

ЗАПОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЇ ФІЗІОЛОГІЇ ЛЮДИНИ  
ЛЕКЦІЯ № 1

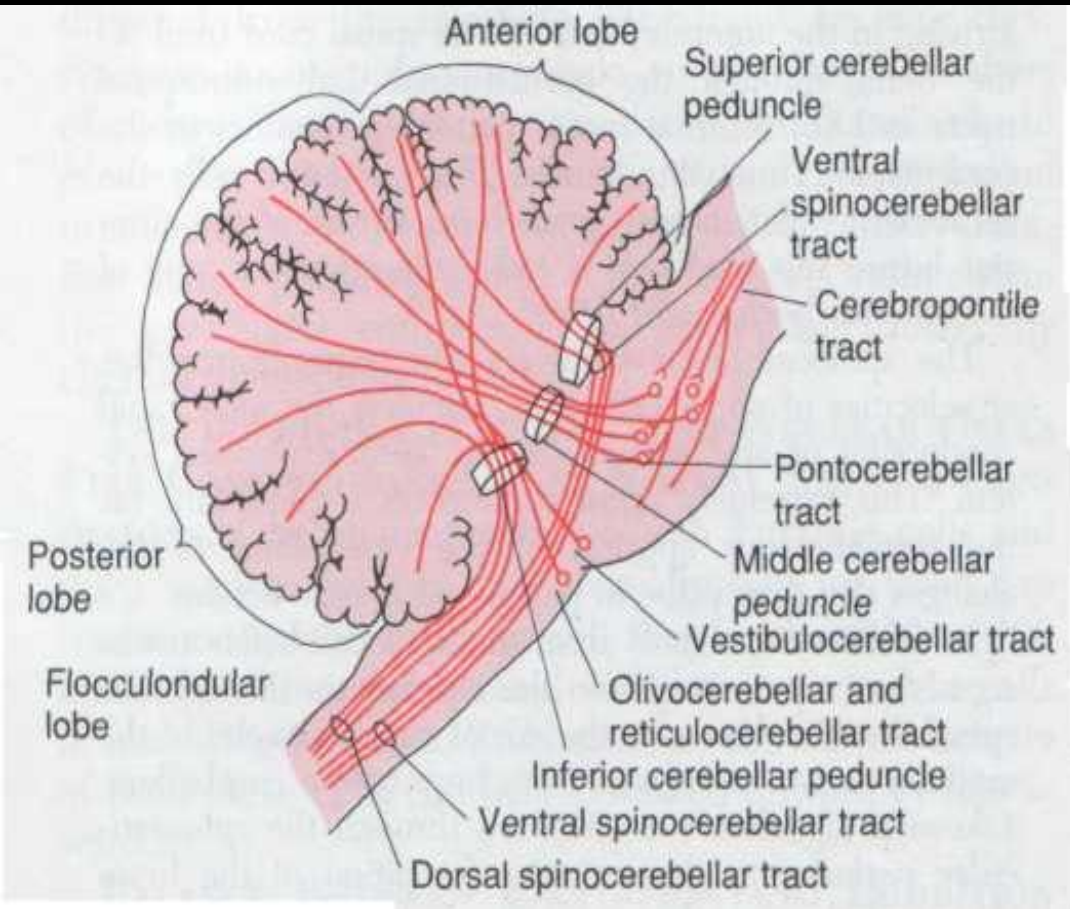
За спеціальністю: Лікувальна справа, педіатрія (які  
здобули освітньо-кваліфікаційний рівень «молодший-  
спеціаліст»)

Запоріжжя 2016

## МОТОРИКА (ПРОДОВЖЕННЯ)

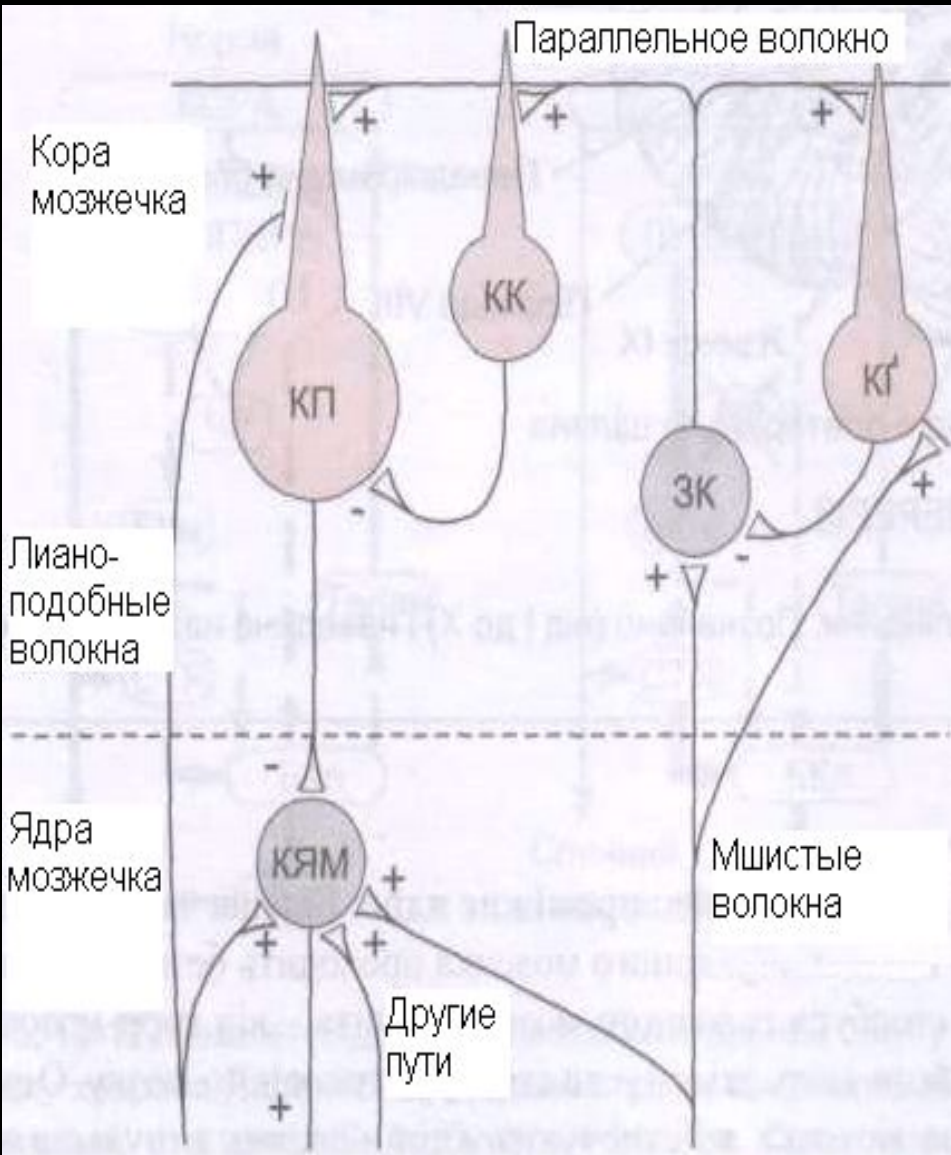
1. Моторні функції мозочка.
2. Моторні функції великих півкуль і базальних гангліїв.

# МОЗОЧОК



- Участь мозочка в регуляції моторики відбувається через його ядерні скупчення і кору мозочка.
- Зв'язки клітин кори мозочка двосторонні (див. Рис.).

# ЗВ'ЯЗКИ КЛІТИН КОРИ МОЗОЧКА (КП - КЛІТИНИ ПУРКІНЬЄ)



- До коримозочка пульсація надходить:
- від вестибулярних ядер,
- від соматосенсорної системи,
- а також від кори великих півкуль (чим і забезпечується участь мозочка в регуляції свідомих рухів).

# СПАДНІ ВПЛИВУ КОРИ МОЗОЧКА

- Клітини Пуркіньє надають фонове гальмівний вплив на:
  - а) різні підкіркові ядра самого мозочка,
  - б) ядра стовбура мозку (червоне і вестибулярні ядра),
  - в) моторну зону кори великих півкуль.
  - При збудження клітин Пуркіньє гальмівний вплив їх посилюється.
-

# ПОДВІЙНИЙ ТИП ВПЛИВІВ КЛІТИН ПУРКІНЬЄ

- Причому вплив мозочка на деякі моторні центри може бути двояким.
- Наприклад, прямими шляхами через клітини Пуркіньє кора мозочка гальмує нейрони вестибулярного ядра, а опосередковано через вплив цих же клітин на фастігальное ядро, навпаки, розгальмовує його.
- Вплив клітин Пуркіньє на червоне ядро опосередковується проміжними ядрами мозочка. В силу цього рubro-спинальне вплив на згиначі здійснюється під час гальмування активності клітин Пуркіньє.

# УЧАСТЬ МОЗОЧКА В ВИКОНАННІ ДОВІЛЬНИХ РУХІВ

- Особливо важливо те, що від різних відділів кори великих півкуль і особливо від соматосенсорної і рухової областей її через зв'язку і колатералі кортикоспинального тракту надходять сигнали до проміжної частини мозочка. Звідси через вставні ядро йдуть еферентні сигнали до стовбурових руховим центрам (особливо до червоного ядра).
- Причому частина еферентних сигналів від мозочка повертається до рухової корі.

## **МОТОРНІ ФУНКЦІЇ МОЗОЧКА**

- **а) співучасть в регуляції пози і м'язового тону (через ядра стовбура мозку),**
- **б) виправлення (при необхідності) повільних цілеспрямованих рухів в ході їх виконання (через кору б / п),**
- **в) координація цих рухів з рефлексами підтримки пози,**
- **г) правильне, більш точне виконання швидких цілеспрямованих рухів, команда до виконання яких надходить від кори великих півкуль,**
- **д) уточнення і заучування програм складних усвідомлених рухів.**

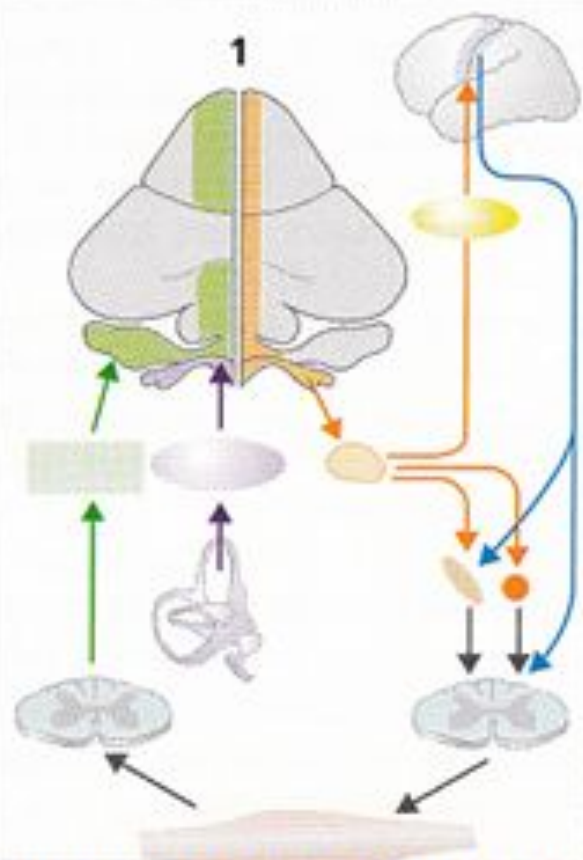


# ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ВПЛИВІВ ОКРЕМИХ СТРУКТУР МОЗОЧКА

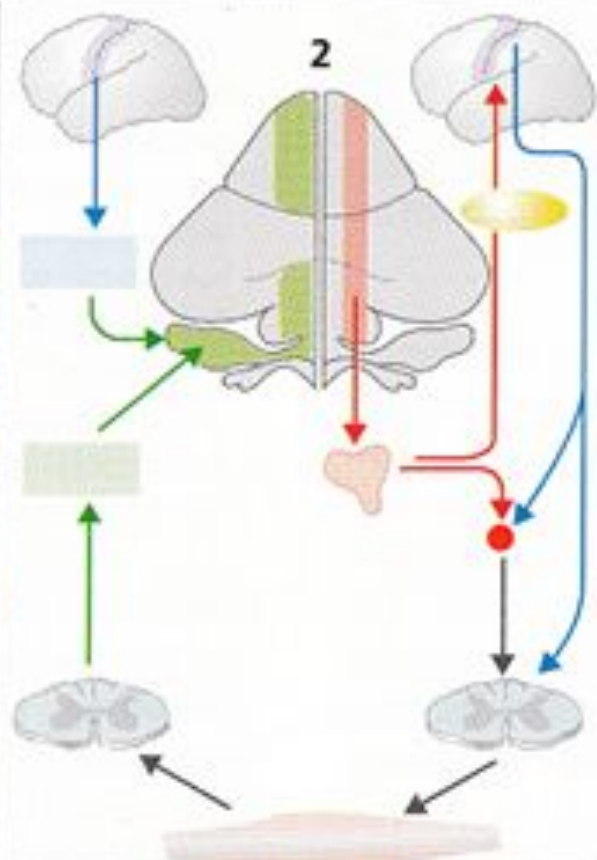
- Давніші (медіальні) структури мозочка пов'язані з руховими центрами спинного мозку і стовбура, а розвинулися пізніше латеральні відділи - з переднім мозком.
- В результаті:
- А. Медійна частина мозочка здійснює головним чином регуляцію і корекцію руху в період його виконання. Але це ефективно лише при виконанні повільних рухів.
- Б. Півкулі ж беруть участь в підготовці, програмуванні рухів, їх заучуванні.

# ТАКИМ ЧИНОМ, МОЗОЧОК:

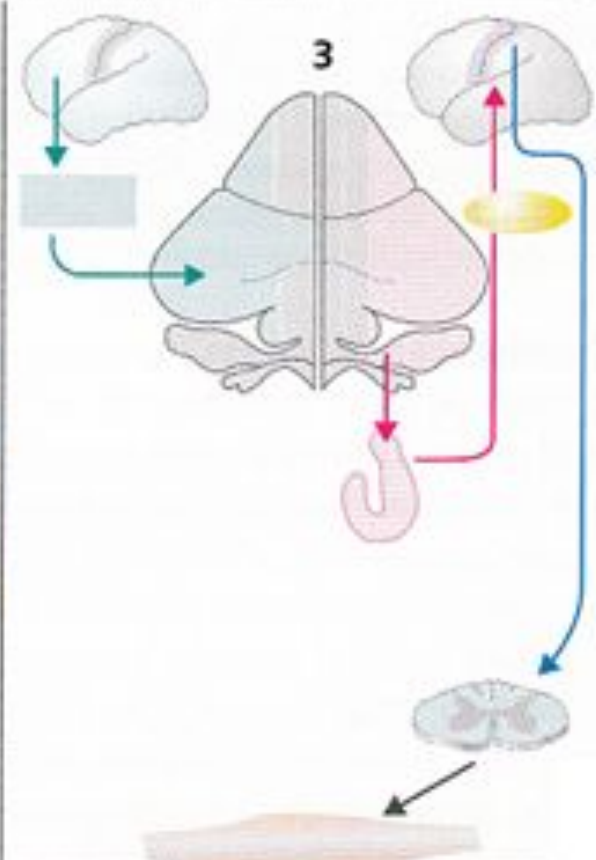
## Тракты и функции мозжечка



оптимизация и коррекция  
позных и  
окуломоторных функций  
(тонус, поза, равновесие).



координация  
поддерживающих позу и  
сознательные движения.



программирование  
целевого движения

ПОРУШЕННЯ, ЩО РОЗВИВАЮТЬСЯ ПРИ УРАЖЕННІ  
МОЗОЧКА, ЯКІ НАОЧНО ДЕМОНСТРУЮТЬ ЙОГО  
ФУНКЦІЇ:

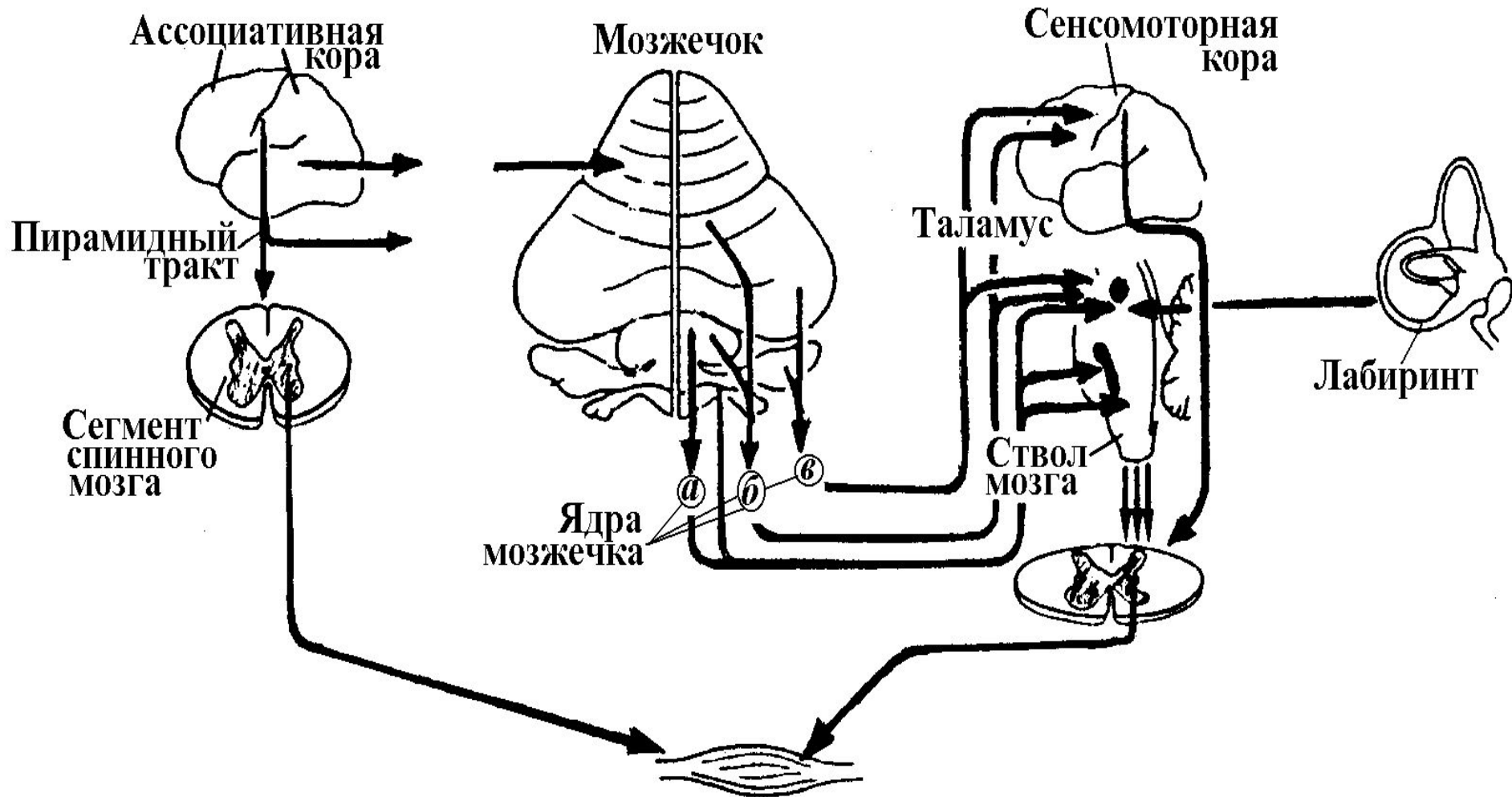
1. Тремор на початку і кінці рухів,
2. Асінергія (порушення узгодженості),
3. атаксія,
4. асимметрії рухів,
5. загальна атонія,
6. дефекти мови.

# ЦІЛЕСПРЯМОВАНІ РУХИ



- **Этапы виконання:**
- 1. Прийняття рішення. Зароджуються «ідеї» в асоціативних зонах кори.
- 2. Програмування (залучення необхідних нервових центрів).
- 3. Низхідні еферентні сигнали.
- 4. Виконання руху (через мотонейрони спинного мозку).

# ВЗАЄМОДІЯ РІЗНИХ ВІДДІЛІВ МОТОРНОЇ СИСТЕМИ ЦНС



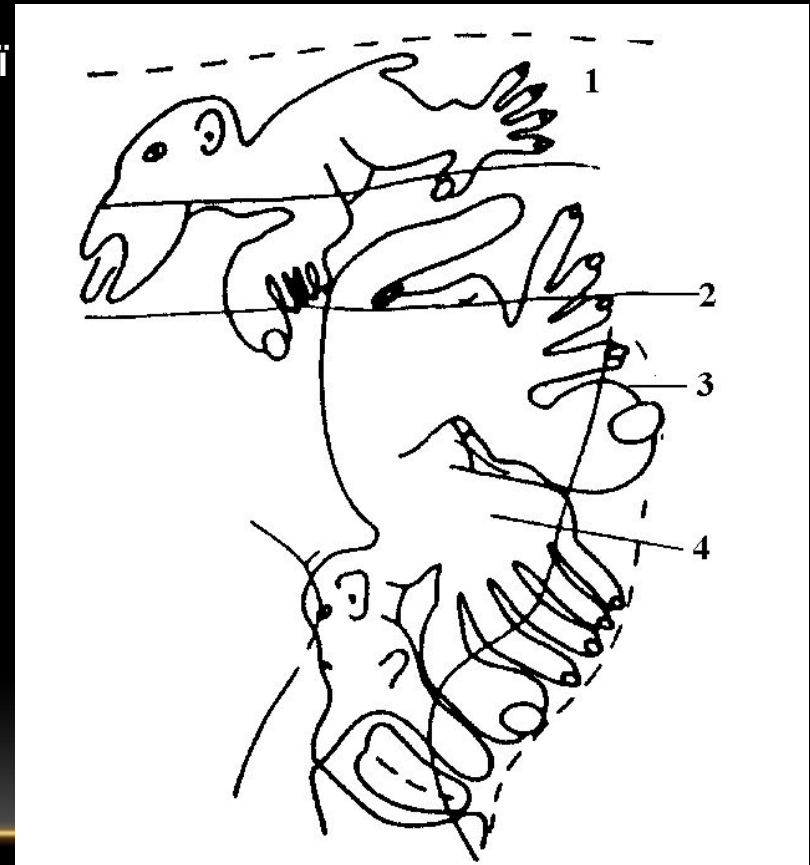
# РОЗТАШУВАННЯ МОТОНЕЙРОНІВ В ПРЕЦЕНТРАЛЬНІЙ ЗОНІ (РУХОВИЙ ГОМУНКУЛУС)



- Велика частина клітин прецентральної зони кори (M1) забезпечує найбільш важливі рухи (кисть, особа).
- Але крім цієї області є і зона M2.

# ЗОНИ М1 І М2 (ДУБЛЮВАННЯ)

- Зони М1 і М2 в корі головного мозку мавпи.
- Зона М2 розташована в глибині міжпівкульової щілини.
- 1 - середня поверхню,
- 2 - край півкулі,
- 3 - центральна борозна,
- 4 - передня центральна звивина









# ЗОНИ КОРИ, ЯКІ БЕРУТЬ УЧАСТЬ У ЗДІЙСНЕННІ СКЛАДНИХ УСВІДОМЛЕНИХ РУХІВ

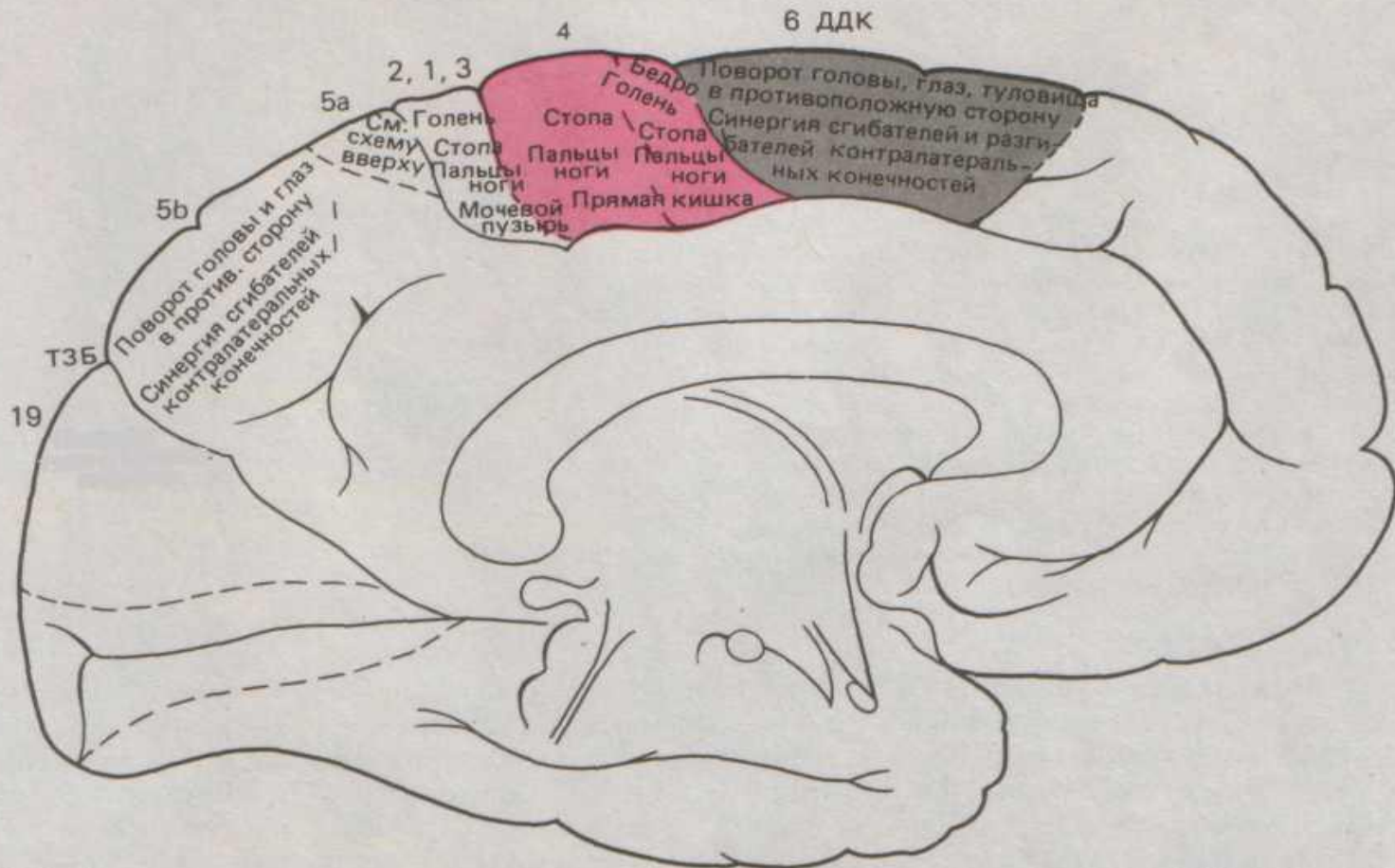


Рис. 5.26. Карта мозга человека, построенная на основе двигательных ответов на ритмическую электрическую стимуляцию (50 Гц) различных участков поверхности мозга во время нейрохирургических операций. ПМК – премоторная кора, или латеральное поле 6; ДК – двигательная кора, или поле 4 (примерно соответствует прецентральной извилине); ДДК – дополнительная двигательная область коры, или медиальное поле 6. ТЗБ – теменно-затылочная борозда. Стимуляция двигательной коры вызывает низкопороговые ответы в виде дискретных движений, стимуляция поля 6 и задних областей коры – только высокопороговые ответы в виде сложных двигательных программ [28]

# ФУНКЦІОНАЛЬНІ КОЛОНКИ КОРИ

- Гігантські пірамідні клітини, що виконують схожі функції, розташовані поруч і утворюють функціональні кортикальні колонки.
- В освіту однієї функціональної колонки входять до декількох сот великих пірамід, так що колонки мають діаметр до 800 мкм.
- Примітно, що сусідні колонки кілька перекриваються навіть в тому випадку, якщо викликають протилежні руху. Завдяки цьому одночасним порушенням їх визначається здатність фіксувати суглоб при скороченні м'язів згиначів і розгиначів.

# ФУНКЦІЯ КЛІТИН КОЖНОЇ КОЛОНКИ

- Головним фактором, який відображає характер порушень нейронів колонки, служить рух в суглобі. При цьому в великих пірамідальних клітинах відповідних колонок можна виявити виникнення ПД.
- На відміну від цього в малих пірамідах і в спокої є постійна імпульсація, але при рухах вона посилюється.
- За допомогою методу реєстрації викликаних потенціалів при здійсненні рухів було встановлено, що ПД з'являється в декількох колонках. Це свідчить про наявність представництва однієї м'язи в декількох моторних областях кори.

**АФЕРЕНТНІ ЗВ'ЯЗКУ КЛІТИН КОРИ**

**Аферентні зв'язку до моторних зон кори  
надходять через моторні ядра таламуса.**

**Через них кора пов'язана з:**

**асоціативними зонами самої кори, в яких  
зароджується задум руху;**

**сенсорною системою ЦНС, в тому числі  
сенсорними зонами самої кори;**

**підкірковими базальними гангліями;**

**МОЗОЧКОМ.**

# ЕФЕРЕНТНІ ЗВ'ЯЗКУ КОРИ

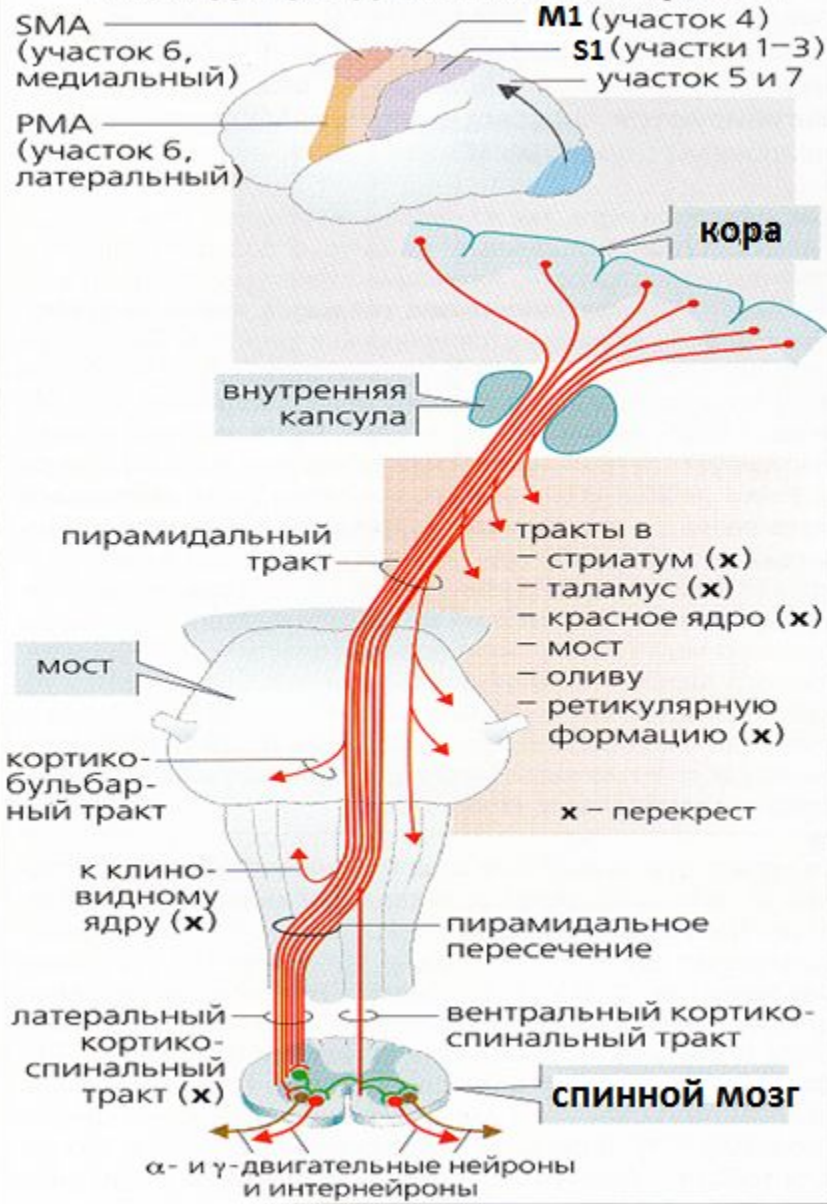
- **Моторна область кори регулює руху за допомогою еферентних зв'язків:**
  - **а) прямо на мотонейрони спинного мозку;**
  - **б) опосередковано через зв'язку з нижчого руховими центрами;**
  - **в) ще більш непряма регуляція рухів здійснюється шляхом впливу на передачу та обробку інформації в чутливих ядрах типу клиновидного ядра або таламуса. Тим самим виявляється ефект зворотного зв'язку.**
-

# ПІРАМІДНИЙ ТРАКТ

- Кортико-спинальний (пірамідної) тракт складається приблизно з мільйона еферентних волокон, що починаються від різних рухових зон кори:
- близько 30% волокон йдуть від нейронів прецентральної звивини (первинна зона),
- стільки ж (30%) від вторинної моторної зони,
- близько 40% від первинної і вторинної соматосенсорних зон кори.
- Через посередництво вставних нейронів або шляхом прямого контакту вони беруть участь в регуляції функцій моторних ядер спинного мозку.
- Спускаючись до мотонейронам спинного мозку, волокна віддають численні колатералі до інших руховим центрам, залучаючи і їх в регуляцію.



## Нисходящие двигательные тракты



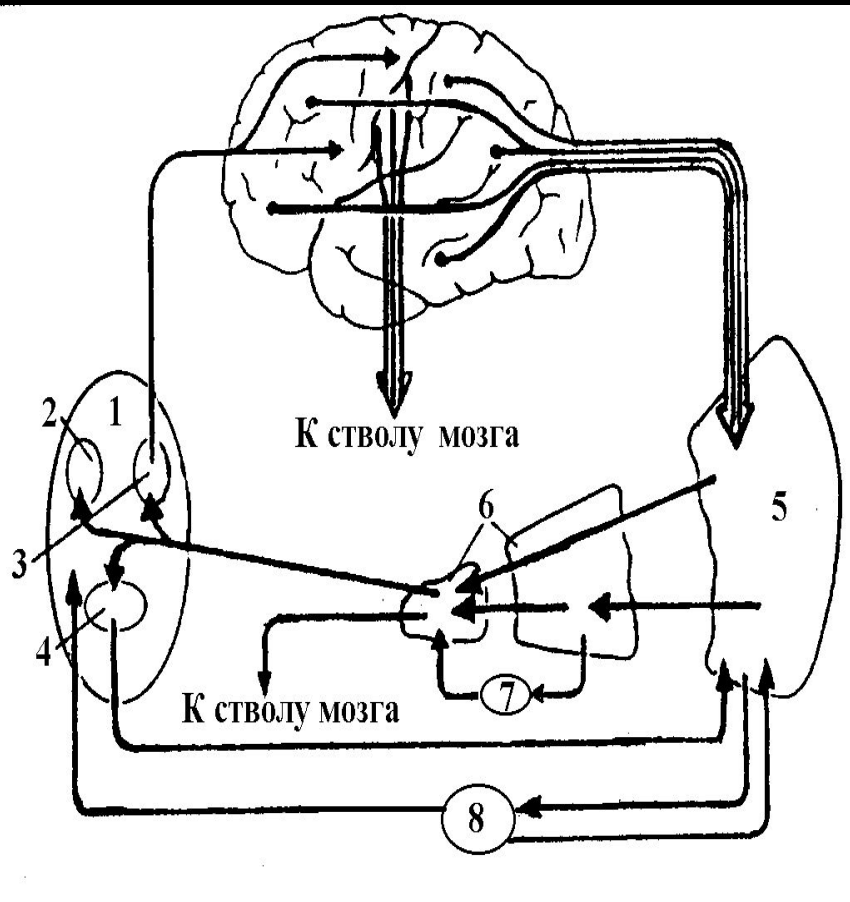
- Спадні рухові тракти починаються не тільки з зон M1 (прецентральна звивина) і S1 (постцентральна звивина), але і довоколишніх до них звивин. І пройшовши всі нижележащіє структури надходять:
- до  $\alpha$ - і  $\gamma$ -мотонейронів відповідного відділу спинного мозку.

# ЕКСТРАПІРАМІДНІ ШЛЯХИ

- *Кортико-рубральні і кортико-ретикулярні шляхи (екстрапірамідні) йдуть від тих же мотосенсорних полів кори великих півкуль до відповідних руховим центрам стовбура.*
  - *Через посередництво цих шляхів кора підсилює позні і підтримують рухи кінцівок і тулуба, що забезпечує точне виконання всіх цілеспрямованих рухів (довільних і мимовільних).*
-



# БАЗАЛЬНІ ГАНГЛІЇ І МОТОРИКА



Команди про виконання свідомих рухів від асоціативних зон мозку надходять до моторних зон кори через базальні ганглії.

Рис .: 1 - таламус:

2 - передневентральное,

3 - вентролатеральное і

4 - серединне ядра,

5 - смугасте тіло,

6 - блідий кулю,

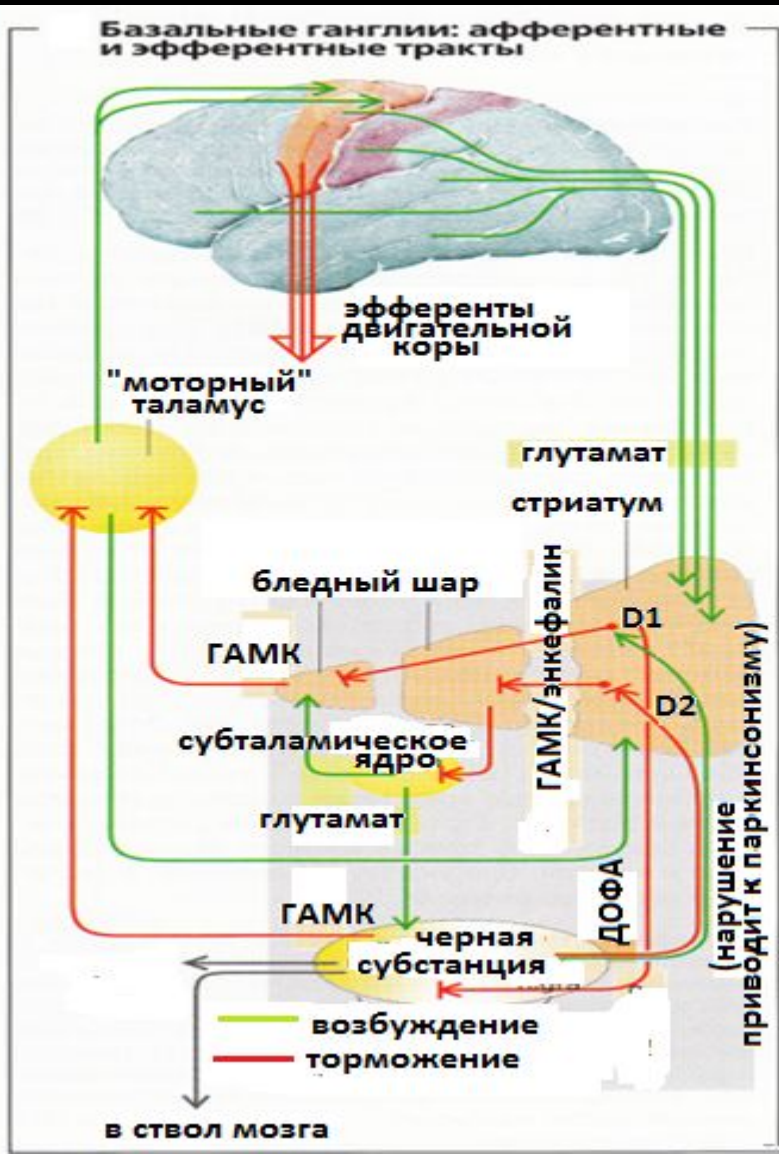
7 - субталамическое ядро,

8 - чорна субстанція

# ЗВ'ЯЗКИ БАЗАЛЬНИХ ГАНГЛІЇВ

- Велика частина афферентної імпульсації до базальних гангліїв приходить від сенсорних і асоціативних зон кори великих півкуль, чорної субстанції, а потім спочатку надходить до смугастого тіла.
- У свою чергу смугасте тіло еферентних волокнами пов'язано з блідим кулею і чорної субстанцією, звідки імпульсація направляється через таламус до моторних зон кори або до ядер стовбура (малюнки см. Вище і нижче).
- Тому патологічні зміни базальних гангліїв зазвичай супроводжуються значними порушеннями виконання довільних рухів. Наприклад, при ураженні чорної субстанції виникає тремор у спокої.
- А наприклад, хвороба Паркінсона та ін. Також пов'язана з порушеннями в базальних гангліях.

# УЧАСТЬ БАЗАЛЬНИХ ГАНГЛІВ В РЕГУЛЯЦІЇ ДОВІЛЬНИХ РУХ



- На рис. показані не тільки зв'язку, а й медіатори базальних гангліїв (глутамат, дофаміну, ГАМК, енкефаліни). Ці нейрони (медіатори) відносяться до амінергічеськім відділам мозку.
- Вони беруть участь у виконанні та інших функцій ЦНС. Ці нейрони належать до інтегративним відділам мозку.

## ПРОДОВЖЕННЯ

- Наприклад дофамін, взаємодії з відповідними дофаміновими рецепторами (D1, D2) зменшує інгібуючий вплив базальних гангліїв, що веде до полегшення таламокортикальної передачі і «растормаживанню» моторної кори. При цьому стає можливою передача рухової програми від асоціативних зон кори до прецентральної звивини.

# ФУНКЦІЇ БАЗАЛЬНИХ ГАНГЛІЇВ

- Базальні ганглії відіграють роль важливої проміжної ланки в ланцюзі асоціативних і сенсорних зон кори з моторними її відділами, беручи участь в корковою регуляції рухів.
- Вони беруть участь в перекладі задуму про довільному русі до фази виконання його. Це відбувається тому, що спочатку задум руху зароджується в асоціативних зонах кори. До корі (в прецентральної звивини) він надходить через підкіркові ганглії.

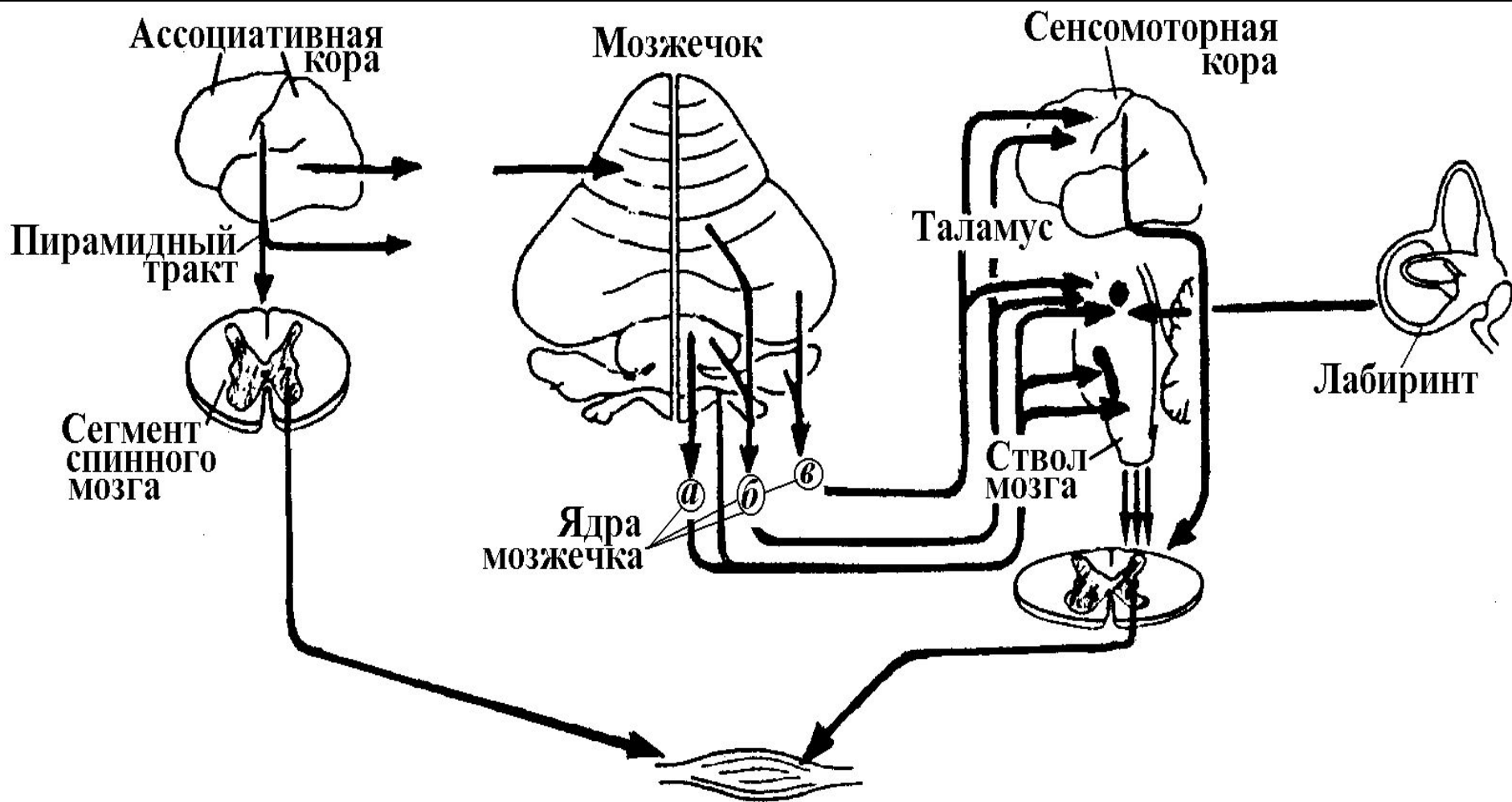
## НАВЧАННЯ

- Крім того, смугасте тіло спільно з мозочком бере участь в запам'ятовуванні рухових програм при навчанні. В результаті багаторазових повторень руху стають настільки мимовільними, що роль коркових моторних центрів в організації їх виконання зводиться до мінімуму.
- Це забезпечує, так званий, динамічний стереотип рухів.

# БАГАТОРІВНЕВІСТЬ ЦЕНТРІВ, РЕГУЛЯЦІЇ РУХІВ

- У реалізацію програми майбутнього руху включаються всі поверхи моторних центрів ЦНС, починаючи від рухової області кори великих півкуль до мотонейронів спинного мозку (рис. Вище). Чим складніше рух, тим більше моторних центрів його організовують.
- Таким чином, система регуляції рухів, як правило, є багаторівневою.
- Між різними відділами нервової системи існують циклічні взаємодії, в утворенні яких беруть участь не тільки двосторонні міжцентрального зв'язку, а й зворотна афферентація від різних рецепторів.

# ВЗАЄМОДІЯ РІЗНИХ ВІДДІЛІВ МОТОРНОЇ СИСТЕМИ ЦНС

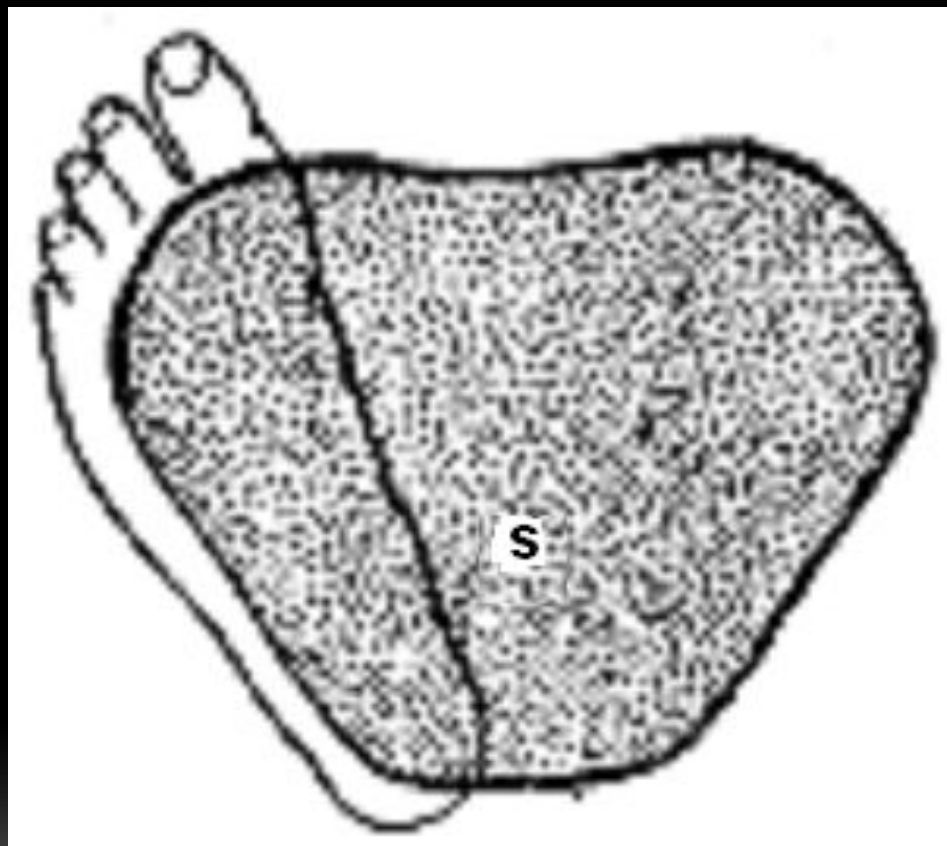
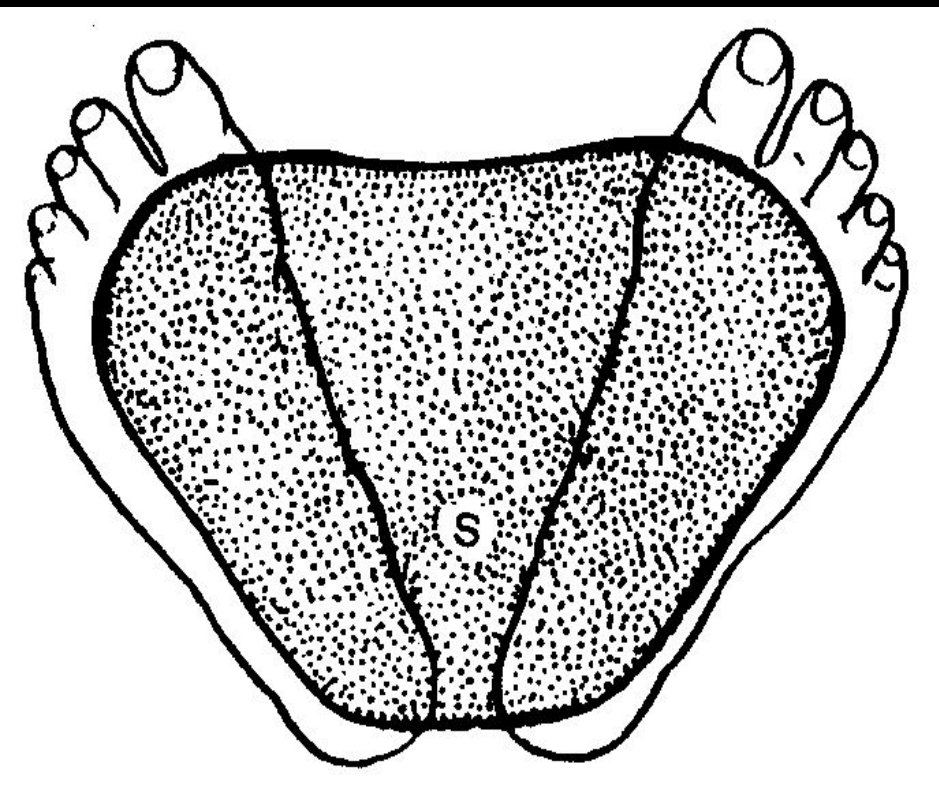




# ІЄРАРХІЧНІСТЬ ВЗАЄМОДІЇ МОТОРНИХ ЦЕНТРІВ

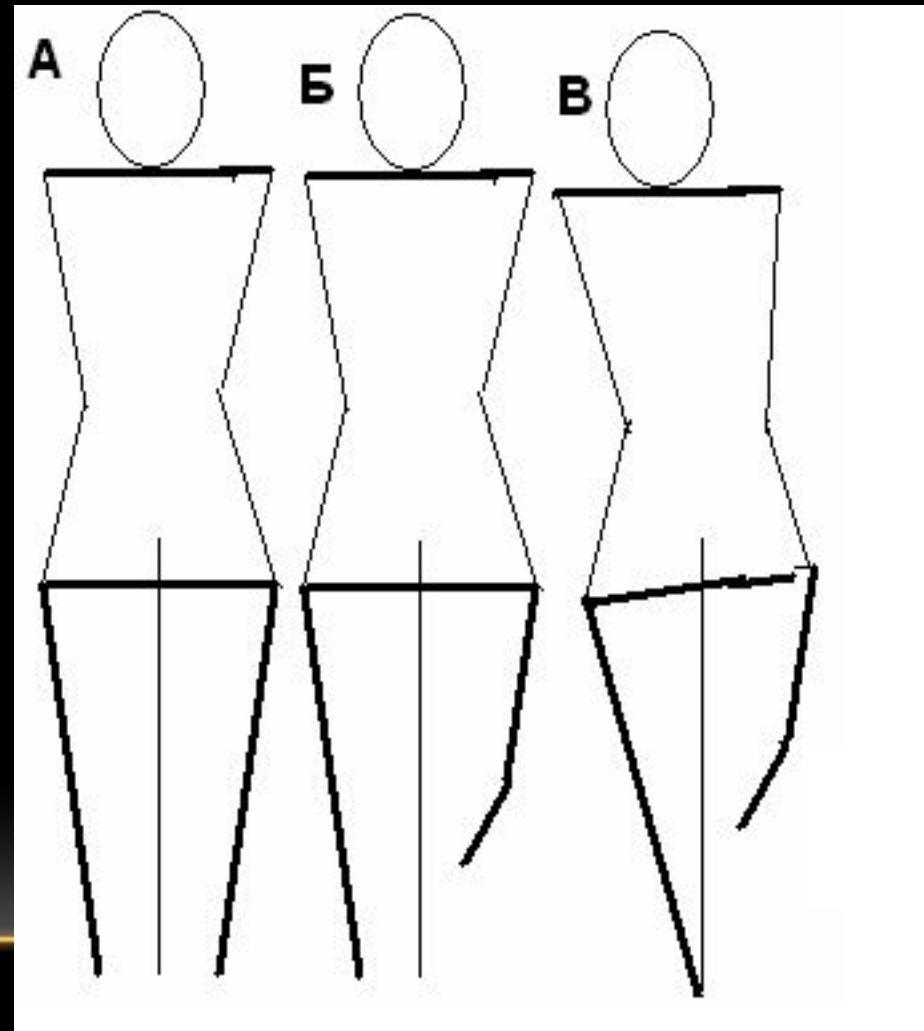
- Між окремими поверхами, окремими центрами виникають складні, ієрархічні взаємодії. Наприклад, при виконанні складних рухів, якщо в цьому є необхідність, в програму включаються вже готові блоки рефлексів нижчих відділів ЦНС. І під впливом верхніх центрів ці рефлекси можуть посилюватися, а в ряді випадків, навпаки, повинні послаблюватися.

# ПРОЕКЦІЯ ЦЕНТРУ ВАЖКОСТІ СТОЯЧИ НА ДВОХ І ОДНІЙ НОЗІ



# ЦЕНТР ТЯЖКОСТІ І ЗБЕРЕЖЕННЯ ПОЗИ

- А - початковий стан (вертикаль центру ваги проходить між точками опори - дві стопи).
- Б - при піднятті однієї ноги створюється ситуація для падіння (одна стопа).
- В - тому зміщення тазу забезпечує повернення до умов, коли проекція центра ваги знову проходить між кінцевими ланками точки опори (одна стопа).



- З перших днів життя формування рухової системи у людини йде під впливом поля гравітації Землі. Дія цих сил має враховуватися і при здійсненні цілеспрямованих рухів: частина м'язів повинна виконувати допоміжну функцію, руху їх спрямовані на підтримку пози.
- Для людини це тим більш актуально, що він перейшов на вертикальне пересування за допомогою двох ніг. В результаті значно зменшилася площа опори і суттєво зросла можливість падіння, так як тіло стійко тоді, коли вертикаль з центра ваги проходить через площу опори, обмежену латеральними відділами стоп (рис. Вище). Якщо вертикаль мине її, то людина падає.
- Антигравітаційні руху реалізуються через тонічні рефлекси стовбура мозку.

# ПОЗА

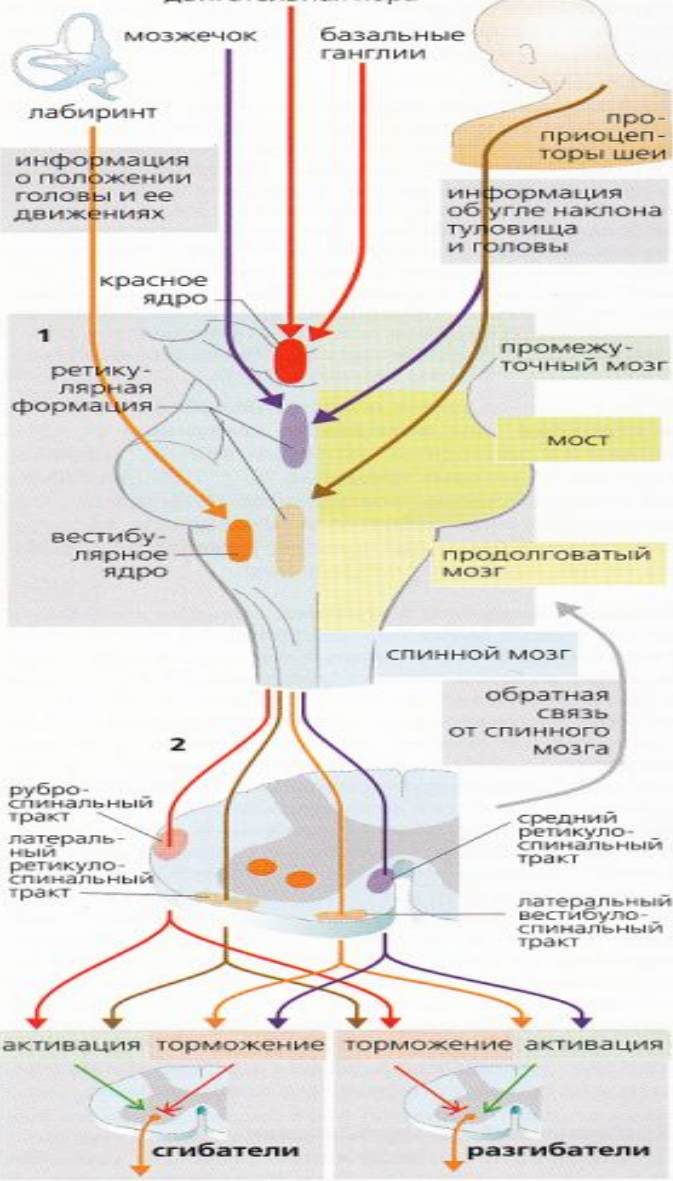
- **Позу необхідно підтримувати як в стані нерухомості, так і при виконанні будь-яких рухів, які переміщують окремі сегменти тіла. В процесі виконання рухів в зв'язку зі зміною розташування центру тяжіння тіла через переміщення окремих його частин щодо площі опори виникають умови для втрати рівноваги.**
- **Регуляція пози тіла зазвичай відбувається без участі нашої свідомості, автоматично підключаються центри стовбура, без участі кори великих півкуль.**

# ПІДТРИМКА ПОЗИ ПРИ РУХАХ

- Чи включаються всі необхідні установчі рефлекси стовбура (лабіринтові, випрямні, статокинетические), які в залежності від конкретних умов перерозподіляють тонус різних м'язових груп (згиначів і розгиначів).
- Але правильний розподіл тонузу при складних рухах неможливо без участі мозочка, базальних ядер і кори великих півкуль.
- Безпосереднє відношення до вибору відповідної пози при здійсненні довільних рухів мають і малі пірамідні клітини моторної зони кори великих півкуль. Від них відходять тонічні нервові імпульси, що досягають центрів стовбура і спинного мозку за посередництвом пірамідних і екстрапірамідних шляхів.

# Центры, тракты и афференты для двигательных функций поддержания позы

двигательная кора



**Дякую за  
увагу**

---