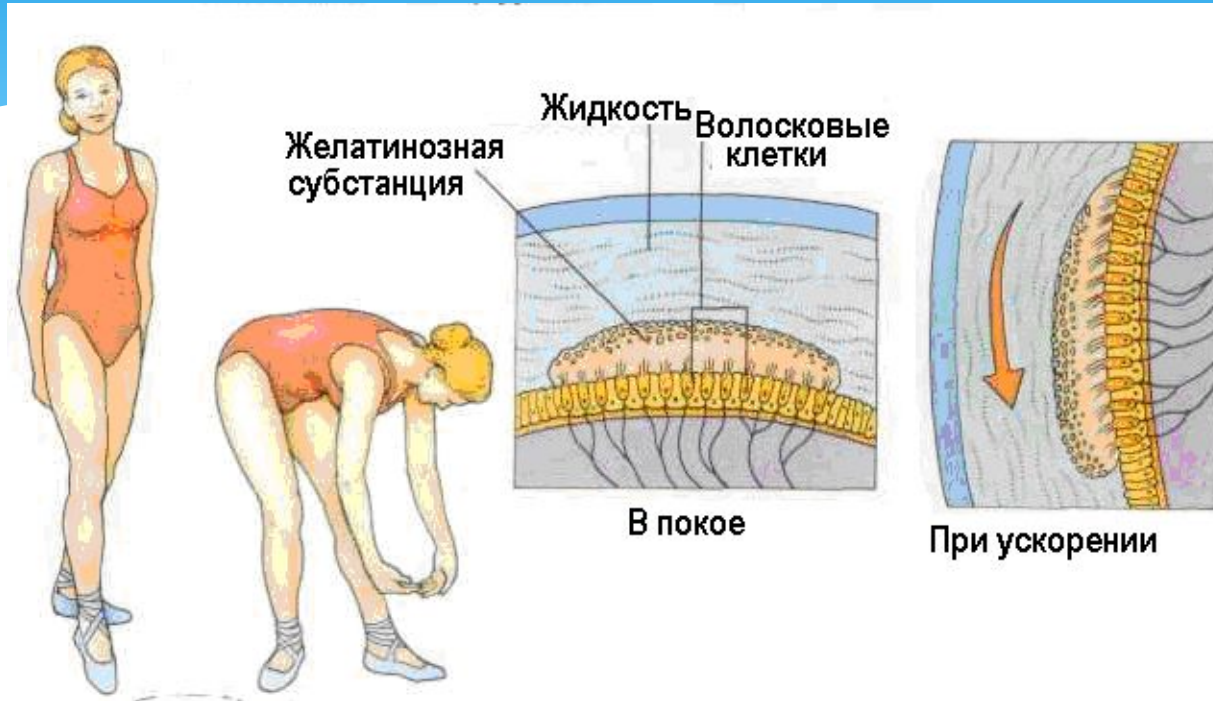
- \* Стимулом для рецепторів півколових каналів є кутові прискорення. Тут рецепторні клітини в кожному каналі згруповані в *cristae ampularis* і лежать глибоко утопленими серед клітин сенсорного епітелію. Вії їх укладені в желатинозную масу, звану купуле.
- \* Їх омиває ендолімфа, питома маса якої мало відрізняється від желатинозної маси, тому вйчасті клітини даних відділів майже не реагують на лінійні прискорення, їх подразником є кутові (обертальні) прискорення. Кожен канал реагує на обертання навколо центру своїй площині.



## **Рецептори маточки і мішечка контролюють прямолінійні рухи людини.**

- \* Дратуються вони при зміні швидкості руху (початок і кінець рухів), при так званих рівнях лінійного прискорення.**
- \* У мішечку і маточки вії входять в структуру отолитової мембрани, що містить кристалики карбонату кальцію, що призводить до підвищення питомої щільності отолитової мембрани в два рази в порівнянні з ендолімфою.**
- \* Більш важка, отже, і більш інерційна мембрана на початку руху відстає від руху ендолімфи, а при гальмуванні пізніше зупиняється. В результаті саме в ці моменти і створюються умови для виникнення збудження, так як відбувається відповідний нахил коротких вії.**

# Механізм виникнення роздратування отолітової рецепторів



- \* Рецептори маточки реагують на зміну швидкості горизонтального руху, а мішечка - вертикального (ліфтні рефлексі)



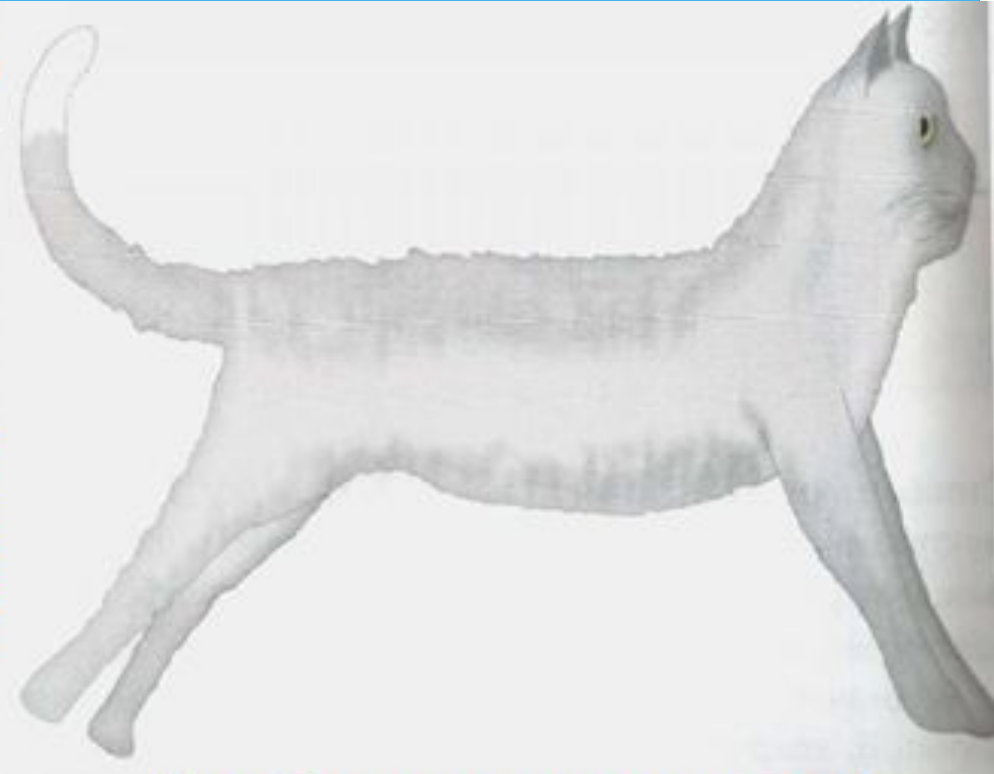
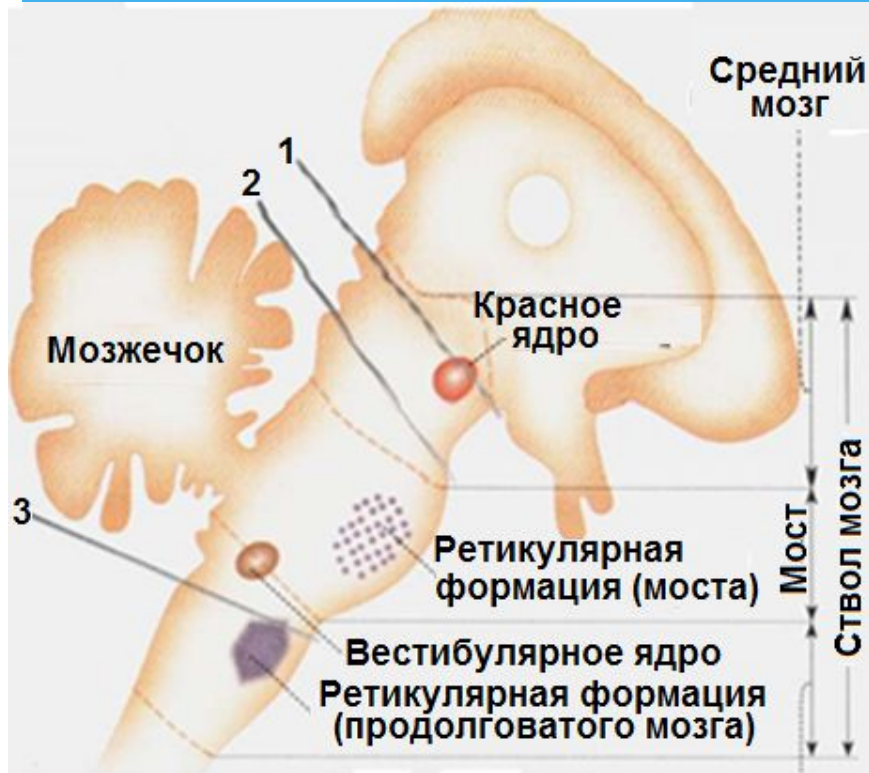
## Зв'язки центрів стоволу

- \* Перш за все: всі центри стовбура тісно пов'язані між собою.
- \* Рефлекси стовбурових моторних ядер реалізуються через спадні впливу на мотонейрони спинного мозку. Спадні шляху нейронів ядер стовбура закінчуються на відповідних мотонейронах спинного мозку, де вони збуджують мотонейрони одного типу м'язів, гальмуючи при цьому мотонейрони м'язів-антагоністів.
- \* За допомогою зазначених центрів стовбура відбувається перерозподіл м'язового тону: *вестибулярне ядро збуджує мотонейрони розгиначів, а червоне ядро - згиначів.*

# Рухові центри стовбура головного мозку

- \* **Стовбурові центри забезпечують збереження рівноваги і нормальне вертикальне положення тіла в умовах дії гравітаційного поля Землі як в стані спокою, так і під час руху.**
- \* **При цьому головним є забезпечення природного (вертикального) положення голови і очей щодо лінії горизонту. А це: голова вгору, очі по лінії горизонту.**

# Зміна тонуусу м'язів при порушенні взаємодії центрів стовбура



Децеребрационная ригидность после перерезки ствола мозга (рис. слева)



# Рефлекси стовбура мозку

## \* Позні рефлекси:

- \* шийні,
- \* вестибулярні,
- \* очі-рухові.

## \* Починаються вони з: пропріорецепторів

- \* рецепторів м'язів шиї,
- \* вестибулярного аналізатора.

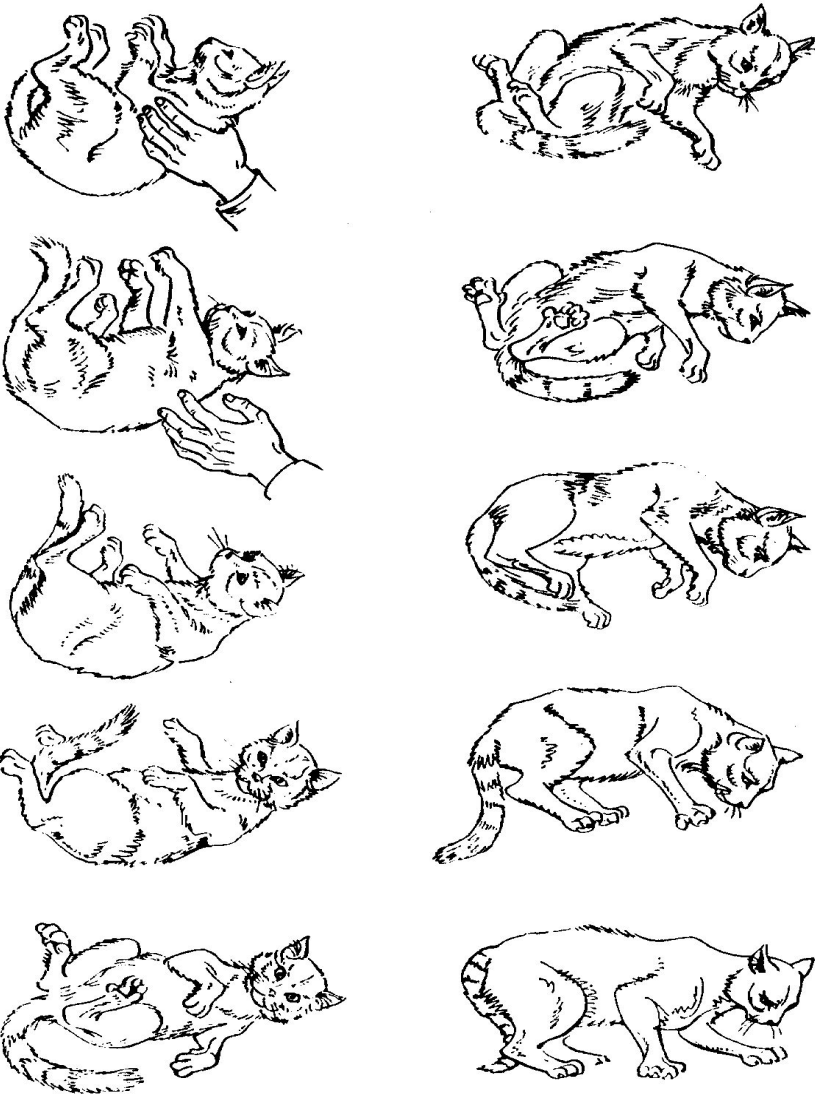
## Статокинетичеськие рефлекси:

- \* статичні,
- \* тонічні,
- \* Орієнтовні.

# Шийні рефлекси

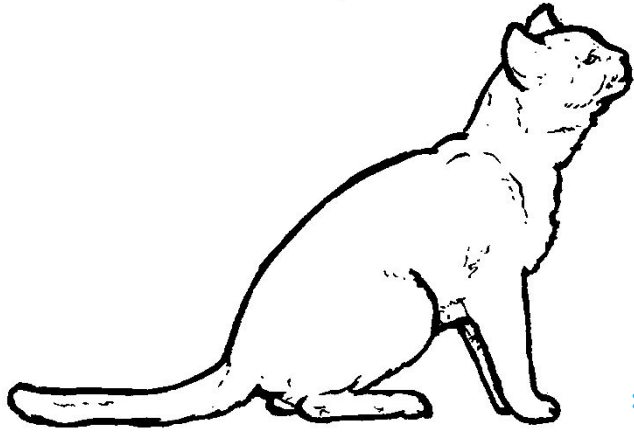
- \* При «неправильному» положенні голови з пропріорецепторів м'язів шиї запускаються рухи м'язів тулуба спрямовані на збереження більш природного стану людини - стоячи тім'ячком вгору.
- \* Цей рефлекс наочно проявляється у людини не вміють плавати при спробі навчитися, коли він займає горизонтальне положення на воді.

# Прояв позних рефлексів у кішки при падінні

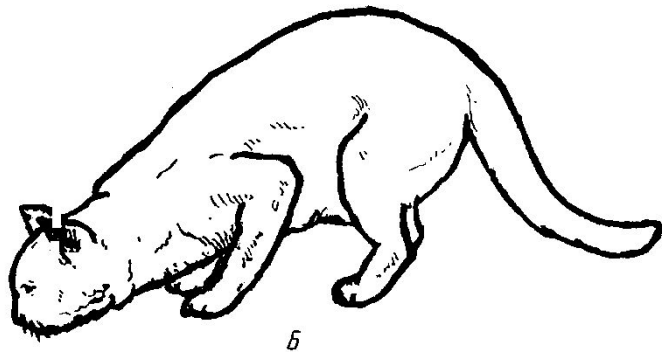


- \* Починаються рухи з повороту голови, тобто спочатку включаються шийні рефлекси.
- \* В результаті потім перерозподіляється тонус м'язів тулуба, кінцівок і кішка приземляється на ноги.

# Перерозподіл тону́су м'язів кішки при нахилах голови

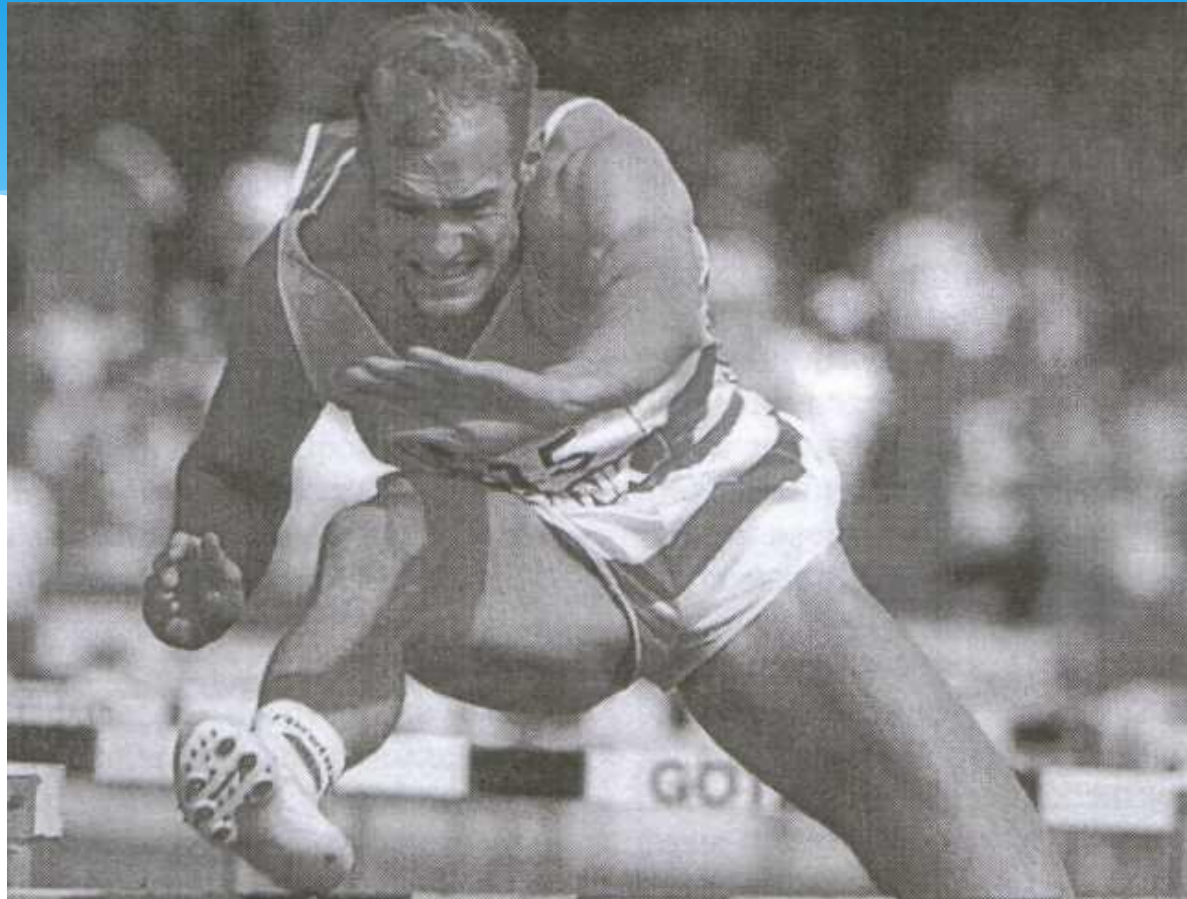


- \* У тварин при нахилі голови вниз (рис. Б) підвищується тонус згиначів передніх кінцівок і розгиначів задніх. При підйомі голови (а) спостерігається протилежне: передні кінцівки розгинаються, а задні згинаються.



- \* На відміну від цього у людини нахил голови вперед підвищує тонус всіх м'язів згиначів, а назад - розгиначів. Нахил голови до плеча призводить до підвищення тону́су м'язів згиначів цього боку і розгиначів протилежної (див. Далі).

\* При нахилі голови вперед підвищується тонус м'язів-згиначів і в результаті покращується можливість угруповання.

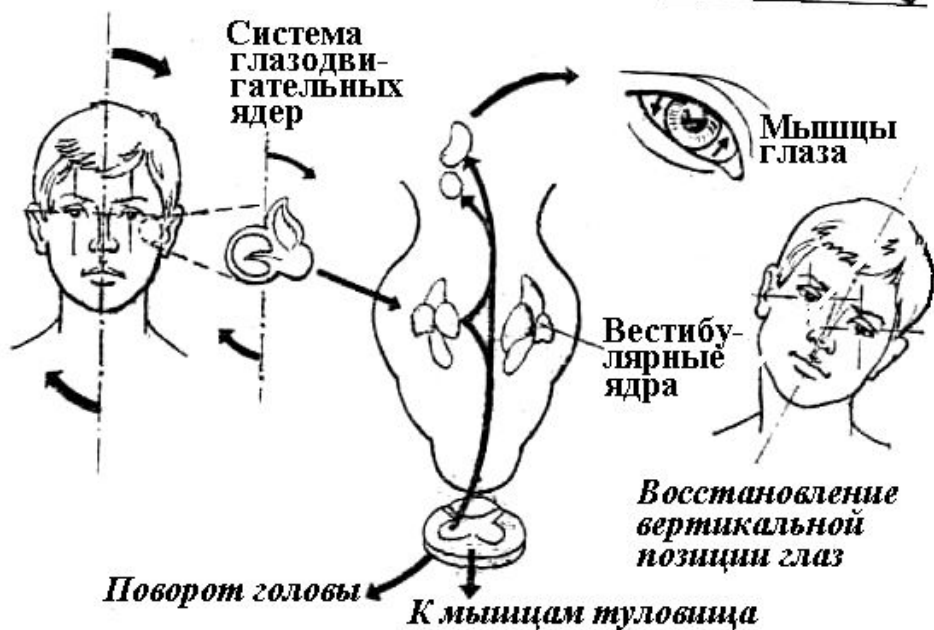
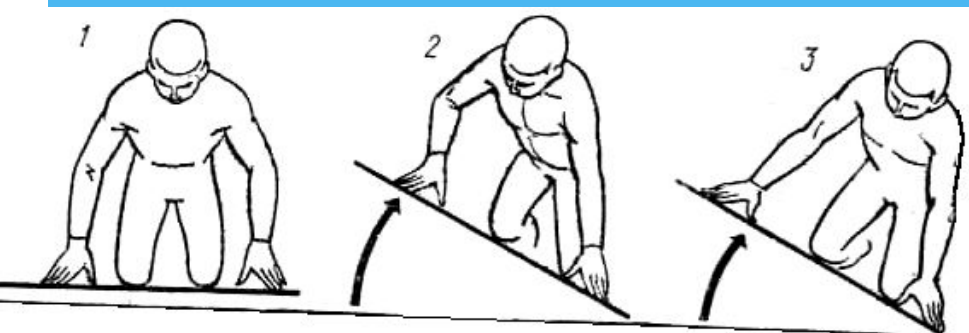


\* При відкиданні голови назад підвищується тонус м'язів розгиначів. Тільки після цього можна виконати заднє сальто.

# Перераспределение тонуса мышц при повороте головы

- \* При повороті голови підвищується тонус м'язів згиначів на стороні повороту, а розгиначів на протилежному боці.
- \* В основі цього рефлексу лежить біологічно важливий рефлекс «що таке?»: В разі появи звуку з боку необхідно повернути голову в бік звуку (розглянути що там знаходиться). І, про всяк випадок, зайняти стартову позицію для втечі в протилежну сторону.

# Участь лабіринту в збереженні горизонтального положення очей при нахилах голови



- \* Крім того, ці ж структури беруть участь у виконанні мимовільних рухів очей.
- \* Очі при будь-якому положення голови повинні бути розташовані горизонтально!
- \* При нахилі голови такий стан очей відновлюється.



**Дякую за увагу**