

*Присвячується Барб Фінлі та іншим  
моїм колегам, які навчили мене  
ремесла неврології, за їхню велику  
щедрість та ще більше терпіння*

## ЗМІСТ

<i>Від автора</i> .....	6
<b>Половинний урок</b>	
<i>Ваш мозок не для мислення</i> .....	9
<b>Урок № 1</b>	
<i>Мозок у вас один (а не три)</i> .....	23
<b>Урок № 2</b>	
<i>Ваш мозок — це мережа</i> .....	43
<b>Урок № 3</b>	
<i>Маленькі мізки з'єднуються у власний світ</i> ....	65
<b>Урок № 4</b>	
<i>Ваш мозок передбачає (майже) все, що ви робите</i> .....	85
<b>Урок № 5</b>	
<i>Ваш мозок таємно співпрацює з іншими мізками</i> .....	107
<b>Урок № 6</b>	
<i>Мізки створюють кілька типів свідомості</i> ...	125
<b>Урок № 7</b>	
<i>Наші мізки можуть створювати реальність</i> ..	141
 <i>Епілог</i> .....	158
<i>Подяки</i> .....	160
<i>Додаток. Наука, що стоїть за наукою</i> .....	165

## ВІД АВТОРА

Я написала цю збірку коротких неформальних нарисів, щоб заінтригувати й розважити вас. Це не всебічний посібник про мозок. Кожен із них пропонує кілька цікавих наукових ідей про ваш мозок і розглядає, що вони можуть відкрити нам про людську природу. Краще читати ці нариси по порядку, але ви можете читати їх як завгодно.

У своїй науковій роботі я зазвичай додаю до того, що пишу, багато наукових подробиць, як-от описи досліджень і покликання на журнальні статті. Однак для цих неформальних нарисів винесла всі наукові покликання на свій вебсайт *sevenandahalflessons.com*.

Наприкінці цієї книжки ви знайдете додаток із вибраними науковими подробицями. Він пропонує трохи глибший розгляд тем деяких нарисів, пояснює певні точки зору, щодо яких досі сперечаються науковці, та віддає належне за деякі цікаві ідеї іншим людям.

Чому тут сім із половиною уроків, а не вісім? Вступний нарис трохи розповідає про виникнення мозку, але це лише стислий погляд на величезну еволюційну історію — звідси й половинний урок. Утім, поняття, які він пропонує, дуже важливі.

Сподіваюся, вам буде цікаво дізнатися, що одна неврологиня вважає дивовижним про ваш мозок і як цей майже півторакілограмовий кавалок проміж вух робить вас людиною. Ці нариси, безумовно, не наказують вам, що думати про людську природу, але запрошують поміркувати про те, що ви за людина або ким хочете стати.







ПОЛОВИННИЙ УРОК

**ВАШ МОЗОК  
НЕ ДЛЯ МИСЛЕННЯ**

Колись давно Землею правили створіння без мізків. І це не політична заява, а лише біологічна.

Одним із цих створінь був ланцетник. Якщо ви колись його бачили, могли помилково сприйняти його за маленького черв'ячка, допоки не помічали зяброподібних щілин з обох боків його тіла. Ланцетники населяли океани близько 550 мільйонів років тому й мали простий спосіб життя. Ланцетник міг пересуватися у воді завдяки дуже примітивній системі руху. Він також мав винятково простий спосіб харчування: приліплювався на морському дні, ріс там, неначе травинка, і споживав будь-які дрібні створіння, що випадково запливали до його рота. Смак і запах їжі для нього були неважливими, бо ланцетник не мав таких органів чуття, які маєте ви. Замість очей у нього було лише кілька клітин, щоб розпізнавати зміни освітлення, і не було слуху. Його недорозвинену нервову систему становило крихітне скупчення клітин, що не назвеш мозком. Як бачите, ланцетник був просто шлунком на паличці.

Утім, ланцетники — ваші далекі родичі, і сьогодні вони все ще з нами. Якщо подивитися на сучасного ланцетника, ви побачите створіння, дуже подібне до вашого давнього крихітного пращура, який борознив ті самі моря.

Чи можете ви уявити маленьке червоподібне створіння два дюйми завдовжки, що звивається в течії доісторичного океану, і побачити в ньому еволюційний шлях розвитку людства? Це буде



непросто. Адже сьогодні ви маєте дуже багато того, чого не було у давнього ланцетника: кількасот кісток, купу внутрішніх органів, довгі кінцівки, ніс, чарівну усмішку, а головне — мозок. Ланцетник не потребував мозку. Його чутливі клітини були з'єднаними з клітинами руху, тому він реагував на свій водний світ без особливого опрацювання інформації. Натомість ви маєте складний потужний мозок, що породжує різні ментальні події, як-от думки, емоції, спогади та мрії — внутрішнє життя, яке значною мірою формують характерні й важливі особливості вашого існування.

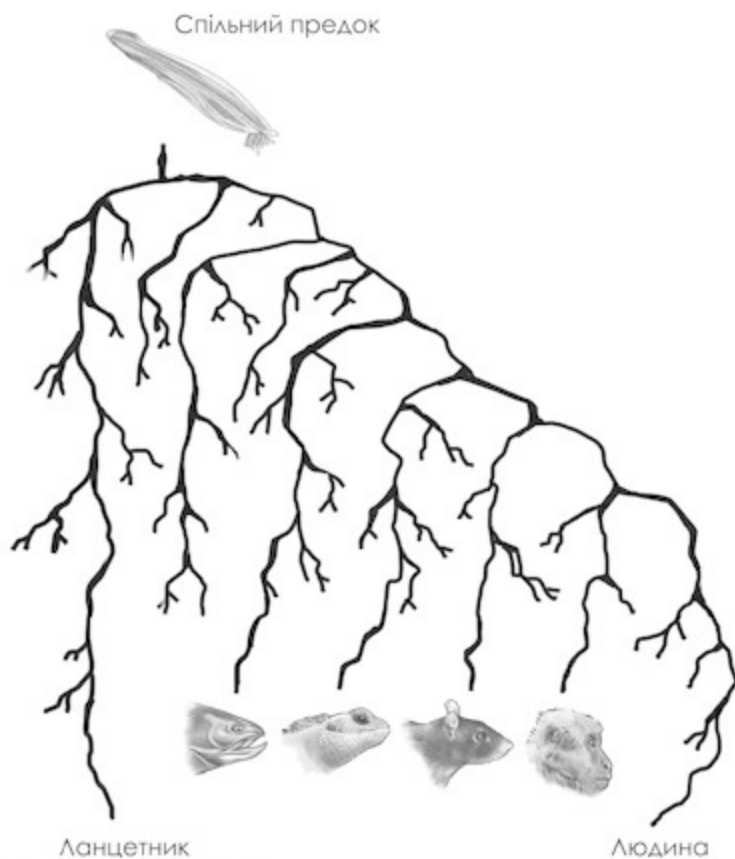
Навіщо виник мозок, подібний до вашого? Очевидна відповідь — *щоб думати*. Багато хто вважає, що мізки еволюціонували в певній вертикальній прогресії — скажімо, від нижчих тварин до вищих, із найскладнішим здатним до мислення мозком, людським, на верхівці. Зрештою, мислення — це людська суперсила, чи не так?

Але насправді очевидна відповідь тут буде неправильною. Фактично ідея про те, що наші мізки виникли задля мислення, стала джерелом багатьох глибоко хибних уявлень про людську природу. Щойно облишивши цю помилкову думку, ви зробите перший крок до розуміння того, як саме працює ваш мозок і яке його найважливіше завдання, а потім і того, що ви насправді за створіння.

---

П'ятсот мільйонів років тому, коли маленькі ланцетники й інші прості створіння ще безтур-





Ланцетники не були нашими прямими предками, але ми мали спільного предка, який був дуже ймовірно схожий на сучасного ланцетника

ботно жили на морському дні, на Землі почався період, який науковці називають кембрійським. У цей час на еволюційній сцені виникло дещо нове й важливе — полювання. Колись одне створіння стало здатним *відчувати присутність* іншого створіння та свідомо поїдати його. Тварини й раніше пожирали одна одну, але тепер робили це цілеспрямованіше. Для полювання не потрібен був мозок, але це стало великим кроком до розвитку чогось подібного.

Поява хижаків у кембрійський період зробила нашу планету більш конкурентним і небезпечним місцем для життя. Хижаки й жертви еволюціонували, щоб краще відчувати світ довкола. Вони почали розвивати складніші сенсорні системи. Ланцетники могли лише відрізнити світло від темряви, а новіші створіння могли вже по-справжньому бачити. Ланцетники мали просто чутливу шкіру, а новіші створіння поглибили відчуття рухів власного тіла у воді та поліпшили відчуття дотику, що дало їм змогу виявляти об'єкти за вібрацією. Акули й сьогодні використовують таке відчуття дотику для пошуку здобичі.

З поліпшенням чуття постало найважливіше запитання буття: *чи добре буде з'їсти те, що там, неподалік, а чи воно з'їсть мене?* Створіння, які могли краще відчувати своє середовище існування, мали більше шансів на виживання та процвітання. Ланцетник міг бути господарем свого середовища, але не міг відчувати, що *має* якесь середовище. Ці нові тварини могли.

Хижаки й жертви теж почали розвиватися швидше завдяки одній новій здібності — складнішим видам руху. Ланцетник, чиї нерви для відчуття та руху були переплетеними, рухався надзвичайно примітивно. Щоразу, як його потік їжі мілішав, він звивався у випадковому напрямку, щоб осісти на дні десь в іншому місці. Жодна неясна тінь не підказувала йому тікати. Натомість у новому світі полювання хижаки й жертви однаково почали розвивати більш придатні системи руху (моторні системи), щоб рухатися швидше та спритніше. Ці новіші тварини могли свідомо плисти, повертати й пірнати до чогось схожого на їжу та від чогось схожого на загрозу в способи, що відповідали умовам їхнього середовища.

Відколи створіння змогли відчувати на відстані та здійснювати складніші рухи, еволюція сприяла тому, хто виконував ці завдання ефективно. Якщо вони переслідували здобич, але рухалися надто повільно, першим здобич ловив і з'їдав хтось інший. Якщо вони спалювали всю енергію, тікаючи від потенційної загрози, якої насправді не виникало, то марнували ресурси, які могли знадобитися їм пізніше. А енергоефективність була надзвичайно важливою для виживання.

Енергоефективність можна уявити як бюджет. Фінансовий бюджет веде облік грошей, коли їх заробляють і витрачають. Бюджет вашого тіла аналогічно веде облік життєво важливих ресурсів, як-от вода, сіль і глюкоза, які ви отри-

муєте та втрачаєте. Кожна дія, на яку витрачаються ресурси, наприклад, плавання чи біг, схожа на знімання грошей із вашого рахунку. Дії, які сприяють відновленню ресурсів, як-от харчування та сон, схожі на поповнення вашого рахунку. Це спрощене пояснення, але воно відображує головну ідею про те, що рух тіла потребує біологічних ресурсів. Кожна дія, яку ви робите (або якої не робите), стає економічним вибором — ваш мозок вирішує, коли витратити ресурси, а коли заощаджувати їх.

Найкращий спосіб вести фінансовий бюджет, як ви, можливо, знаєте з особистого досвіду, — уникати несподіванок, тобто передбачати свої фінансові потреби, перш ніж вони виникнуть, і стежити, щоб у вас були ресурси для їх задоволення. Те саме стосується бюджету тіла. Маленькі кембрійські створіння потребували енергоефективного способу виживання, коли поблизу вешталися голодні хижаки. Чи варто їм було чекати, поки хиже чудовисько зробить свій хід, а потім реагувати завмиранням чи переходом у стан? Або ж їм краще було випереджати напад і заздалегідь готуватися до втечі?

Коли йдеться про бюджет тіла, передбачення бере гору над реакцією. Створіння, яке готувало свій рух іще до нападу хижака, мало більше шансів залишитися серед живих назавтра, ніж те, яке чекало, поки на нього нападуть. Істоти, які найчастіше передбачали правильно або припускалися нефатальних помилок і вчилися на

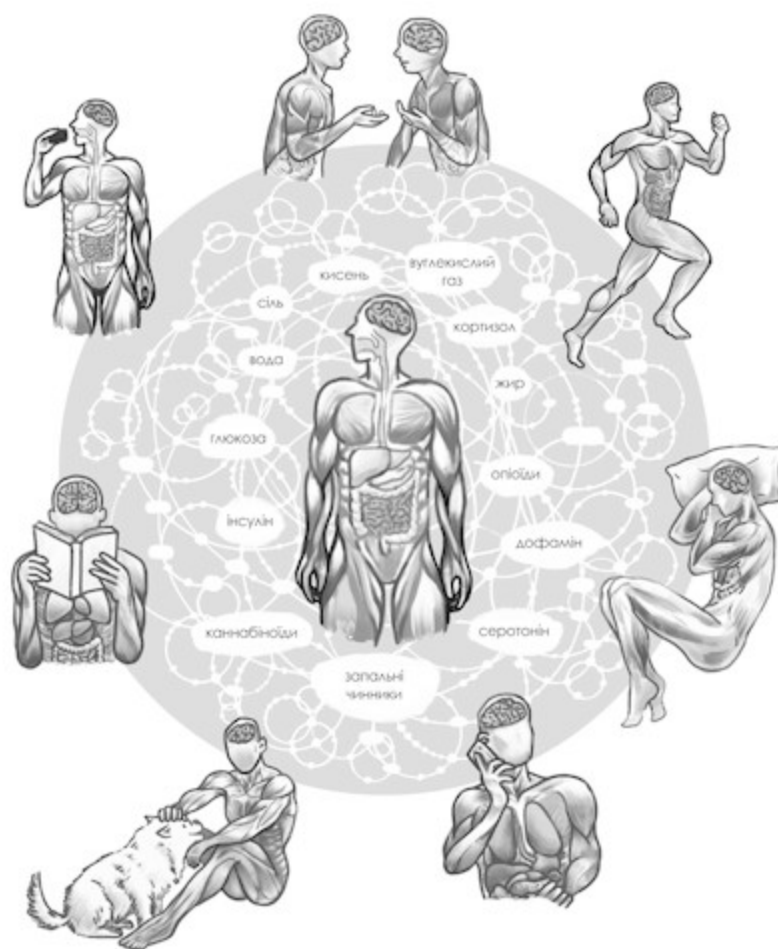


них, жили доволі добре. Натомість ті, хто часто помилявся, не помічав загроз чи здіймав хибну тривогу, жили не так добре. Вони менше вивчали своє середовище, здобували менше їжі й мали менше шансів на розмноження.

Наукова назва бюджету тіла — *алостаз*. Він означає автоматичне передбачення та підготовку до задоволення потреб тіла, *перш ніж вони виникнуть*. Коли кембрійські створіння отримували й витрачали ресурси впродовж дня за допомогою відчуття та руху, алостаз більшу частину часу підтримував системи їхнього тіла в рівновазі. З витратами не було жодних проблем, допоки ці створіння своєчасно поповнювали свої ресурси.

Як тварини можуть передбачати майбутні потреби свого тіла? Найкраще джерело інформації походить із їхнього минулого — їхніх дій в інший час за подібних обставин. Якщо дія в минулому була корисною, як-от успішна втеча чи смачна пожива, вони, імовірно, повторюватимуть цю дію. Усі тварини, і люди також, якимось пригадують минулий досвід для підготовки свого тіла до дії. Передбачення — така корисна здатність, що навіть одноклітинні створіння планують свої дії завбачливо. Як вони це роблять, науковці не можуть зрозуміти досі.

Отже, уявіть крихітне кембрійське створіння, яке дрейфує за течією. Воно відчуває над собою якийсь об'єкт, який може бути смачним. Що тепер? Воно може почати рух, але чи мусить? Зрештою, рух забирає з бюджету енергію.



*Ваш мозок веде бюджет тіла, що регулює воду, сіль, глюкозу й багато інших біологічних ресурсів усередині вас. Науковці називають такий бюджетний процес «алостаз»*



Рух має бути *вартим зусиль* з економічного погляду. Передбачення на базі попереднього досвіду потрібне саме *для того*, щоб підготувати тіло до дії. Зрозумійте мене правильно: я не маю на увазі свідоме, вдумливе рішення, якому передувало зважування всіх переваг і недоліків. Я кажу, що всередині цього створіння має відбуватися *щось* для передбачення та запуску одного набору рухів, а не іншого. Це *щось* відображує визначення вартості зусиль. Цінність будь-якого руху тісно пов'язана з бюджетом тіла через алостаз.

Тим часом давні тварини продовжували розвивати більші, складніші тіла. Це означало, що їхні нутроці теж ставали складнішими. Ланцетник, маленький шлунок на паличці, майже не мав систем тіла, які потрібно було регулювати. Щоб тримати своє тіло вертикально у воді й перетравлювати їжу у своїй примітивній кишці, достатньо було якоїсь жменьки клітин. Однак новіші тварини розвинули в себе складні внутрішні системи: серцево-судинну, із серцем, що перекачує кров, дихальну, яка поглинає кисень і виділяє вуглекислий газ, і здатну до адаптацій імунну систему, що бореться з інфекціями. Подібні системи зробили бюджет тіла значно складнішим, менше схожим на єдиний банківський рахунок і більше — на бухгалтерський відділ чималої компанії. Ці складні тіла потребували чогось більшого, ніж жменька клітин, щоб забезпечити добру регуляцію вмісту води, крові, солі, кисню, глюкози, кортизолу,

статевих гормонів і багатьох інших ресурсів для підтримання ефективної роботи організму. Їм потрібен був командний центр. *Мозок.*

А тому, коли тварини поступово розвивали більші тіла з більшими системами, які треба було підтримувати, їхня жменька клітин бюджету тіла також еволюціонувала в дедалі складніший мозок. Промотаймо подумки цю еволюційну стрічку на кількасот мільйонів років уперед і побачимо, що сьогодні Земля рясніє складними мізками всіх типів, зокрема вашого — мозку, що ефективно контролює рух понад шестисот м'язів, урівноважує десятки різних гормонів, перекачує кров зі швидкістю 7,5 тисяч літрів на день, регулює енергію мільярдів мозкових клітин, перетравлює їжу, виводить відходи й бореться з хворобами, і все це без упину впродовж приблизно 72 років. Ваш бюджет тіла схожий на тисячі фінансових рахунків у величезній багатонаціональній корпорації, і ви маєте мозок, щоб упоратися з цим усім. І весь ваш бюджет тіла розгортається в дуже складному світі, який роблять ще складнішим інші тіла з мізками, з якими ви його ділите.

Повернімося до нашого головного запитання: навіщо виник мозок, подібний до вашого? На нього немає відповіді, бо еволюція не діє з якоюсь метою — у неї немає жодних «навіщо». Але ми можемо сказати, у чому найважливіше завдання вашого мозку. Це не раціональність. Не емоції. Не уява, творчість чи емпатія. Найважливіше

завдання вашого мозку — це контроль над вашим тілом, підтримання алостазу через передбачення енергетичних потреб, перш ніж вони виникнуть, щоб ви могли ефективно здійснювати результативні рухи й виживати. Ваш мозок постійно інвестує енергію в надії на добрі дивіденди, як-от їжа, прихисток, турбота чи фізичний захист, щоб ви могли виконувати головне завдання природи — передавати свої гени наступному поколінню.

Якщо стисло, найважливіше завдання вашого мозку — не мислення. Це підтримання життя в тілі маленького черв'ячка, що згодом стало дуже й дуже складним.

Звісно, ваш мозок *однаково* мислить, відчуває, уявляє та створює сотні інших видів сприйняття, наприклад дає вам змогу читати й розуміти цю книжку. Але всі ці розумові здібності — наслідки головної місії підтримувати ваше життя та добробут через бюджет тіла. Усе, що ваш мозок створює, від спогадів до галюцинацій, від екстазу до сорому, є частиною цієї місії. Іноді він складає бюджет на короткий строк, скажімо, коли ви п'єте каву, щоб не занути й завершити проект, знаючи, що ви позичаєте енергію, за яку заплатите завтра. Іншим часом ваш мозок складає бюджет надовго, як тоді, коли ви витрачаєте роки на опанування складної науки (математики чи теслярської справи), що потребує вагомих інвестицій, але потім допоможе вам жити та процвітати.



Ми не сприймаємо кожну свою думку, кожне почуття щастя, гніву чи страху, кожні обійми, кожну добру справу й кожен удар як поповнення чи витрати нашого метаболічного бюджету, але насправді відбувається саме це. Ця ідея — ключ до розуміння того, як працює ваш мозок, а отже, як бути здоровими, жити довго й повноцінно.

З цієї маленької еволюційної розповіді починається довше оповідання про ваш мозок та інші мізки навколо вас. Під час наступних семи коротких уроків ми здійснимо подорож дивовижними науковими відкриттями в неврології, психології та антропології, які докорінно змінили наше розуміння того, що відбувається всередині вашого черепа. Ви дізнаєтеся, що робить людський мозок особливим у царстві тварин, повному гідних подиву мізків. Ви побачите, як дитячі мізки поступово дорослішають. Ви з'ясуєте, як з однієї структури людського мозку можуть виникати різні типи свідомості. Ми навіть розглянемо питання реальності: що дає нам змогу вигадувати звичаї, правила й цивілізації? Дорогою знову повернемося до бюджету тіла, передбачення та їхньої центральної ролі у створенні ваших дій і досвіду. Розкриємо також потужні зв'язки між вашим мозком і тілом, а також іншими людськими мізками й тілами. Сподіваюся, що до кінця цієї книжки ви будете в такому самому захваті, як і я, від думки, що ваша голова придатна для значно більшого, ніж просто мислення.