

lom tachyóny. Vedci vypočítali, že takýto telefón by mal veľmi zvláštne vlastnosti. Ak Janka zatelefonuje Danke „Ako sa máš?“ a Danka odpovie „Skvele!“, Janka dostane odpoveď skôr, ako sa opýtala! Jav, keď *dôsledok predbehne príčinu* (v našich príkladoch odpoveď predbehne otázku alebo guľôčka vyjde skôr ako vojde), voláme *narušenie kauzality*. Aby sme sa zakliatemu telefónu a podobným scenárom vyhli, veríme tvrdeniu, že narušenie kauzality sa nesmie stať a nič sa nemôže pohybovať rýchlejšie ako svetlo. Potom je podľa výpočtov v špeciálnej teórii relativity všetko v poriadku. Rýchlosť svetla sa tak stala ešte čarovnejšou. Nielen, že je z každého pohľadu rovnaká, ale dokonca je maximálnou možnou rýchlosťou, akou sa môže šíriť informácia.

### Danka a Janka ešte raz. Ktorá bude mladšia?

Možno ste si všimli, že v paradoxe dvojčiat predsa len ostal jeden paradox. Nesmieme zabúdať na starý dobrý Galileiho princíp relativity, že nemožno jednoznačne povedať, čo sa pohybuje. Keď sme riešili problém s mióňmi padajúcimi na Zem, vyskúšali sme si oba pohľady – z pohľadu Zeme aj z pohľadu mióňu. Z pohľadu mióňu sme objavili nový fyzikálny zákon – skracovanie vzdialeností.

Keď sa Danka vrátila z ďalekého výletu, povedali sme, že na Zem sa vráti o 30 rokov mladšia ako Janka, pretože z pohľadu Janky sa Dankine hodiny pohybujú pomalšie. Lenže

z pohľadu Danky v rakete sa Zem pohybuje a raketa stojí. Hodiny na Zemi teda vidí ísť pomalšie ako tie svoje v rakete. Ktoré hodiny teda idú pomalšie? Dankine alebo Jankine? Odpoveď, ako to už býva zvykom, závisí od pozorovateľa. Danka vidí Jankine hodinky spomaľovať a naopak, Janka vidí Dankine hodinky spomaľovať. Objektívna pravda neexistuje, každý vidí to svoje. Tu sa však vynára otázka, kto teda bude mladší, až sa stretnú. Z pohľadu Janky by to mala byť Danka a z pohľadu Danky naopak.

Tento paradox hral spočiatku v neprospech špeciálnej teórie relativity. Kritici dokonca hovorili, že teória relativity je logicky rozporuplná, a preto mylná. Aby sme situáciu zachránili, mali by sme nájsť nejaký rozdiel v pohľade Danky a Janky. Janka vidí raketu odletieť, zabrzdíť a vrátiť sa na Zem. Danka vidí Zem vzdialiť sa, zabrzdíť a vrátiť sa k rakete. Prečo to nie je to isté? Skúste nad tým po dlhých večeroch porozmýšľať. Zamyslite sa, či by ste v rakete so zaviazanými očami zacítili v istom okamihu, že sa skutočne pohybujete. Nechceme hneď nájsť rozuzlenie paradoxu, iba nájsť drobný rozdiel medzi pohybom Zeme a pohybom rakety. Jeden rozdiel tam skutočne je, a hoci sa zdá bezvýznamný, o desať rokov neskôr viedol Einsteina k sformulovaniu *všeobecnej teórie relativity*, o ktorej bude reč v nasledujúcom čísle.

Andrej Osuský

## SCHIZOFRÉNIA A JEJ STIGMY

*Anna sa zastavila na ulici. Zrazu začula, ako sa jej zreteľne prihovára hlas, možno panna Mária. Povedala jej, že teraz bude musieť všetko utrpenie vziať na seba. Od tej doby začala vnímať dva hlasy. Jeden znel ako hlas jej zosnulej sesternice. Ten bol anjelský a povzbudzoval ju, aby všetko vydržala. Druhý hlas bol hrubý a navádzal ju na hriech. Napríklad ju nútil, aby sa vyzliekla na ulici. Nechcela ho poslúchnuť, ale bolo to veľmi ťažké, pretože ju potom trápil bolesťami hlavy.*

Keď sa priemerného vysokoškolača opýtame, čo je to schizofrénia, väčšinou jeho odpoveď končí pri slovách „rozdvojená osobnosť“. Nie je to trochu málo o chorobe, ktorou trpí celé jedno percento svetovej populácie a ktorá je vo vyspelých krajinách jednou z desiatich najčastejších príčin trvalej práceneschopnosti?

Schizofrénia je závažná duševná choroba, ktorá narušuje schopnosť chorého správať sa tak, aby mu jeho okolie rozumelo, konať a uplatniť sa v spoločnosti. U pacienta nastávajú zmeny osobnosti, prežíva stavy vnútorného napätia i pocit hlbokého odcudzenia. Takto postihnutý človek stráca schopnosť odlíšiť podstatné od nepodstatného, je vzťahovacia, nedokáže sa orientovať v spoločnosti... Ešte predtým, ako sa takému človeku pokúsime porozumieť, pokúsme sa porozumieť orgánu, ktorý je schizofréniou narušený – mozgu.

### Mozog v číslach

Mozog, to je okolo 20 miliárd neurónov. Neuróny disponujú telom a výbežkami, dlhým axómom a zvyčajne mnohými kratšími dendritmi. Prepojenie medzi nimi je sprostredkova-

né veľkým počtom týchto výbežkov, ktoré napojením na iný výbežok alebo telo iného neurónu vytvoria synapsiu. Počet synapsií sa odhaduje na  $10^{15}$ . Po výbežkoch sa šíri informácia v podobe vzruchov. Aby bolo vedenie vzruchov usmernené a urýchlené, väčšina výbežkov je myelinizovaných. Myelín si môžeme predstaviť ako izoláciu káblov elektrického vedenia. Celková dráha nervových výbežkov v mozgu s touto myelinovou izoláciou sa odhaduje na neuveriteľných 150 až 180 000 km, pričom každú sekundu sa nimi presúva obrovské množstvo informácií.

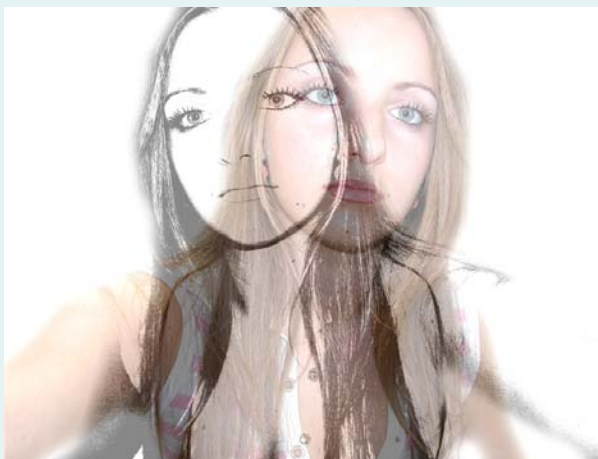
Pri takých vysokých číslach je však veľká aj šanca, že sa niečo pokazí. Napríklad sa zníži počet synapsií alebo sa poškodí myelinizácia. Alebo sa stane, že niektoré mozgové centrá, napríklad centrá reči, ktoré za normálnych okolností bývajú umiestnené v jednej, dominantnej hemisfére, sú z dôvodu narušeného vývoja obsiahnuté v hemisférach oboch.

Pre názornosť si predstavme mozog ako veľký úrad, inštitúciu s mnohými poschodiami a stovkami kancelárií. Zníženie počtu synapsií si môžeme predstaviť ako zníženie počtu telefónnych liniek, porušenú myelinizáciu tak, že prestanú fungovať výťahy. Tretí prípad si môžeme predstaviť ako neúspešnú reorganizáciu, keď je úrad presťahovaný do dvoch budov, medzi ktorými je rušná ulica. Vo všetkých troch prípadoch sa sťažuje komunikácia medzi zamestnancami, čo samozrejme negatívne ovplyvní chod celej inštitúcie. Ak je toto narušenie mierne, nič sa nedeje, pretože mozog má obrovskú schopnosť sa s podobnými problémami vyrovnávať. Ak je narušenie výrazné, vyrovnávacie schopnosti mozgu už nepostačujú. V takomto prípade sa môže objaviť jedno z najnepochopejších psychických ochorení – schizofrénia.

## Za všetko môže pomerne jednoduchá biochemická odchýlka

Prikročme k dosiaľ najprebádanejšej teórii vzniku schizofrénie, ktorou je nerovnováha v súhre dopamínového a serotonínového systému. Obe tieto chemické látky sú neuromediátory, teda nervové prenášače, ktoré sprostredkujú výmenu informácií medzi nervovými bunkami. Hoci je serotonín veľmi zaujímavá molekula ovplyvňujúca emotivitu, agresivitu, cyklus bdenia a spánku, poďme našu pozornosť venovať dopamínu, ktorý hrá pri vzniku tejto choroby prím.

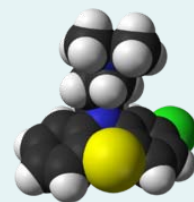
Zakončenia buniek, z ktorých je dopamín uvoľňovaný, sú takmer v celom mozgu. Tak, ako sa sústredíme na jeden mediátor, zameriame sa na jednu časť týchto zakončení, ktoré vedú do štruktúr, ktoré súhrnne nazývame *limbický systém*.



Limbický systém zabezpečuje mnohé funkcie. Umožňuje nám prežívať emócie. Umožňuje nám ukladať udalosti do pamäte. Z hľadiska vzniku schizofrénie je ale najdôležitejšie, že umožňuje pripísať význam veciam, ktoré významné skutočne sú. Predstavme si limbický systém ako pás, na ktorom bežia udalosti, ktoré prežívame. Niektoré sú banálne a nezaslúžia si našu pozornosť (počet červených áut na ceste do práce). Iné dôležité sú (na priechode pre chodcov ma auto takmer prešlo, pozor, toto miesto je nebezpečné, musím sa na ňom pohybovať so zvýšenou opatrnosťou). Práve dôležitú udalosť označí dopamín v limbickom systéme za skutočne dôležitú. Takto označovaná je potom špeciálne uložená do pamäte, takže nabadúce si na podobnom priechode dáme väčší pozor. Výdaj dopamínu je v tej časti limbického systému, ktorá je zodpovedná za pripísanie významu veciam okolo nás, pod veľmi prísnu kontrolou. Čo sa však stane, keď sa dopamín utrhne z reťaze? Ak sa začne dopamín nekontrolovateľne vylievať v tejto oblasti, začne byť náhodne pripisovaný špeciálny význam veciam, ktoré si to vôbec nezaslúžia a ktoré spolu vôbec nesúvisia, ktoré by sme za normálnych okolností minuli bez povšimnutia (ako napríklad počet červených áut, nastriekaný nápis alebo heslo na reklamnej tabuli). S hromadou týchto dopamínom chybné označených, sľaby dôležitých udalostí si mozog automaticky poradí po svojom, začne ich náhodne spájať do neveriteľných konštrukcií. Jedinec potom žije vo svete, ktorý je naplnený prapodivnými významami, ktoré v istú chvíľu môžu prerásť v skutočný blud. Začne mať napríklad predstavu, že nejaká vonkajšia sila naaranžovala všetko na ulici tak, aby ho testovala, alebo aby mu predala nejakú šifrovanú správu. Tento stav sa nazýva *psychóza*.

Iná analógia: Predstavme si limbický systém ako priehradnú nádrž. Tá je postupne zaplavovaná dopamínom. Množstvo dopamínu sa môže náhle zvýšiť a to v dôsledku ako choroby samotnej, tak i stresu, ktorému je človek vystavený. Antipsychotiká (skupina liekov, kam patria aj lieky na schizofréniu) tu hrajú úlohu hrádze, ktoré bránia tomu, aby vyšší príliv dopamínu zaplavil všetko ostatné, bránia tomu, aby sa objavila psychóza.

Odtiaľto je už len krôčik k vysvetleniu mechanizmu pôsobenia liekov: antipsychotiká zabraňujú, aby dopamín v limbickom systéme náhodne pripisoval významy nevýznamným veciam. Lieky ho pomáhajú dostať späť pod kontrolu. Ak si predstavíme dopamínové receptory ako schránky na listy a dopamín ako list (informáciu), tak ak chce jeden neurón odovzdať informáciu druhému, musí ju vhodiť do schránky. Ak je ale dopamínu priveľa, je potrebné preťažené schránky chrániť. Antipsychotiká dokážu niektoré zo schránok zalepiť tak, aby dopamín do nich nemohol vstúpiť – obsadia jeho receptor. Ako sme spomínali, počas psychózy dochádza k občasnému nekontrolovateľnému vylievaniu dopamínu. Preto je pre terapiu kľúčové, aby počas akútnej, no i udrživacej liečby bol stále určitý počet schránok, teda receptorov, „zalepený“. Tento trik bráni objaveniu psychózy napriek tomu, že už nastalo uvoľňovanie dopamínu. Preto je dlhodobé užívanie liekov nevyhnutné. Chlórpromazín, prvý objavený liek na schizofréniu, dokázal to, že pacienti dovtedy odsúdení na život za zamrežovanými oknami psychiatrických liečební sa začali liečiť ambulantne.



Avšak je tu problém. Chceme totiž „zalepiť“ iba isté špecifické schránky (teda receptory) a to iba v niektorých oblastiach mozgu, teda v spomínanom limbickom systéme. Sme teda v situácii pilota práškovacieho lietadla, ktorý sa vznesie nad pole slnečnic s úmyslom popráškovat' každú piatu slnečnicu. Preto sa vyvíjajú stále špecifickejšie lieky. Napriek tomu sa ešte nedokážeme vyhnúť nadmernému obsadzovaniu receptorov v iných oblastiach mozgu. To je zodpovedné za nežiaduce účinky v podobe trasenia, stuhnutia, kŕčov, alebo aj toho, že z prsných žliaz sa začne uvoľňovať mlieko. Áno, aj mužom!

Prvotné príčiny schizofrénie však nastávajú dávno predtým, než sa splaší dopamín a choroba plne prepukne, pravdepodobne už pred narodením jedinca, ktorý neskôr na túto chorobu ochorie. Je to teda siahodlhá reťaz príčin a následkov, ktorá začína dlho pred prepuknutím vlastnej choroby. Na rozpoznanie týchto prvotných príčin je dnes sústredené veľké bádateľské úsilie. Možné scenáre sme už uviedli – môže ísť o geneticky narušený alebo znížený počet spojov medzi mozgovými bunkami, poruchy vo vláknach, ktoré vedú vzruchy medzi nimi... Napríklad sa zistilo, že medzi ľuďmi narodenými v zimných mesiacoch na severnej pologuli je až o 8 % viac schizofrenikov. Možné vysvetlenie spočíva v tom, že tehotné ženy boli na začiatku tehotenstva na jar, keď je populácia viac zaťažená chrípkovými vírusmi. Medzi jedny z posledných dôležitých poznatkov patrí zistenie, že marihuana uľahčuje prepuknutie tohto ochorenia. Zatiaľ sa ešte nepodarilo dokázať, či funguje iba ako spúšťač (a teda či iba urýchľuje objavenie schizofrénie,



ktorá by neodvratne nastúpila tak či onak), alebo či môže vyvolať toto ochorenie aj u človeka, ktorý dispozície preň nemá. Nech je to akokoľvek, všetky tieto scenáre, ktoré sa u jedinca samozrejme môžu kombinovať, nakoniec vyúsťia do spoločného problému – narušia komunikáciu medzi neurónmi.

Pri schizofrénii býva často funkčne poškodená časť mozgu vyznačená na obrázku vpravo oranžovou farbou, avšak nie je to príznak špecifický iba pre ňu.



## Schizofrénia v evolúcii

Je pozoruhodné, že hoci s použitím drog dokážeme na myšiach vyvolať stavy podobné psychotickým epizodám, za bežných okolností žiadna analógia schizofrénie v zvieracom svete neexistuje. Zdá sa, že schizofrénia je špecificky ľudskou poruchou a má vzťah k vývoju reči a asymetrii mozgu. Istý doktor Crow prišiel s hypotézou, že schizofrénia má pôvod v strate tejto asymetrie. Skúmal viac než 11 tisíc anglických detí narodených v jednom týždni a zistil, že medzi tými, ktoré častejšie trpeli poruchami čítania a boli nevyhranenými pravákmi, sa našlo výrazne viac budúcich schizofrenikov. Rovnako sústredil pozornosť na Wernickeovo centrum (oblasť mozgu pre porozumenie hovorenej reči). Aktivita tohto centra za normálnych okolností pri počúvaní reči druhých narastá, naopak, tlmí sa, keď rozprávame sami. Zdá sa, že táto inhibícia je tou kritickou spätnou väzbou, ktorá nám umožňuje rozlíšiť vlastnú reč od cudzej. U schizofrenikov tento útlm zistený nebol.

## Schizofrénia v štatistikách, štatistiky v schizofrénii

Nezávisle od toho, či človek býva na južnej či severnej pologuli, trpí touto chorobou približne 1 % populácie. Či už je to populácia v Kambodži alebo vo Fínsku, toto percento je až prekvapivo rovnaké. U detí majúciich jedného rodiča trpiaceho schizofréniou sa toto číslo vyšplhá až k 13 %, dokonca aj keď sú neskôr adoptované zdravými rodičmi, majú riziko 9 – 16 %, že sa v priebehu života u nich objaví toto ochorenie.

Súrodenci schizofrenikov majú riziko o čosi nižšie – 10 %. Najvyššie riziko objavenia schizofrénie je u jednovaječných dvojčiat, podľa rôznych zdrojov je uvádzané v rozmedzí 35 – 58 %, u dvojvaječných sa tieto hodnoty pohybujú od 9 do 27 %. Riziko, že schizofrénia postihne rodiča schizofrenika, je 6 %.

Očakávaná dĺžka života pacienta so schizofréniou oproti bežnej populácii je v priemere o 10 – 12 rokov kratšia. Schizofrenici páchajú kriminálne činy častejšie ako bežná populácia, rozdiel je však iba nepatrný, zato sa sami stávajú obeťami až 14-krát častejšie.

Najvyššie riziko vypuknutia schizofrénie u mužov je vo veku 15 – 25 rokov, u žien sa najčastejšie prvýkrát prejaví priemerne o 10 rokov neskôr – uvažuje sa o možnom ochrannom efekte estrogénov.



## Slávni schizofrenici

Napriek tomu, že so schizofréniou sa častejšie stretávame v nižších sociálnych vrstvách (chudoba však nie je predispozičný faktor, skôr schizofrénia so sebou prináša značný sociálny úpadok), vyhnúť sa jej nepodarilo ani slávnym osobnostiam. Jedným z najslávnejších pacientov bol John Nash, nositeľ Nobelovej ceny za ekonomiu. Jeho celoživotný boj s touto chorobou bol celkom výstižne vykreslený vo filme Čistá duša. Mnoho vecí však bolo skreslených – Nash nikdy nebol prívržencom antipsychotických liekov, navyše v kruhoch, v ktorých sa pohyboval, bolo jeho čudáctvo údajne dobre tolerované.



Dokonca ani Isaac Newton neostal ušetrený psychiatrického bádania, a hoci je ťažké stanoviť diagnózu ex post, povára sa, že v štyridsiatich rokoch svojho života prekonal bližšie neurčenú psychózu (nadmnožina chorôb, v ktorej je hlavným predstaviteľom práve schizofrénia).

## Pohľad z druhého brehu

*Rozprávanie Andreja: Na začiatku som mal pocit, že sa niečo mení, že skutočnosť je nejaká iná. Začala ma ovládať hrôza a strach. Cítim sa veľmi zle, akoby som bol otrávený alebo niečo také. Určite to bude jed. V svojom byte cítim slabý zápach, niekto sem púšťa otravný plyn. A tiež ma ktosi sleduje. V mojom byte sú skryté kamery, ktoré pozorujú, čo robím. Telefón je určite odpočúvaný. Musím von! Musím utiecť! Na chodbe stretávam susedku. V jej očiach vidím niečo podivného. Prečo na mňa tak pozerá? Cítim z nej zlobu. Mám pocit smrti. Utekám na ulicu a cítim sa tam trochu bezpečnejšie. Míňa ma auto, spomaľuje a vodič si ma prezerá. V jeho pohľade cítim to, čo v pohľade susedky. Zase mám hrozný strach. Začínam sledovať ľudí a ostatné autá. Všimam si farby aj poznávacie značky. Všetko, všetko má nejaký význam. Dochádza mi, že ide o spiknutie, že ma ohrozujú zo všetkých strán. Chcú ma zabiť.*

Paranoidné predstavy a pocity úzkosti sú u schizofrenikov časté. Existujú ľudia, ktorí si spokojne žijú s predstavou, že sú intergalaktickými vládcami vesmíru a disponujú širokou paletou nadprirodzených vlastností. Celkom prirodzene sa tu natíska otázka, či i v takomto prípade pacienta liečiť, priviesť ho liekmi (často s veľmi silnými nežiaducimi účinkami) k realite, ktorou nezriedka býva neuspokojivá práca a manželstvo na pokraji krachu. Odpoveď je však jednoznačné áno, pretože dlhodobá neliečená schizofrénia kumuluje chorobné zmeny v pacientovom mozgu a výrazne znižuje šancu na návrat k normálnemu životu.

Katarína Molnárová