

Нервова система:

анатомія, фізіологія, еволюція

Андрій Олександрович
Чернінський

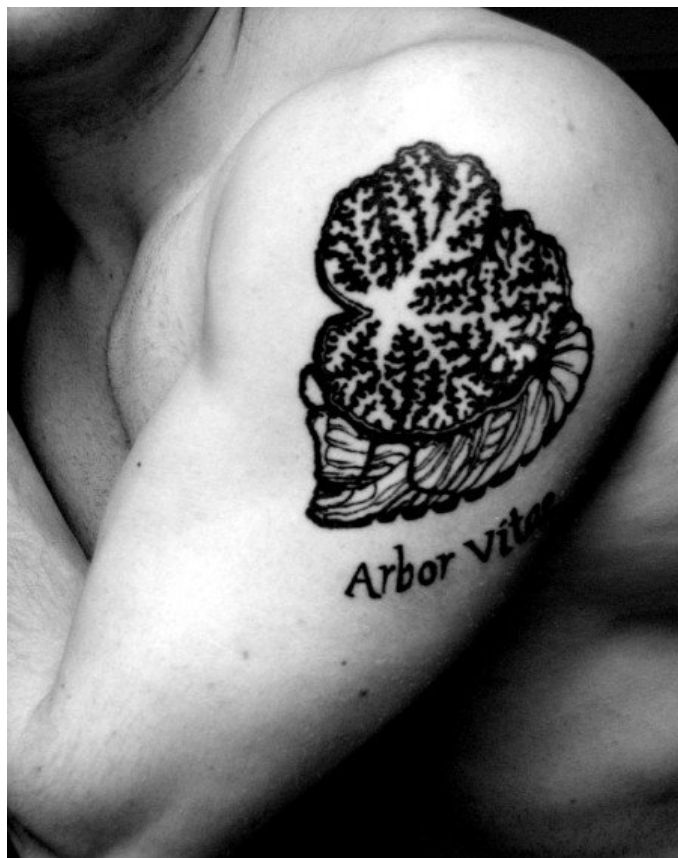
кандидат біологічних наук

Інститут фізіології ім.О.О.Богомольця

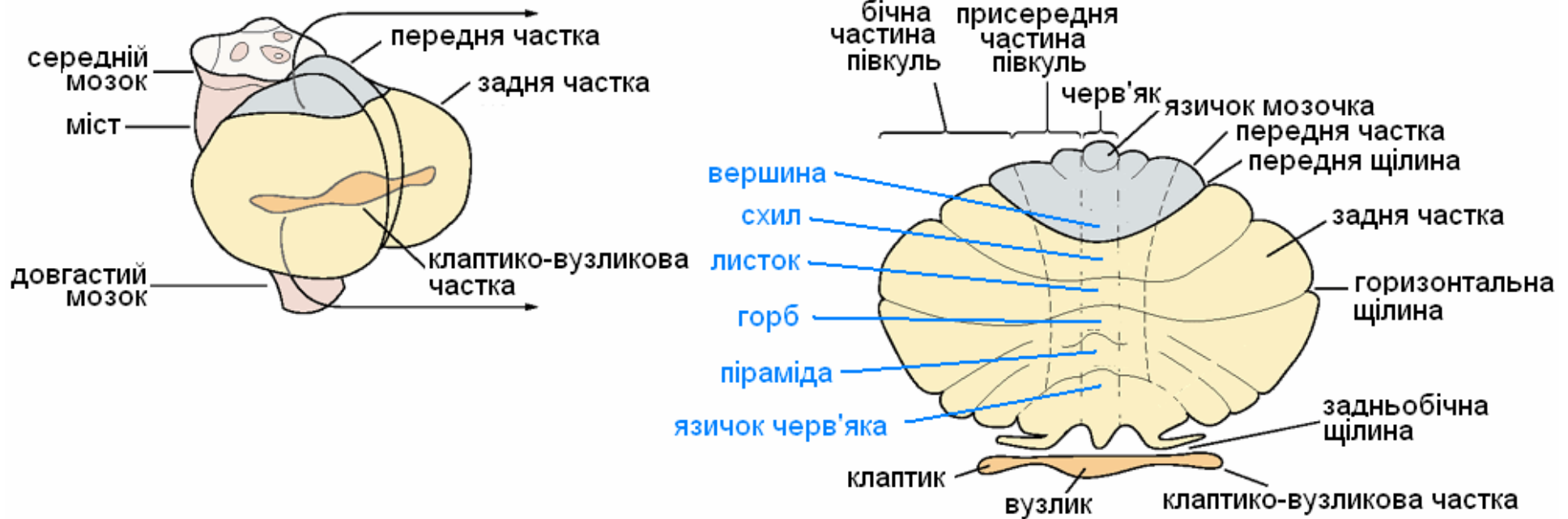
НАН України

<http://blacknick.info/>

VI. Мозочок

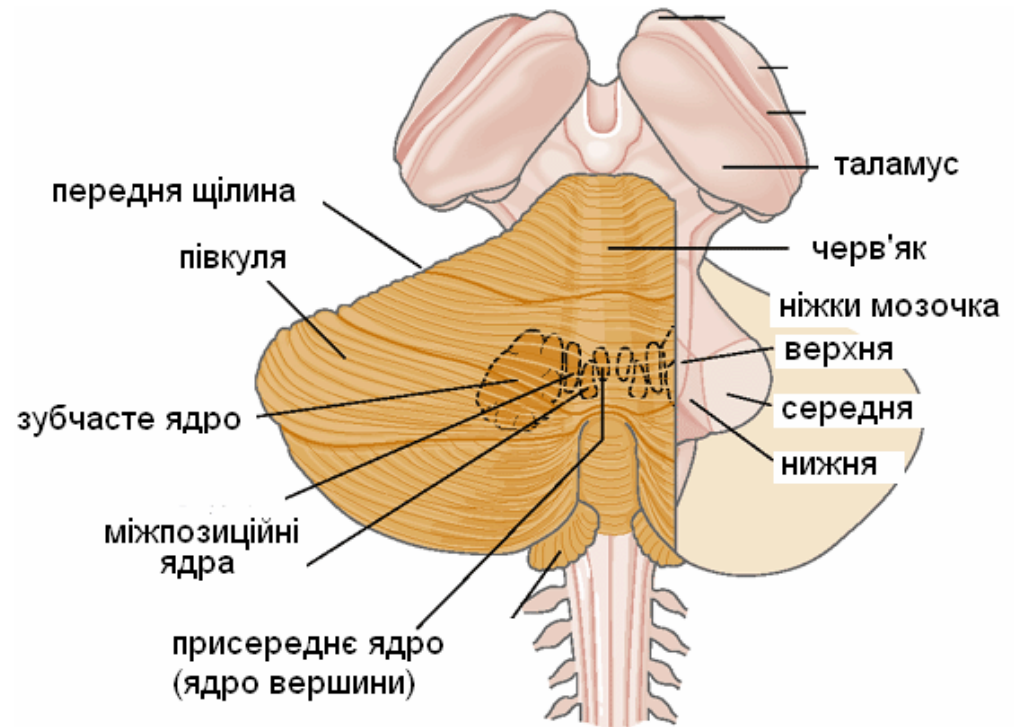
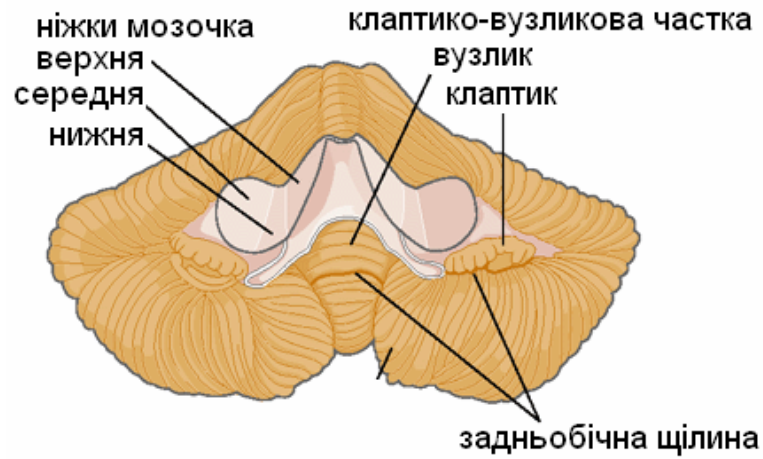
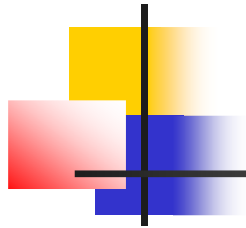


Основні структурні елементи мозочка

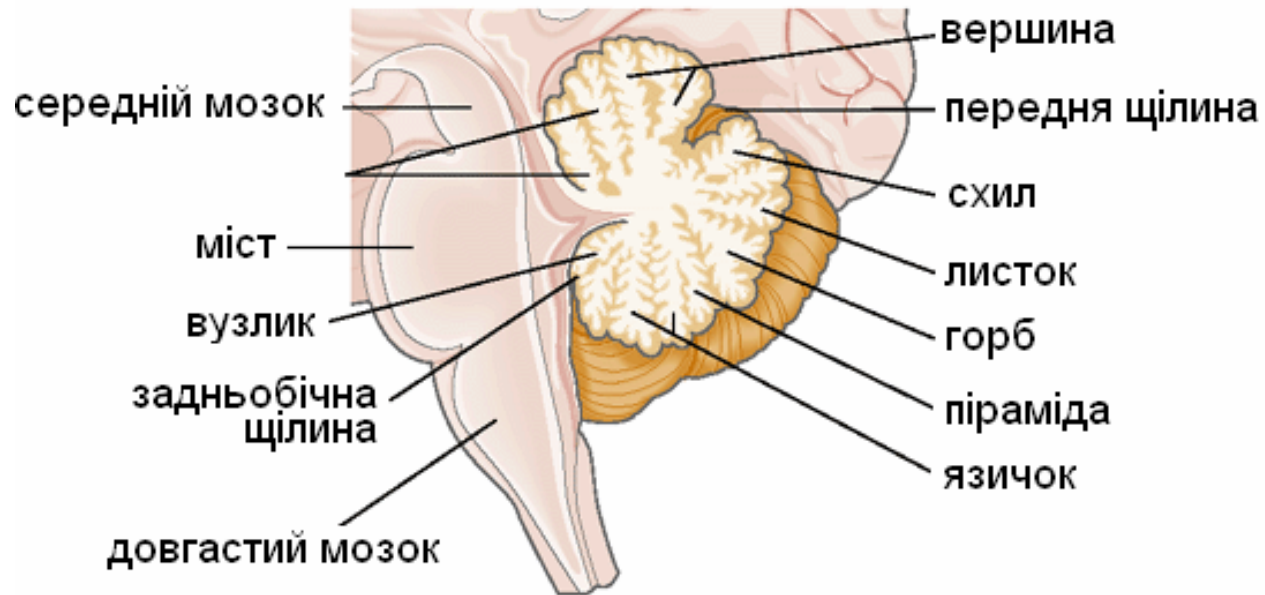


зліва – природне положення мозочка;
справа – мозочок розгорнуто у напрямку, показаному стрілками;
блакитним підписано структурні елементи черв'яка

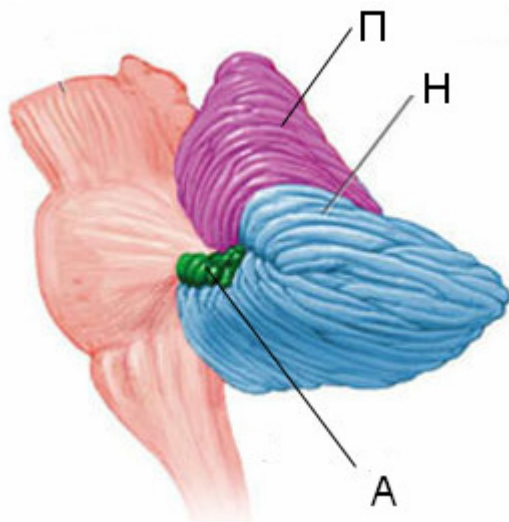
Загальна будова мозочка. Внутрішні ядра мозочка



Вертикальний переріз мозочка через черв'як



Структура аферентних зв'язків мозочка



A (*archicerebellum*): стародавній або **присінкомозочок**; представлений клаптико-вузликовою часткою; отримує збудження від вестибулярних (присінкових) ядер стовбуру і безпосередньо від присінку

П (*paleocerebellum*): давній або **спинномозкомозочок**; представлений переважно передньою часткою півкуль мозочка і верхньою частиною черв'яка; отримує соматотопічне (!) збудження від пропріорецепторів м'язів по спинномозко-мозочковим шляхам, а також має двосторонні зв'язки з соматосенсорною корою

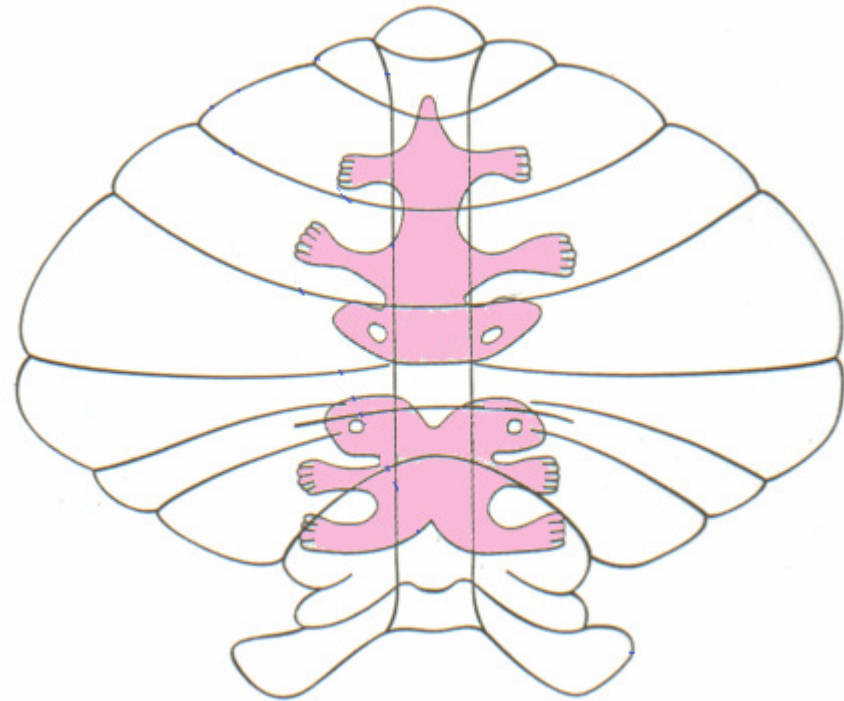
Н (*neocerebellum*): новий або **мостомозочок**; представлений переважно задньою часткою півкуль і нижньою частиною черв'яка; отримує інформацію про моторні команди від кори великих півкуль (соматотопічно!), а також слухову і зорову інформацію; ця частина мозочка має найбільший розвиток у людини і вищих мавп

Соматотопічність сенсорних проєкцій

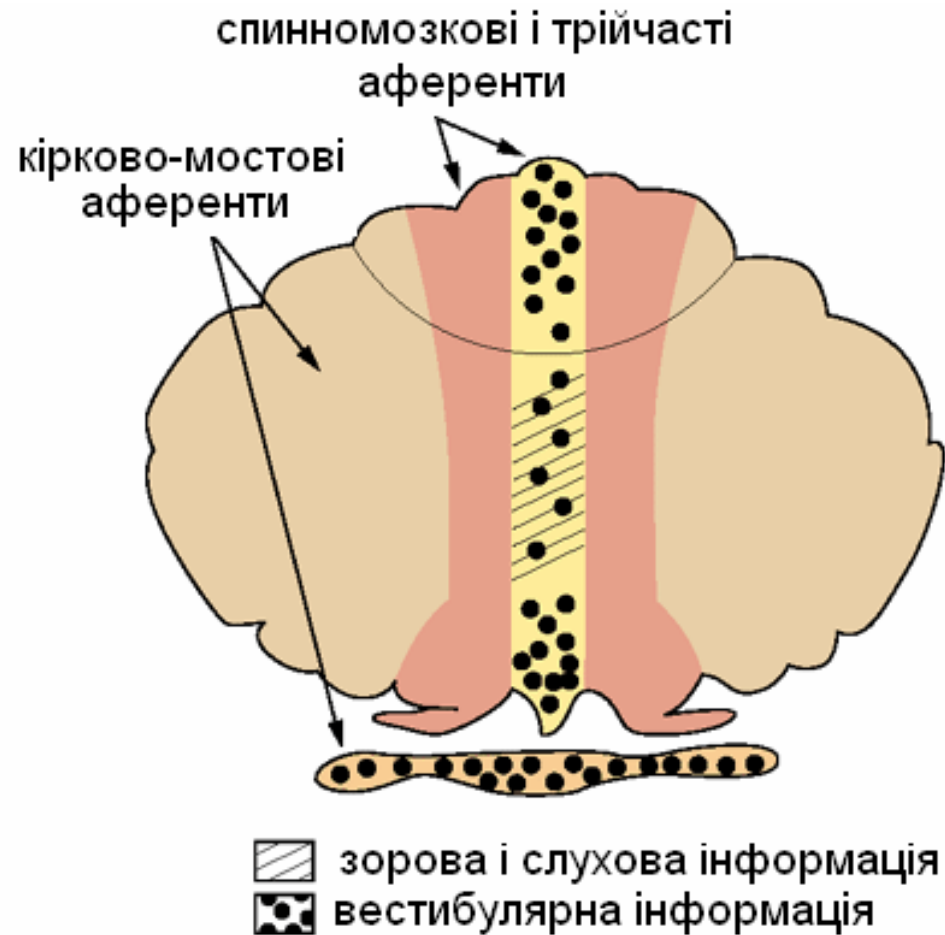
Входи до присінкомозочка організовані дифузно

Входи до спинномозкомозочка і мостомозочка від спинномозко-мозочкових, оливо-мозочкових, кірково-оливо-мозочкових, кірково-мосто-мозочкових волокон організовані соматотопічно (формуєть “карту тіла”)

Входи від ретикулярних ядер організовані дифузно, не мають соматотопічної організації



Структура аферентних входів мозочка: модальність інформації



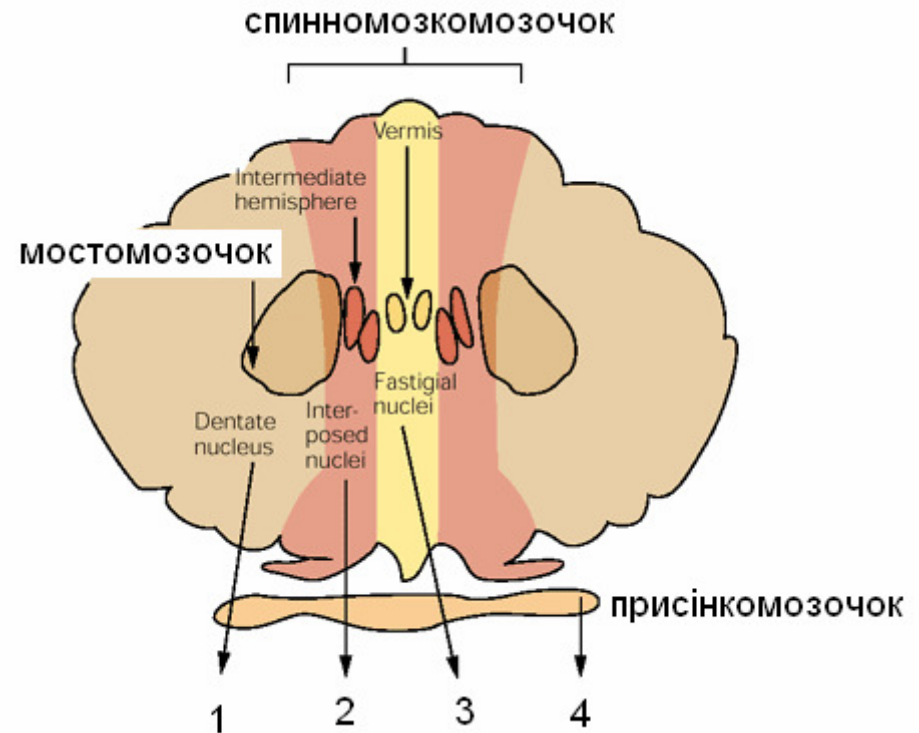
Структура еферентних зв'язків мозочка

1 – від бічної частини півкуль мозочка через зубчасте ядро до моторних і премоторних ділянок кори: планування рухів

2 – від присередньої частини півкуль мозочка через міжпозиційні ядра до бічних низхідних систем: контроль здійснення рухів

3 – від черв'яка через присередні ядра до присередніх низхідних систем: контроль здійснення рухів

4 – від присінкомозочка до присінкових ядер: рівновага і координація рухів очей

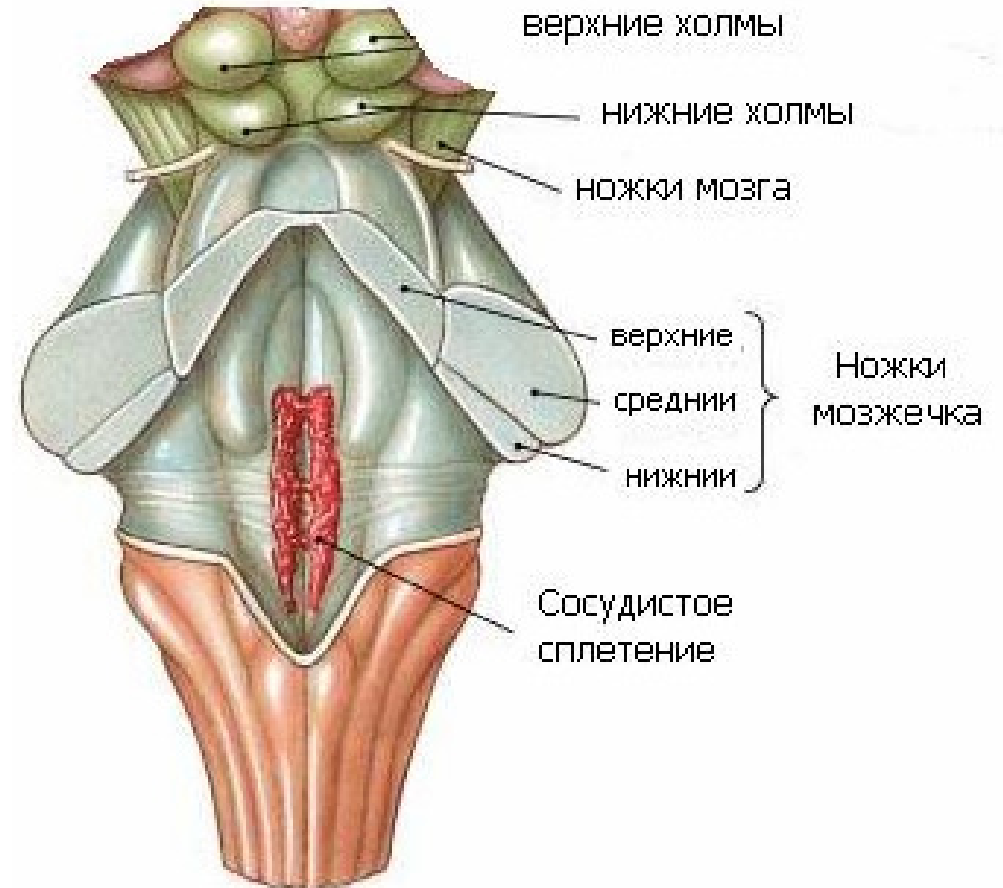
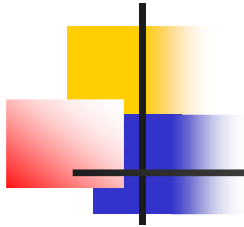




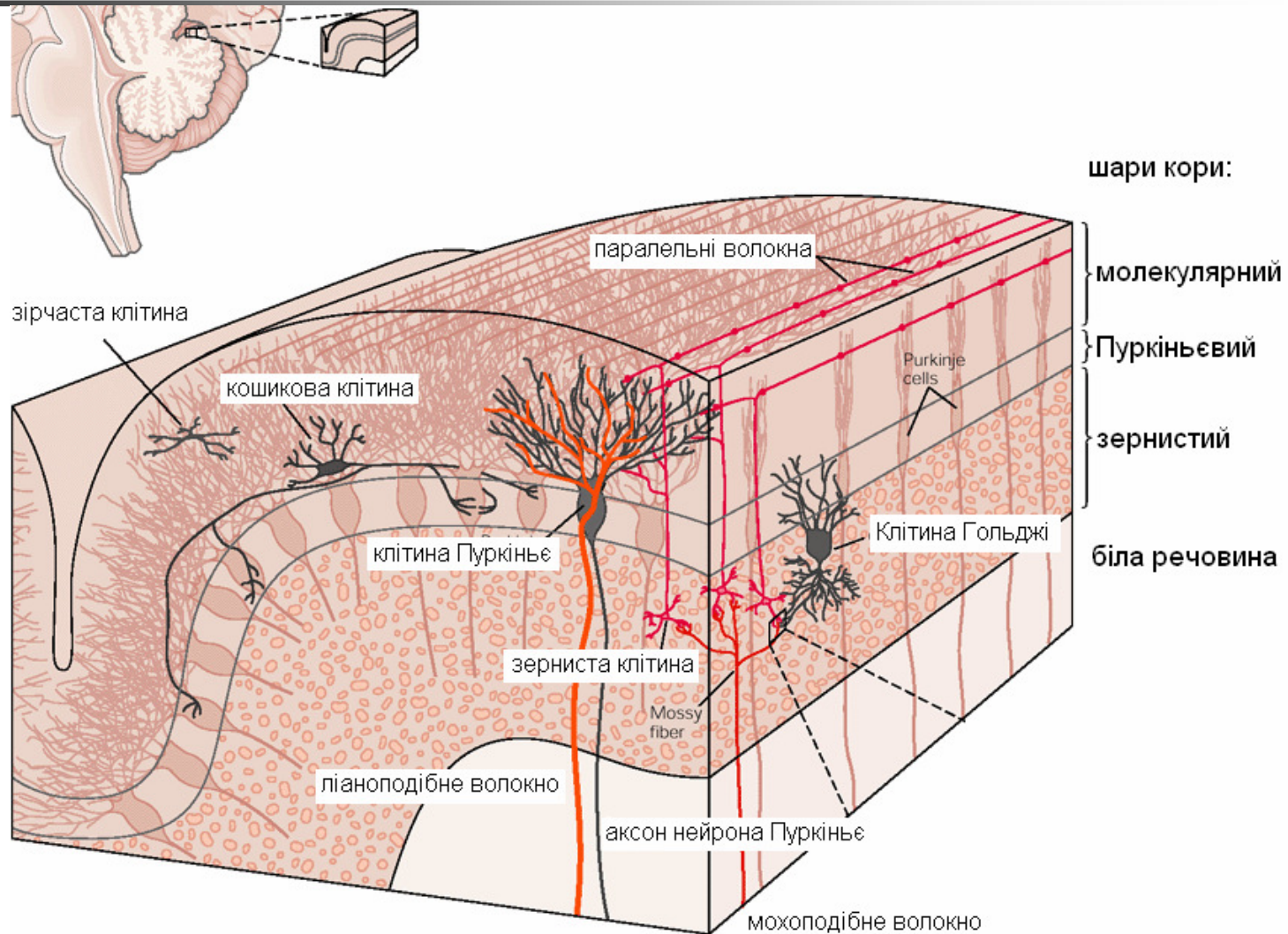
Еферентні зв'язки мозочка

- більшість мозочкових еферентів переключається через підкіркові ядра мозочка
- мозочкові еференти прямують до тих же структур, від яких він отримує (аферентну) інформацію
- прямі шляхи від мозочка до мотонейронів спинного мозку відсутні
- вплив мозочка на спинальні мотонейрони опосередковується через вестибулярні, ретикулярні і червоні ядра стовбура
- *цікаво, що вихідних (еферентних) зв'язків мозочка приблизно у 40 разів менше, ніж вхідних (аферентних)*

Провідні шляхи: ніжки мозочка



Організація кори мозочка





Кора мозочка

Маса мозочка становить близько 10% маси усього головного мозку

В той же час він містить більше половини клітин, які є в головному мозку

Причиною цього є надзвичайно велика кількість дрібних зернистих клітин відповідного шару кори мозочка

Аферентні зв'язки кори мозочка

- Існує два основні типи аферентних входів до кори мозочка:
- через **ліаноподібні** волокна до **нейронів Пуркіньє** надходить пропріоцептивна і вестибулярна інформація від нижнього оливного ядра
- через **мохоподібні** волокна до **зернистих клітин** надходить інформація:
 - вестибулярна по присінко-мозочковому шляху
 - пропріоцептивна по спинномозко-мозочковим шляхам
 - пропріоцептивна по клино-мозочковому шляху
 - слухова і зорова від покриву середнього мозку
 - керівна (моторна) від кори великих півкуль опосередковано через мостові ядра
- Аксони цих шляхів проходять переважно у середній і нижній мозочкових ніжках.

Еферентні зв'язки кори мозочка

- Еферентні виходи з кори здійснюються **виключно через аксони нейронів Пуркіньє**.
- Ці аксони мають проєкції **переважно** на клітини підкіркових ядер мозочка.
- Синаптичні закінчення клітин Пуркіньє є виключно **гальмівними**.
- Аксони нейронів мозочкових ядер проходять **переважно** через **верхню мозочкову ніжку**.



Функції мозочка

Основними функціями мозочка є регуляція рухової активності.

Для цього мозочок збирає інформацію про стан м'язів (пропріорецептори), положення тіла у просторі (вестибулярний апарат) та планування рухів (моторна і премоторна кора великих півкуль).

Нейрональна організація кори мозочка забезпечує обчислення різниці між **спрогнозованим** (моторною корою) та **реальними** (пропріо- та вестибулярні рецептори) результатами виконання рухів, а також внесення за потреби змін у ці програми.

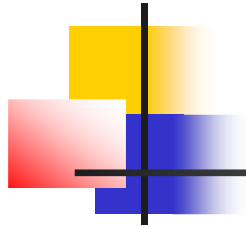
Відтак, мозочок є важливим для моторного навчання.



Функції мозочка

Слід зауважити, що ушкодження, руйнування або видалення мозочка **не впливає** на здатність здійснювати рухи як таку.

Проте, за умов дисфункції мозочка істотно порушуються **просторова точність** та **часова узгодженість** рухів.



Присінкомозочок

Є необхідним для "врахування" вестибулярної інформації при здійсненні рухів.

Порушення його функцій ускладнює координацію рухів очей при обертанні голови або тулуба, а також підтримку рівноваги під час стояння або ходіння. Людина з ураженням присінкомозочком прагне компенсувати це більш широкою поставою ніг. В той же час, вона не відчуває проблем з координацією рухів у лежачому стані, коли для їх здійснення не потрібна вестибулярна інформація. Це свідчить, що моторний контроль м'язів залишився неураженим.



Спинномозкомозок

Модулює активність низхідних моторних шляхів, які забезпечують рухи голови, шиї та проксимальних ділянок кінцівок (на відміну від кисті і пальців). Відтак, є важливим для точності рухів м'язів обличчя, рота, шиї та підтримки пози при здійсненні довільних рухів.

Пацієнти з ураженнями спинномозкомозочка відчують складнощі з "дозуванням" зусилля, необхідного для здійснення певного руху. Порушення узгодженості роботи різних м'язів призводить до появи помилкових рухів (потрапляння рукою мимо цілі при спробі взяти щось пальцями/кистю). Такі симптоми є більш вираженими при здійсненні рухів, в яких залучені різні суглоби.



Мостомозочок

Є важливим для планування рухів.

Ураження мостомозочка призводить до подовження часу виконання складних рухів, різні етапи яких виконуються послідовно, а не одночасно.

Окрім цього, мостомозочок залучений до виконання когнітивних функцій, не пов'язаних із здійсненням рухів. Наприклад, може порушуватися оцінка інтервалів часу, що минає між послідовними подіями, або оцінка тривалостей певних подій. Ця особливість роботи мозочка наразі є найменш вивченою.