

# КОРА ПІВКУЛЬ ВЕЛИКОГО МОЗКУ. ВИЩІ МОЗКОВІ ФУНКЦІЇ ТА ЇХ ПОРУШЕННЯ

*Мельник Володимир Степанович, к.мед.н., доцент кафедри неврології НМУ імені О.О. Богомольця  
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ*

Людський мозок – мабуть одна з найскладніших живих структур у Всесвіті. Мозок гурбується, щоб ми відчували і рухались, забезпечує внутрішню регуляцію, забезпечує продовження роду та адаптацію. Цікавим є вислів Кена Хіла “Якби мозок був достатньо простим, щоб його зрозуміти, тоді б він був занадто простим, щоб це зробити”. П’ять основних категорій діяльності мозку: відчуття, керування рухами, внутрішня регуляція, активність, дії направлені на продовження роду та адаптації до навколишнього середовища (9).

Головний мозок побудований із мультиполярних нервових клітин – нейронів, кількість яких сягає  $10^{11}$  (сто млрд.), число синапсів між ними – біля  $10^{15}$ . На кожному нейроні налічується декілька тисяч входів і сам він надсилає інформацію багатьом нейронам.

Середня вага головного мозку складає 2% від загальної ваги людини, або в середньому 1460 г. У жінок вага мозку на 100-150 г менша, ніж у чоловіків. Кореляції між масою мозку і творчим рівнем особи не виявлено. Починаючи з 30 років, мозок людини втрачає в середньому 2,5% своєї маси кожні 10 років: приблизно 7 тис за день, за 1 рік це складає 2,5 млн нейронів, які не відновлюються. Причому з віком мозок чоловіків старішає швидше, ніж мозок жінок (3). Геніальність людини не залежить від маси мозку. Співставлення ваги мозку обдарованих людей ХХ століття з вагою мозку талановитих людей ХІХ століття свідчить про тенденцію збільшення маси мозку в процесі еволюції (6). Протягом століття спостерігається збільшення маси мозку на 0,6 г за рік. Отже, можна думати про подальшу еволюцію людини. “Геніальність – це хвороба, але, на жаль, рідкісна і не заразна” (Гіппократ). Мозок людини на відміну від вищих тварин характеризується значним розвитком лобової частки, яка складає 29% всієї маси головного мозку; наявністю нижньої тим’яної часточки, розвиток якої зв’язують з появою мовної функції (8).

Кора півкуль великого мозку – еволюційно наймолодше утворення, найскладніша за будовою та функцією. Вона має виключно важливе значення в організації життєдіяльності організму. Кора – це сіра речовина на поверхні півкуль. Вона виникла як апарат адаптації до мінливих умов зовнішнього середовища. Загальна поверхня кори становить приблизно 2200 кв.см. Товщина кори у різних частинах великих півкуль коливається від 1,3 до 4,5 мм, а загальний обсяг становить 600 куб.см. До складу кори входить 10 000 – 100 000 млн. нейронів і ще більше число гліальних клітин (точне число яких ще не відомо). У корі спостерігається чергування шарів, що містять переважно тіла нервових клітин, з шарами, утвореними в основному їх аксонами. Більше 90% всіх дялянок кори мають типову шестишарову будову (5).

1. Молекулярний шар кори головного мозку – утворений волокнами, сплеченими між собою, містить мало клітин.
2. Зовнішній зернистий шар кори головного мозку – характеризується густим розташуванням дрібних нейронів самої різної форми. В глибині розташовуються малі пірамідні клітини (названі так завдяки своїй формі).
4. Внутрішній зернистий шар кори головного мозку – характеризується дифузним розташуванням дрібних нейронів різної величини, повз які проходять щільні пучки волокон перпендикулярно до поверхні кори.
5. Внутрішній пірамідний шар кори головного мозку – складається в основному з середніх і великих пірамідних нейронів (вперше описав В.О.Бец), апікальні дендрити яких тягнуться до молекулярного шару.
6. Шар веретеноподібних клітин кори головного мозку (фузіформних клітин кори головного мозку) – в ньому розташовані веретеновидні нейрони, глибинна частина цього шару переходить в білу речовину головного мозку.

Всю поверхню кори поділяють на 11 областей і 52 поля, які відрізняються клітинним складом, будовою, функцією (К.Бродман, 1903). Серед нервових волокон кори розрізняють: асоціативні (з’єднують окремі ділянки кори у межах однієї півкулі), комісуральні (з’єднують кору обох півкуль), проєкційні волокна (з’єднують кору з нижніми відділами центральної нервової системи). У людини розрізняють три формації мозкової кори: нова, давня і стародавня. Вони різні за будовою. Нова кора (neocortex) – це гомотипічна кора, в основі якої лежить 6-ти шаровий тип будови; займає 96% всієї поверхні півкуль великого мозку: передцентральна і зацентральна звивини, лобова, тим’яна, скронева, потилична частки півкуль мозку, острівець, лімбічна область; це так звані “людські” частки головного мозку. Давня кора (paleocortex) включає нюховий горбик, прозору перетинку, периамігдалярну область. Сіра речовина цієї кори не відокремлюється від підкірки. Ця кора пов’язана з функціями нюху, харчування. Стародавня кора (archicortex) включає амонів ріг, зубчату фасцію. Ця кора тісно зв’язана з гіпоталамусом. Вона чітко відокремлена від підкіркових структур; функціонально зв’язана з емоціями. Давня та стародавня кора займає 4% всієї кори. Вона має одно- або трьохшарову будову (4).

Проблема співвідношення мозку та психічних процесів завжди цікавила медицину, психологію, психіатрію. Оскільки для того щоб людину можна було лікувати, фахівці повинні були знати, як саме функціонує людський

мозок взагалі, і ті психічні функції, що треба коригувати зокрема.

Кора півкуль великого мозку до 1860 р. визнавалася функціонально однорідною і полівалентною. Вважалося, що вона існує тільки для мислення. Невдовзі були отримані численні докази клініцистів і фізіологів на користь локалізації різних функцій у корі півкуль великого мозку (2).

- 1861р. – французький анатом Поль Брока відкрив моторний центр мови, ураження якого зумовлює моторну афазію.
- 1871р. – німецький дослідник Карл Верніке описав другий тип афазії – сенсорну афазію.
- 1870р. – А.Фріч і Е.Гітціг описали передцентральною звивину, було підтверджено, що в корі великого мозку знаходяться рухові центри.
- В подальшому Мунк і В.М.Бехтерев повідомили, що в корі великого мозку є не тільки рухові центри, але й ділянки, пов'язані із зором, слухом, нюхом, смаком, загальною чутливістю шкіри.
- П.Флексіг відкрив домінуючу роль передніх частин лобової частки і нижньої тім'яної звивини у перебігу психічних процесів.
- 1874р. – В.М.Беца у руховій корі мавпи і людини відкрив групи гігантських пірамідних нейронів, які утворюють провідні шляхи між моторною корою і спинним мозком. Тепер ці клітини називають клітинами Беца.

Наприкінці 1960-х років американський біолог Френсіс Шмітт запропонував новий термін – нейронаука, спеціалісти з якої вивчають молекулярні, клітинні та міжклітинні процеси в центральній нервовій системі, досліджують їх взаємозв'язок з зовнішніми чи внутрішніми подразниками. Метою цих досліджень є з'ясування питання, що зумовлює та видозмінює поведінку людини (7).

Залежно від функціонального взаємозв'язку різних ділянок кори систем аналізаторів з іншими структурами мозку виділяють три типи кіркових полів.

**Первинні** аферентні проєкційні поля відповідають архітектонічним ділянкам, де локалізуються кіркові відділи аналізаторів. Для первинних аферентних полів характерний соматотопічний принцип представництва (зацентральна звивина); у них найрозвиненіші нейрони IV аферентного шару. Вторинні аферентні проєкційні поля розташовані навкруги первинних, у людини складають біля 50% всієї кори; тут найбільш розвинені клітини II і III шарів. Це мультисенсорні нейрони, вони безпосередньо не зв'язані зі специфічними провідними шляхами. Електричне подразнення цих зон у людей викликає складні зорові образи, мелодії, на відміну від елементарних (спалах, звук), які виникають при стимуляції первинних полів. У вторинних полях відбувається вищий аналіз і синтез, детальна обробка інформації, усвідомлення її.

Вторинні поля разом з первинними складають центральну частину аналізатора, його ядро. Взаємодія між нейронами цих зон ґрунтується на послідовній зміні збуджуваних і гальмівних процесів. Це й забезпечує динамічні властивості функцій в корі головного мозку

**Третинні** проєкційні поля – це асоціативні зони, які розташовані в місцях перекриття окремих аналізаторів;

виділяють дві основні зони: у ділянці лобової частки перед передцентральною звивиною і на межі між вторинними зонами тім'яної, потиличної та скроневої частками. Саме тут завершується формування відповідних відчуттів, здійснюються складні аналітико-синтетичні психічні функції. Вважають, що саме в цих відділах поточна інформація поєднується з емоціями та спогадами, що дозволяє людам мислити, приймати рішення та планувати.

У моторній корі також розрізняють первинні, вторинні та третинні поля. Первинні сенсорні та моторні поля кори півкуль великого мозку зв'язані переважно з протилежною половиною тіла. У людини і тварин вони симетричні в обох півкулях мозку. Вторинні та третинні кіркові зони різні в правій і лівій півкулях мозку. Це означає, що розподіл спеціалізованих функцій асиметричний.

Кора лобних часток головного мозку відповідає за приймання рішень в кожній конкретній ситуації. Дана функція здійснюється завдяки наявності взаємозв'язків з іншими відділами головного мозку. Інтегрована сенсорна картина від оточення передається лобній корі. Завдяки зв'язкам з лімбічною системою до цієї картини додається емоційний відтінок, а також інформація отримана з пам'яті. Інші нейронні зв'язки також додають інформацію, яка дозволяє лобній корі оцінити поточні потреби організму та оточуючого середовища та вибрати серед них першочергові, визначити – що краще, а що гірше для організму в даній ситуації. Лобна кора, напевно, також відповідає за вибір цілей, які ми ставимо перед собою на майбутнє, а також за нашу оцінку різних обставин пов'язаних з цими цілями. Де саме в корі проходять ці надскладні процеси “фільтрації” та абстрагування та яким чином вони здійснюються, поки що не відомо. Однак, як показали сучасні методи дослідження, більша частина того, що раніше називали “асоціативною корою”, можливо, складається з низки сенсорних зон все більш високого порядку, найвища з яких отримує, фільтрує та інтегрує інформацію від різних органів чуття. Відомий американський нейрофізіолог Вернон Маунткасл, вважає що основний тип будови кори – це вертикальні колонковидні утворення, які складаються приблизно з 100 клітин. Особлива роль цих кортикальних колонок в “асоціативних” полях, вірогідно, пов'язана з їх здатністю до встановлення асоціацій, тобто утворення нових тимчасових зв'язків з іншими колонками з інших ділянок кори головного мозку. При зміні умов такі зв'язки можуть змінюватись. Майже всі сучасні теорії про сенсорні функції, використовують модульну організацію Маунткасла за основу (10,11).

За допомогою широких нервових зв'язків лобна кора, ймовірно, найбільше взаємодіє з корою скроневої частки, для виконання низки вищих мозкових функцій. Наприклад, мовна функція заснована на поєднанні роботи асоціативних полів скроневої та лобної часток, з залученням потиличної частки. Кора скроневої частки приймає участь в процесах пам'яті, а саме, приймає рішення що саме необхідно зберігати. Також вона зберігає та відтворює данні, причому ця інформація полягає не лише в самих минулих подіях, а й відтворенні того, як вони оцінювались. Масивні ураження цієї ділянки кори

можуть призводити до втрати довготривалої пам'яті (або втрати здатності її відтворити).

Характерною особливістю людського мозку є розподіл функцій між двома півкулями. Є повідомлення про біохімічну асиметрію півкуль мозку (різкий розподіл медіаторів, ферментів). **Ліва півкуля** великого мозку є базою логічного, абстрактного мислення, відіграє виключну роль у лінгвістичній, мовній діяльності; вона функціонує під безпосереднім впливом другої сигнальної системи. **Права півкуля** є базою образного, конкретного мислення. Функціонально вона зв'язана із сприйняттям і переробкою екстеро-, пропріо- та інтероцептивних імпульсів, що забезпечує гностичну функцію, сприйняття конкретних образів, предметів, людей. Майкл Газаніг, відомий американський нейрофізіолог, стверджував, що права півкуля має лише незначну перевагу у сприйнятті просторових взаємовідношень. Справжня її перевага пов'язана зі здатністю фізично проектувати ці сприйняття на предмети та маніпулювати ними. Іншими словами, перевага правої півкулі проявляється при таких фізичних діях, коли предмети переміщуються або комбінуються з певною метою. Праву півкулі мозку не слід вважати підпорядкованою лівій. В правій півкулі головного мозку зароджуються емоції, ліва – відповідає за слова. Одні й те завдання обидві півкулі розв'язують з різних точок зору. При виході із ладу однієї з півкуль, порушуються й функції, за які вона відповідає (9,12).

Наприклад, коли у віці 57 років французький композитор Морис Равель отримав серйозну травму лівої півкулі головного мозку під час автомобільної катастрофи, він й далі міг "як і раніше слухати музику, відвідувати концерти, висказувати критичні зауваження чи описувати отримане ним задоволення. Він більше так і не зміг займатись композицією – записувати те, що звучало в його голові". Права півкуля беззаперечно відіграє важливу роль у музичному сприйнятті. В подібних випадках, який описаний у Равеля, ураження лівої півкулі не заважало постраждалому оцінювати музичні твори, розпізнавати фальшиві ноти чи порушення ритму. Існує багато повідомлень про те, що окремі люди з ураженою лівою півкулею та афазією можуть правильно відтворювати мелодії та слова пісень. Автори наукових оглядів на цю тему, в більшості вважають, що неможливо локалізувати функцію сприйняття та відтворення музики в одній з півкуль (6).

Отже, для головного мозку людини характерна унікальна особливість – функціональна асиметрія, яка зв'язана з соціально-трудовою діяльністю людини. Компліментарна спеціалізація півкуль (відповідна) замінила концепцію домінуючої або невідомою півкулі. Одна півкуля спеціалізується на послідовно-аналітичних процесах, вона відповідає за функцію мозку, інша – репрезентативна. Спеціалізація півкуль пов'язана з переважним використанням однієї руки.

За сучасними уявленнями, не існує чіткого локального зв'язку окремих вищих психічних функцій з конкретними структурами головного мозку. Однак різні відділи його не рівнозначні, вони забезпечують окремі складові когнітивної діяльності.

**Перший блок** забезпечує готовність головного мозку до підтримання активної психічної діяльності. Включає специфічні серединні структури: висхідна частина ретикулярної формації стовбура мозку, неспецифічні ядра таламуса, утворення гіпокампового кола. **Другий блок** забезпечує прийом, обробку та зберігання інформації. Він включає вторинні та третинні ділянки кіркових аналізаторів соматичної чутливості, слуху та зору, тобто тім'яну, скроневу і потиличну кору головного мозку. Патологія цього блоку супроводжується порушенням гнозиса. **Третій блок** забезпечує планування, контроль довільної діяльності людини. Цю функцію забезпечують лобові частки головного мозку. Патологія їх приводить до психічної інактивності, розладів когнітивних функцій та поведінки хворого.

Яскравим прикладом порушення психічних функцій при ураженні головного мозку, описаним в багатьох наукових працях, присвячених корі головного мозку є травма Фінеаса Гейджа (англ. Phineas P. Gage; 1823 – 21 травня 1860 року) – американського будівельника, який отримав важку травму головного мозку – металевий прут діаметром 3,2 см ввійшов в порожнину черепа та зруйнував ліву лобну частку. Однак він опритомнів через декілька хвилин та невдовзі одужав. Проживши після травми ще 12 років. Травма призвела до значних змін в психіці, соціальних навиках, емоційному стані та особистісних рисах – знайомі та рідні казали – "Це більше не Гейдж". Вчені Гарвардського університету виконали комп'ютерне моделювання травми Гейджа та з'ясували, що він втратив 4% кори та 11% білої речовини. Не дивлячись на те, що кора була ушкоджена лише в лобній частці, одночасно були порушені її звязки з лівою скроневою, правою лобною часткою та лімбічною системою, що й визначило психічні розлади особистості.

Вищими мозковими функціями є: мова, гнозис, праксис, пам'ять, мислення, свідомість. **Мова** – це виключно людська форма діяльності, яка є засобом мислення і спілкування між людьми. Мовна функція зв'язана, головним чином, з вторинними проєкційними полями аналізаторів і третинними зонами. У мові розрізняють два канали зв'язку: словесний (суто людський) – лівопівкульний і прасодичний (інтонаційний) – правопівкульний. Мова – ключовий елемент культури. **Імпресивна** мова забезпечує розуміння усної та письмової мови; **Експресивна** мова – це процес висловлювання думок у вигляді активної мови або самостійного писання. Порушення процесу мовлення називається моторною, експресивною афазією. Порушення сприйняття мови – сенсорною, імпресивною афазією. **Афазія** – це порушення здатності говорити або розуміти мову, що виникає внаслідок ураження кіркових мовних центрів. Зона Верніке – сприйняття слухової та візуальної інформації. Зона Брока – деталізування та впорядкування інформації, їх з'єднує дугоподібний пучок. Острівець – зона артикуляції мовлення. Далі інформація надходить до рухової кори, ініціюючи відповідні рухи губ, язика, гортані, відтворюючи мову. При афазії функція м'язів, що забезпечують вимову, на відміну від дизартрії, інтактна. Розрізняють наступні види афазій: моторна (експресивна), сенсорна (імпресивна), семантична (транскортикальна сенсорна), амнестична, тотальна. При всіх видах

афазії зустрічаються алексія, аграфія; сематична афазія часто поєднується з акалькулією. Динамічна афазія (транскортикальна моторна афазія) виникає при ураженні префронтальних відділів лобної частки головного мозку зліва, підґрунтям її виникнення є порушення внутрішньої мови, основною функцією якої є програмування та побудова речень. Сенсорна афазія або афазія Верніке характеризується втратою здатності розуміти як чужу, так і свою мову внаслідок розладу фонематичного слуху. Семантична афазія виникає, якщо уражена скронево-тім'янопотилічна ділянка лівої півкулі у правшів, характеризується порушенням розуміння граматичних взаємозв'язків між словами у реченні. Хворі не можуть зрозуміти смислової різниці між порівняльними (Таня темніша, ніж Оля, але світліша, ніж Валя. Хто найсвітліший?), атрибутивними ("брат батька" і "батько брата") і зворотніми ("кішка з'їла мишку", "мишка з'їла кішку") конструкціями. **Амнестична афазія** виникає у разі ураження нижньої ділянкитім'яної та задніх відділів скроневої частки; хворий забуває імена, назви предметів, але призначення їх знає (1,9).

**Апраксія** – це втрата здатності виконувати цілеспрямовані рухові навички, набуті в процесі індивідуального досвіду, за умови відсутності парезів або розладів координації рухів. Розрізняють наступні види апраксії: кінестетична або аферентна – виникає при ураженні нижніх відділівтім'яної частки лівої півкулі, обумовлена порушенням кінестетичного синтезу рухів (хворий не може застігнути гудзик, налити воду в склянку); кінетична або еферентна – виникає при ураженні премоторної зони кори лобової частки; порушуються не тільки складні рухи, але й дії за завданням, спостерігаються персеверації; ідеаторна або апраксія задуму – виникає при ураженні гугус *supramarginalis* лівої півкулі у праворуких, буває двобічною. У хворих втрачається план або задум складної дії (не може імітувати дії – погрожувати пальцем, віддавати військове привітання); конструктивна – виникає при ураженні гугус *angularis* лівої півкулі мозку; просторова – при кіркових процесах нижньо-тім'яних ітім'яно-потилічних ділянок зліва.

**Агнозія** – порушення пізнання знайомих предметів за властивими їм ознаками; виникає при ураженні вто-

ринних зон у межах одного аналізатора. Виділяють наступні види агнозії: зорова, слухова, тактильна, кінестетична, смакова, нюхова (9).

Закінчити лекцію хотілось би висловом американського вченого Ф.Блюма "Науковий метод пізнання існує для того, щоб заперечувати помилкові інтерпретації, а не для того, щоб підтримувати погано обґрунтовані припущення. Адже прогрес і є в тому, щоб замінити явно помилкові теорії на теорії, помилковість яких менш очевидна".

Рецензент: д.мед.н., професор Соколова Л.І.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Физиология речи. Восприятие речи человеком.* Чистович Л.А., Венцов А.В., Гранстрем А.П. и др. в серии "Руководство по физиологии", Л., "Наука", 1976.- 388 с.
2. *Людина / Навч. посібник з анатомії та фізіології.* Львів.- 2002. – 240.
3. *Алейникова Т.В., Думбай В.Н., Кураев Г.А., Фельдман Г.Л. Физиология центральной нервной системы.// Феникс.- 2006.- 384с.*
4. *Общий курс физиологии человека и животных / Под ред. А.Д. Ноздрачева // В 2 т. М.: Высш. шк. 1991. Т. 1. С. 32-370.*
5. *Шенерт Г. Нейробиология. В 2-х т. – М.: Мир, 1987.*
6. *Блум Ф., Лейзерсон А., Хофстедтер Л. Мозг, разум, поведение. – М.: Мир. 1988.- 345с.*
7. *Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Дж.П. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения. /Под ред. А.С. Батуева /.- М.: Высш. шк. 1991.- 246с.*
8. *Мозг // Под ред. П.В. Симонова. / М.: Мир. 1985.- 323с.*
9. *Неврология / С.М. Виничук, Т.І. Ілляш, О.А. Мяловицька та ін.; За ред. С.М. Виничука. – К.: Здоров'я, 2008. – 664 с.*
10. *Симонов П.В. Эмоциональный мозг. – М.: Наука. 1981.- 245с.*
11. *Симонов П.В. Мотивированный мозг. – М.: Наука. 1981.-267с.*
12. *Физиология поведения. Нейробиологические закономерности. // Под ред. А.С. Батуева / Л.: Наука. 1987.-342с.*

## КОРА ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА ВЫСШИЕ МОЗГОВЫЕ ФУНКЦИИ И ИХ РАССТРОЙСТВА

Мельник В. С., к.мед.н., доцент кафедры  
неврологи НМУ имени А.А. Богомольца

Лекция посвящена коре головного мозга. Изложены современные представления о строении и функциональной организации коры больших полушарий головного мозга. Отдельно рассмотрены исторические этапы изучения функций коры. Описаны основные высшие мозговые функции и их нарушения.

**Ключевые слова:** кора головного мозга, высшие мозговые функции, афазии, агнозии, апраксии.

## NEOCORTEX. HIGHER BRAIN FUNCTIONS AND THEIR DISORDERS

Melnyk V.S. PhD, assistant professor of neurology

The lecture is devoted to neocortex. Modern views on structure and functional organization of the neocortex are presented. The historical stages of neocortex studying, the basic higher brain functions and their disorders are presented also.

**Keywords:** neocortex, the higher brain functions, aphasia, agnosia, apraxia.