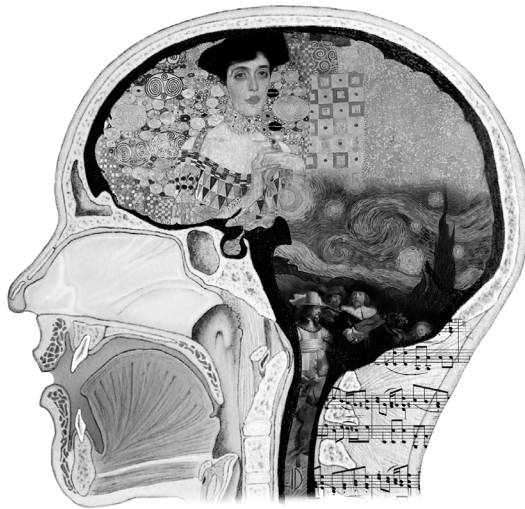


ДІК СВААБ НАШ ТВОРЧИЙ
МОЗОК



ХАРКІВ **КЛУБ**
2019 **СІМЕЙНОГО**
ДОЗВІЛЛЯ

I. НЕЙРОРОЗМАЇТТЯ: КОЖЕН МОЗОК СТАЄ ЧИМОСЬ УНІКАЛЬНИМ

Пізнай самого себе.

Напис на храмі Аполлона в Дельфах

Проскануй самого себе.

Колега Діка Франса Свааба (DFS)

Взаємодія між суспільством і мозком у процесі еволюційного становлення людини не лише збагатила наш соціальний лад, а й зробила мозок нечувано складним. Він має 80—100 мільйонів клітин — ця кількість відповідає населенню нашої планети, помноженому на дванадцять. Ці клітини всього за декілька місяців мандрують від місця їхнього виникнення неподалік шлуночка головного мозку до пункту їхнього призначення в мозку, де залишаються на все життя: потрапляють до певного класу, утворюють розгалуження та контактують з іншими мозковими клітинами. Кожна клітина мозку (а це вже комплекс, від якого аж дух перехоплює) контактує з іншими клітинами головного мозку сумарною кількістю від 1000 до 100 000. Між іншим, у місцях контакту, синапсах, зберігається інформація «в пам'яті».

Людське немовля приходить у цей світ немічним і безпорадним, зі значною мірою незрілим мозком. У новонародженого вага мозку становить 350 грамів. А це означає, що ще 75 % усієї мережі треба створити, — процес, на який соціальне й культурне середовище здатне справляти суттєвий і тривалий вплив, що особливо проявляється у «високих функціях», коли відбувається утворення нових зв'язків. Бо 17 мільярдів клітин кори головного мозку, відповідальних за специфічні людські вміння, включно з культурою, здебільшого виникають ще до нашого народження — в утробі матері.

Утім, після нашого народження *cerebellum*, тобто мозочок, має утворити ще близько 60 мільярдів клітин. Мозочок регулює не лише дрібну моторику й рухи, яких нам спершу треба навчитися, щоб пізніше виконувати їх автоматично. Актуальні дослідження доводять, що несвідомому вивченню підлягають і культурні аспекти, які засвоюються завдяки співпраці мозочка й кори головного мозку. Крім того, клітини *gyrus dentatus* (зубчата звивина) у гіпокампі, які відповідають за процеси пам'яті, після народження спершу мають пройти стадію розвитку. Від-

носно невелика кількість нейронів гіпокампа може утворитися навіть у дорослому віці.

До слова, стрімкі процеси розвитку мозку протягом перших років життя можна легко простежити, вимірявши обвід дитячого черепа. Між обводом черепа дитини та кількістю ДНК в її мозку, яка відповідає кількості його клітин, існує лінійний зв'язок.

Раніше, коли я ще студентом відбував практику в пологовому відділенні, допомагаючи народженню немовлят, у мене було завдання міряти обвід їхнього черепа, хоч тоді ще про такі дані ніхто не знав. Украй важливо не випускати з поля зору розвиток мозку, адже його порушення підвищує ризик пізніших психічних захворювань, а додаткова стимуляція може викликати затримку розумового розвитку.

Утворення сполучень нервових волокон між різними ділянками мозку триває ще довгий час, а в префронтальній корі — структурі, де встановлені моральні рамки та пригнічуються імпульси, навіть до 24-го року життя. Звідси випливає, що соціальне й культурне середовище, в якому зростає дитина, може непомірно впливати як позитивно, так і негативно на розвиток цієї ділянки. До факторів, які позитивно впливають, належить безпечне середовище зростання дитини, де люблять і надихають, а також достатнє і високоякісне харчування. Негативні фактори — це стресове середовище, нехтування, зловживання, а також недостатнє або неякісне харчування.

Кожна система мозку розвивається у визначений проміжок часу. Тому й буває фаза, коли дитина найкраще вивчає мову, вчиться писати й читати або грати на музичному інструменті. Цей «критичний» період дуже вразливий як до сприятливих, так і до несприятливих факторів. Коли він завершується, то все вивчене замикається в циклах відповідних структур мозку; якщо характерні для цього періоду часу речі не були засвоєні, то ці цикли використовуються для інших завдань. Здобути такі уміння пізніше значно важче або взагалі неможливо. Отже, недостатнє харчування до або після народження, нестача уваги, бідність і соціальна дискримінація протягом тривалого часу впливають на розвиток мозку, зумовлюючи поведінку та здібності дитини.

Стосовно епігенетичних змін ДНК, які відповідають за тривалі ефекти середовища, є декілька нових відкриттів. Епігенетичні зміни — це хімічні, спричинені середовищем зміни ДНК, коли гени тривалий час незадіяні або ж, навпаки, активні. Цілком імовірно, що деякі із цих ефектів передаються спадково. Можливо, саме тому дітям тих, хто пережив голокост, загрожує більший ризик захворіти на тривожний невроз. Епігенетичні ефекти опинилися в центрі досліджень відносно нових дослідницьких напрямків, соціальної та культурної нейробиології, адже комбіноване дослідження мозку та суспільних наук останнім часом набирає обертів.

1. ФОРМУВАННЯ ХАРАКТЕРУ

Коли хтось поводить ся в такий спосіб, що нас дратує, ми припускаємо, що це погана людина, і ухиляємося поглянути правді у вічі: неприємна поведінка людини — наслідок причин, відстеживши які трішки глибше — аж до її народження, розумієш, що вона аж ніяк не винна.

Бертран Рассел

Наш характер можна описати за допомогою міри, що складається з п'яти величин, які в психології дістали назву «Велика п'ятірка» (*Big five*). Ось ці величини:

1. Відкритість vs інтроверсія.
2. Толерантність vs владолюбство.
3. Добросовісність vs халатність.
4. Емоційна стабільність vs емоційна нестабільність.
5. Інтелектуальна автономія vs залежність.

Навіть для опису вдачі свійських тварин, наприклад, коней, послугуються цими п'ятьма чинниками. Можливість успадкувати кожную із цих п'яти ознак особистості оцінюють приблизно від 33 до 65 %. Решта рис характеру формується на ранній стадії розвитку. Щоб бути успішним у житті, окрім відносно високого *IQ*, допитливості, амбітності та мотивації, потрібне також добре поєднання компонентів «Великої п'ятірки».

На мою думку, *Big five* можна було б доповнити іншими характеротвірними аспектами, наприклад «чоловічність vs жіночність», «гетеросексуальність vs гомосексуальність», «*IQ* та креативність vs відсутність фантазії», а також наявність чи відсутність духовності. Слово «характер» грецького походження й означає «властивий». Ознаки нашої особистості змінюються протягом життя тільки незначною мірою й стабільні вже в середній життєвій фазі. Генетичні фактори обумовлюють особливі риси особистості передусім у дитячому та юнацькому віці, далі на людину все життя впливають фактори її оточення. Тому з віком частка успадкованого зменшується.

Resting state — так називають функціональне сканування активності мозку, за якого особа не спить, але не виконує жодних завдань. Власне, такий термін не зовсім влучний, адже наш мозок ніколи не відпочиває. Однак у такому стані спокою можна дізнатися, які ділянки мозку та які сполучення між ними залишаються активними, адже саме ці ділянки в цей самий час показують однакові флуктуації активності. Якраз ці коливання відповідають за взаємодію нашого мозку із зовнішнім світом.

У стані спокою між показниками, яких особа досягає щодо категорій «Великої п'ятірки», та показниками активності різних ділянок мозку простежується чітка кореляція. Величина «відкритість» супроводжується активністю в зовсім інших ділянках, ніж, скажімо, «добросовісність». Здатність породжувати креативні ідеї пов'язана з такою ознакою, як от «відкритість», а також із підвищеною функціональною активністю в нижній частині префронтальної кори та в *default-мережі* (система, що дуже активна в стані спокою).



Густав Клімт. Даная (1907/1908). Зліва — золота сперма Зевса, справа — клітини ембріона на ранній стадії, які символізують зачаття. Клімт читав Дарвіна й захоплювався структурою клітини як будівничим каменем життя. У Відні він також відвідував розтини людських тіл, які проводив патологоанатом Еміль Цукеркандль. Він же на прохання Клімта прочитав серію лекцій з анатомії та біології для групи художників, письменників і музикантів (Kandel, 2012). Клімт використовував свої знання і «на практиці»: у нього було мінімум 14 дітей від різних жінок.

Отже, *resting state* віддзеркалює ознаки нашого характеру. Крім того, у стані спокою помічаємо взаємозв'язок між активністю певних регіонів мозку із сексуальною орієнтацією та усвідомленням належності до роду. Наприклад, у випадку гомосексуальності відбувається перемикання «чоловік—жінка» у сполученнях лівої мигдалини. Так само в разі педофільії можна простежити в стані спокою зміни функціональної сполучуваності між певними окремими ділянками мозку.

Ознаки нашої особистості локалізовані в низці хромосом і в структурах деяких ділянок мозку. Індивідуальні відмінності структури та функцій дорослого мозку виникають на базі процесів формування й розвитку у взаємодії з оточенням. Від зачаття на розвиток мозку впливають багато різних факторів і процесів, серед яких самоорганізація мозку, статеві гормони, стрес, харчування, хімічні речовини, які проникають крізь плаценту чи потрапляють у мозок дитини одразу після народження, а також певною мірою соціальні та культурні чинники на кшталт мовної ситуації, безпеки, відчуття захищеності, рівня інтелектуальної стимуляції та фінансового становища в середовищі, де зростає людина, а ще її освіта й особисті стосунки.

Ці процеси роблять кожен мозок унікальним, навіть якщо це однойцеві близнята. Тож ці відмінності і впливають на наші особистісні функції, як-от: характер, гендерна ідентифікація, сексуальна орієнтація, інтерес до мистецтва та музики, компетенція і поведінка, мудрість, рівень емпатії та інші аспекти моральної поведінки, політичні вподобання, а також схильність до фізичних чи психічних захворювань. У наступних розділах ми детально розглянемо розвиток мозку в усій його довершеності.

2. ДО ЗАЧАТТЯ

У сім'яниках чоловіків щодня утворюється від 200 до 300 мільйонів сперматозоїдів.

Чому з одного із цих сперматозоїдів виник саме Я?

ДФС¹

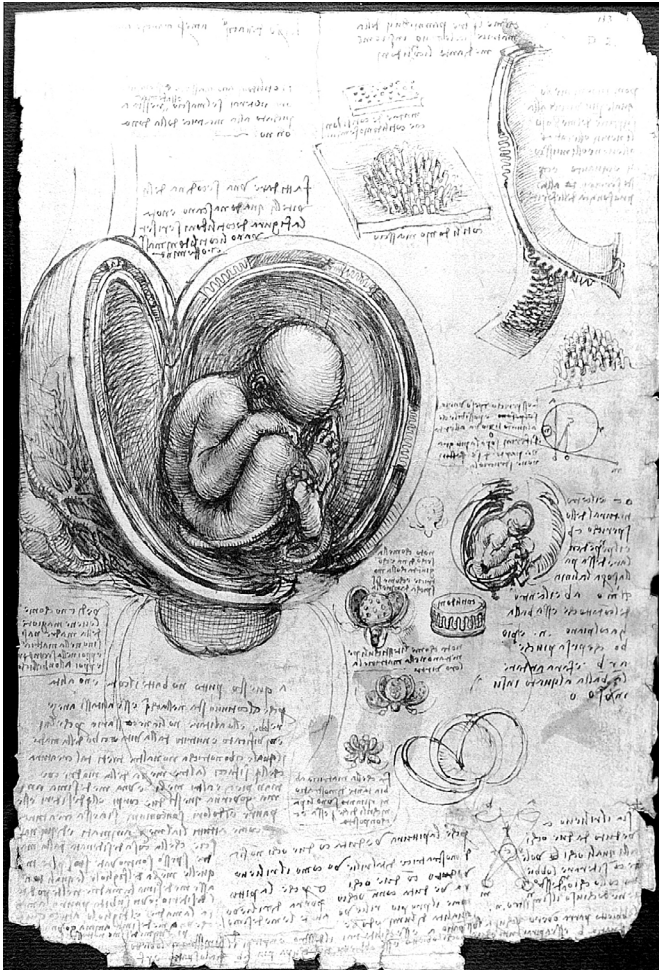
Еволюційна перевага статевого розмноження криється у величезному збільшенні кількості індивідів через комбінацію материнської та батьківської ДНК. Розмаїття стало рушійною силою еволюції, адже дозволило нашому виду пристосовуватися до мінливого навколишнього середовища.

Унікальність людини починається ще з її ДНК, адже вона в кожного особлива. Під час еволюції в ДНК утворилися численні незначні зміни,

¹ Дік Франс Свааб. (*Тут і далі прим. перекл.*)

і саме вони стали основою становлення нас як людей. З одного боку, ідеться про старі мутації, успадковані від батьків, які роблять внесок лише до різноманіття людей, а з іншого — це мутації, спричинені хворобами або такі, що породжують схильність до якогось розладу.

Кожна дитина у своїй ДНК носить у середньому *один* новий дефект. Здебільшого це цілком безпечні зміни. Водночас близько 60 % усіх вроджених тяжких розумових розладів спричинені такими мутаціями. З боку матері це мутації, які з її старінням ведуть до збільшення ризику народження дитини із синдромом Дауна, мутації з боку батька з його старінням посилюють ризик психічних захворювань.



Леонардо да Вінчі (близько 1510)

По чоловічій лінії генетичних дефектів значно більше, ніж по жіночій. Адже жінки виробляють усі свої яйцеклітини ще до свого народження; одна із цих клітин, які зберігаються в яєчнику жінки, вивільняється раз на місяць. Чоловіки ж виробляють сперматозоїди зі стовбурових клітин постійно. Між тією яйцеклітиною, з якої утворилася жінка, і тією, яку вона продукує сама, відбувається приблизно 20 поділів клітин, у той час як у чоловіка, віком близько 30 років, між сперматозоїдом, з якого він виник, і сперматозоїдами, які продукує він сам, відбулося вже близько 300 поділів. Тому ризик із боку батька вищий. Ця проблема, звісно ж, серйозніша у старших чоловіків, ніж у молодших. Тож діти від батька старшого віку більше ризикують народитися з психічними захворюваннями. Проблеми з безпліддям батьків теж підвищують імовірність психічних розладів у дитини на третину. Адже психічні захворювання та безпліддя мають одне і те саме генетичне підґрунтя.

3. ВНУТРІШНЬОУТРОБНИЙ РОЗВИТОК

Після зачаття запліднена яйцеклітина перетворюється в матці на дитину. Щодо цього знову і знову спалахують дискусії про те, чи визначені особливості вдачі спадковими задатками *чи* середовищем. Задатком у чистому вигляді можна назвати, наприклад, інтуїтивну поведінку новонароджених. Якби інтуїція не допомагала нам знайти сосок материнської груді та смоктати його, нас би вже сьогодні не було.

Інтуїція відіграє важливу роль й у відчутті страху. Бо нас значно легше налякати змією, ніж якоюсь квіткою. У мавп, які ще жодного разу в житті не бачили змій, виявили клітини мозку, які «спалахували», — тобто ставали електрично активними та обмінювалися інформацією з іншими клітинами мозку, — коли ті натрапляли на таку тварину. Отже, цей страх примати успадкували в ході еволюції. Багато правил поведінки, а також ключові засади нашої моралі були, власне кажучи, передані у спадок еволюційними процесами.

Утім, вирішальне значення має те, що наш мозок від самого початку розвивається в інтенсивній *взаємодії* між задатками та середовищем. Адже наша генетична комплектація під час розвитку мозку постійно співпрацює з довкіллям. Оточення нервової клітини утворюють мільярди інших нервових клітин, хімічні речовини, виділені цими нервовими клітинами, гормони дитини та гормони й поживні речовини від матері, а також хімічні сполуки із зовнішнього середовища. Наше індустріальне суспільство впливає на дитину ще тоді, коли та перебуває в утробі матері, наприклад, за допомогою хімікатів, що входять до складу дрібнодисперсного пилу, який виділяють машини та промисловість. Вони проникають крізь плаценту, впливають на формування мозку, тим самим підвищуючи ризик розвит-

ку аутизму. Чуттєве пізнання впливає на мозок дитини ще у внутрішньоутробний період. Часник у навколоплідних водах впливає на пізніше сприйняття смаків дитиною, а музику, яку дитина чує вже з другої половини вагітності, вона може впізнавати ще кілька місяців після появи на світ.

Спостереження над взаємодією генів і середовища доводить, що чуттєвість дитячого мозку до факторів довколишнього середовища залежить від генетичної комплектації дитини. Якщо жінка під час вагітності курить, а її дитина успадковує генетично два варіанти рецепторів дофаміну, то ризик, що вона захворіє на синдром порушення активності та уваги (СПАУ), у дев'ять разів вищий, ніж у дітей без цих генетичних варіантів.

Пренатальний стрес може спричинити пізніші проблеми з поведінкою та темпераментом, аутизм, СПАУ, депресії та фобії в дитини. Так само й інші стресові ситуації під час вагітності, як-от: хвороби, фінансові труднощі або насильницькі напади партнера — можуть довгий час впливати на розвиток дитячого мозку. Семирічних дітей обстежували за допомогою *MRT-DTI* (дифузна тензорна нейровізуалізація, техніка, що дозволяє показувати при скануванні сполучення між структурами мозку). Стресові події під час вагітності корелювали в дітей зі структуральними змінами в сполученнях між мигдалиною та префронтальною корою. Тому ці діти інакше реагували на стрес і страх.

Уже до народження мозок кожної дитини інакший. Причина цього криється у взаємодії між генетичними задатками та факторами довколишнього середовища, які впливають на мозок під час його формування в матці, у локальній самоорганізації окремих зон мозку, а також у збігу, який теж відіграє неабияку роль. Це означає й те, що кожна людина має інші таланти та обмеження, інакше поводить, по-різному реагує на оточення та відчувається добре за певних обставин.



Густав Клімт. Надія I (1903 рік)

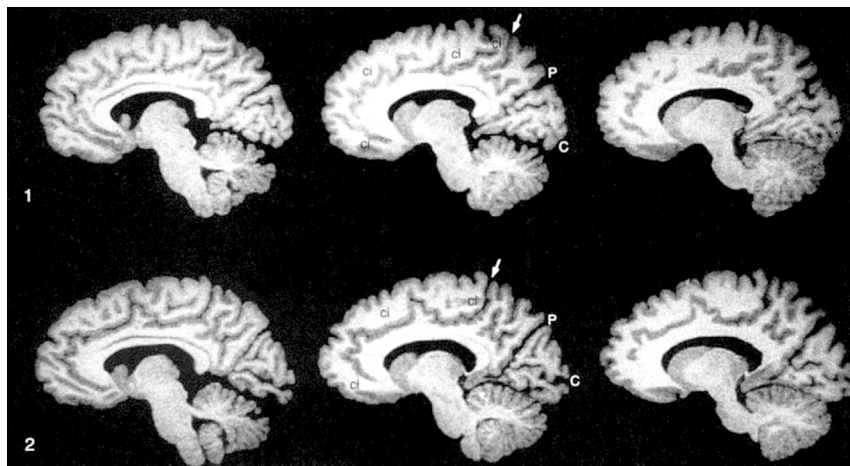
Це формує величезне розмаїття людства, яке було під час еволюції і завжди буде. Саме тому варто краще сприймати особливості людей, як того з давніх-давен навчає буддизм.

4. ДОСЛІДЖЕННЯ БЛИЗНЮКІВ

Дослідження близнюків доводять важливість генетичних факторів у розвитку мозку. Під час таких студій однойцевих близнюків, гени яких на 100 % ідентичні, порівнювали з двояйцевими, які мали 50 % спільних генів. Завдяки таким дослідженням вдалося встановити, наприклад, що сприйняття щастя на 40 %, а наш *IQ* в дорослому віці на понад 80 % зумовлений генетично.

Окрім того, студії з близнюками показали, що кількість сірої речовини (клітини мозку та сполучення) і білої речовини (нервова тканина) від 82 до 90 % закладені генетично. Що ж стосується розміру окремих ділянок мозку, тут спадковий фактор під питанням і варіюється від 17 до 88 %.

Кожен мозок особливий. Це переконливо демонструють американські сіамські близнюки Еббі та Бріттані Генсел. У них та сама генетична комплектація, спільне тіло, вони від початку життя перебували в тому самому середовищі й переживали ті самі події. Кожна з них має в розпорядженні одну руку й одну ногу. Щоб навчитися водити автів-



MRT-знімок пари однойцевих близнюків. Між P та стрілочкою мозок дитини зверху має три борозни, а дитини знизу — чотири (Steinmetz et. al. 1994). Візерунок борозен і звивин розвивається насамперед протягом останніх трьох місяців вагітності. Тож причину цієї відмінності, не зумовленої генетично, слід шукати десь під час цієї фази

ку, вони мусили тісно співпрацювати. Коли вони в шістнадцять вирішили отримати водійські права, то в органах влади постало запитання: їм слід видати одне чи два посвідчення водія? Спираючись на дані вчення про мозок, влада ухвалила правильне рішення: у них двоє мізків, отже, це дві різні особи, тому повинні здавати на водійські права теж двічі. У кінці рекомендованого до перегляду фільму про їхнє життя вони кажуть: «Ми зовсім різні особистості!» Це підтверджували й батьки однойцевих близнюків уже через декілька місяців після народження: хоч їхні діти й виглядають подібно, однак поведуться інакше й мають різний характер

Дослідження близнюків хоч і довели, що товщина префронтальної кори на більш ніж 80 % визначена генами, проте вони також показали, що на товщину кори паріетальних асоціативних полів на понад 80 % впливає оточення. Тому сила впливу середовища на різні ділянки мозку значно відрізняється. А втім, є одна річ, що ставить під сумнів ці гіпотези вивчення близнят. Довгий час за основне положення брали те, що однойцеві близнюки генетично абсолютно ідентичні. Однак дослідження за допомогою нідерландського реєстру близнят довело, що й після запліднення в матці можлива генетична диференціація.

Структура нашого мозку й поведінка аж ніяк не зумовлені лише генами. Основа відмінностей характеру однойцевих близнюків — різниця в мозку, помітна навіть неозброєним оком. Тож на формування мозку, яке проявляється у візерунку його звивин і борозен, мали б істотно впливати ще під час вагітності також негенетичні фактори, наприклад, дещо відмінне середовище в матці чи локальні процеси на початку самоорганізації. Під час цих процесів клітини мозку конкурують на локальному рівні за найкращі зв'язки. Після народження важливу роль у розвитку структурних і функціональних відмінностей мізків відіграє також навчання, що проявляється, до прикладу, в зумовлених професією відмінностях між музикантами й таксистами.