



Zdroj: [Vladimír Beneš, Martin Čáp: Cesta do středu mozku, Vydavatelství XZY 2013](#)

Kam se nejvýkonnější počítače světa hrabou na lidský mozek! Jedním z největších odborníků na tento záhadný orgán je neurochirurg prof. MUDr. Vladimír Beneš.

Sídlí lidská duše v mozku, jak vůbec náš mozek funguje a jaké jsou současné **možnosti neurochirurgie**? Cesta mozkem se mění v poutavé dobrodružství plné úžasných zážitků. - alespoň v podání **prof. MUDr. Vladimíra Beneše, DrSc.**, neurochirurga, přednosty Neurochirurgické kliniky Ústřední vojenské nemocnice Praha a 1. Lékařské fakulty UK, plk.

Mozek jako král

Jen si vezměte, většina krve proudí právě do mozku a ostatní orgány jsou ve své podstatě takoví jeho **sloužící**. Nohy jej dopravují, kam právě potřebuje. Ruce udělají, co si právě vymyslel. Oči, uši, čich, sluch a hmat mu zas zprostředkovávají informace z okolí. Ve skutečnosti - **člověk je především mozek**.

Pokud bychom organismus připodobnili k počítači, srdce funguje jako elektrárna, cévy jsou vedení, hmota mozku je hardware počítače se základními operačními programy, které udržují celý organismus v chodu. A pak jsou specifické programy, které jsou zásadní. Kupříkladu **emoce, racionální myšlení, komunikace**, atd.

Proč se u nás o fungování mozku nemluvilo?

V této zemi se hovořilo dokola o chorobách cévního systému, o **kardiovaskulárních onemocněních**. Ovšem, že k tomu patří i příhody mozkové, o tom se cudně mlčelo. Jako by mozek ani neexistoval. Komunisté prostě měli předražené svalové buňky a nervové byly za výprodejovou cenu. Dodnes se to dostatečně nezměnilo.

V dobách naštěstí uplynulých se dával obrovský důraz na cévní program. Vybudoval se IKEM. Před oči veřejnosti se stavělo srdce a jeho transplantace. Jistě, jsou to úžasné věci. Ovšem **bez mozku** by to všechno dohromady fungovalo jen stěží.

V hlavě máme celý vesmír

Mozek funguje jako celek. Máme fokální funkce, které dokážeme lokalizovat a mají svá jasně definovaná centra – hybnost, sluch, zrak a podobně. Jsou funkce globální - **vědomí, intelekt, paměť**. Ty už lokalizovat neumíme, přinejlepším však víme, kde nejsou. A pak máme asi **90 % mozku**, kde není žádná fokální funkce a my tam můžeme celkem bezpečně operovat. Mozek je z tohoto pohledu fascinující. Jeho **kapacita se vymyká našemu chápání**, srovnat snad lze jedině s vesmírem.



Půjde mozek opravit?

V poslední době se objevilo několik výzkumů, které tvrdí, že **nervový systém schopnost regenerace neztrácí**. Jen je tato schopnost potlačena působením jistých chemických substancí, které produkuje **glie** což je podpůrný aparát nervového systému, který tvoří devět desetin mozku. Jestliže by se podařilo tyto působky protilátkami vyblokovat, je možné, že by regenerace centrálního nervového systému mohla fungovat. Ale zatím je to všechno ve fázi **bazálního laboratorního výzkumu**. A něco z toho se čte jako science-fiction.

Dokážeme nahradit míchu?

Bylo by hezké vypěstovat nervovou buňku z nějaké jiné buňky, ale tím to nekončí. My ten **neuron** ještě musíme naučit dělat to, co má a co je jeho úkolem. Musí vědět, s kterými dalšími buňkami nebo dráhami se má spojit. Kam mají jeho výběžky růst a jak správně fungovat.

Představy, že by se **v mozku po mrtvici** nahradily poškozené části jinými buňkami, které by převzaly jejich funkci, jsou zatím hodně naivní a iluzorní. Stejně tak představy, že by se nějakým transplantátem překlenul defekt v míše a buňky a jejich výběžky by opět převzaly veškeré dráhy a funkce, mi **přijdou nemožné**. Třeba se to podaří za nějakých 50 let. Určitě však řešení rekonstrukce centrálního nervového systému bude posledním, co člověk dokáže.

To dříve "vyrobíme" celého člověka, než zvládneme něco udělat s nervovým systémem. Ono mnohdy to, co funguje v laboratoři, má hodně daleko ke klinickému využití a mnohdy to ani **využitelné ve skutečnosti není**. Možná určitým mezistupněm budou neuroprotézy. Technická zařízení na podkladě stimulátorů, která nahradí zrak, sluch, ale i míchu.

Kde v mozku sídlí sex?

Neexistuje v těle činnost, kterou by mozek neřídil. Sexualita má asi jako všechno dvě složky. **Intuitivní a racionální**. Racionální je umístěna v hemisférách a je dána výchovou, kulturou... V intuitivní hraje roli vlastní rozplozovací pud a sexualita jako taková jde přes **hypothalamus**, což je malá oblast v hloubce středu mozku.

To jsou strašně maličká místa a nervová jádra. Ta jednak mají propojení do velkého mozku s ostatními systémy a jednak s hypofýzou, která řídí všechny žlázy s vnitřní sekrecí, včetně pohlavních. Může se pochopitelně vyskytovat úchylna a z člověka je Jarryho *Nadsamec*. Ta by se mohla určitým zásahem vyvolat v hypothamu uměle. Dokonce byly i pokusy, jak předělat homosexuály na heterosexuály právě zásahem v těchto oblastech.

Přelet nad kukaččím hnízdem

Stejně tak tomu je například u agresivity. Centra, která ji mají na starosti, jsou v **hypothamu a v čelních lalocích nad ním**. Ve většině úrazů jsou právě tato centra poškozena, což může



vybudit jak agresivitu, tak pasivitu. Chirurgickým zákrokem by se nepochybně dalo ovlivnit chování, **at' agresivní nebo pasivní**. Je ovšem důležité si uvědomit, že v těchto centrech je uloženo i **sociální citění**. V případě zásahu neovlivňujeme jen jednu složku, ale i další. Ať už je to ve sféře sociální, ale i třeba v hierarchii hodnot. Ta operace se jmenuje lobotomie a všichni ji známe z **Přeletu nad kukaččím hnízdem**.

Lobotomii vymyslel doktor Monitz ve dostal za ni dokonce Nobelovu cenu. Operovalo se hodně. Časem se však od těchto zákroků upustilo. Naprostá změna jedince je příliš velká cena, vzpomeňme na McMurphyho právě v Kukačkách.

Přišlo se na to, že mozek řídí i **imunitní systém**, takže poškození určité oblasti může u pacienta vyvolat buď, že je rezistentní vůči infekci nebo právě naopak.

(Více o zajímavých názorech a úžasných znalostech profesora Beneše se dočtete v knize, kterou s naším předním neurochirurgem napsal novinář Martin Čáp pod výstižným názvem **Cesta do středu mozku** (Vydavatelství XYZ). Dává možnost i laickým čtenářům zamyslet se nad fenoménem jménem "lidský mozek").

Zdroj: <https://www.svetchytre.cz/a/pNHkN/umela-inteligence-ve-skutecnosti-neexistuje-stroje-potrebuji-lidsky-mozek-rika-nejznamejsi-cesky-neurolog-vladimir-benes>
„Umělá inteligence ve skutečnosti neexistuje, stroje potřebují lidský mozek,“ říká nejznámější český neurolog Vladimír Beneš

Málokdo u nás ví o lidském mozku víc než profesor Vladimír Beneš, přednosta Neurochirurgické kliniky Ústřední vojenské nemocnice Praha a 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy. Z podstaty své práce se zabývá i otázkou umělé inteligence a názor na ni má celkem jednoznačný. „Počítač neumí myslet,“ říká chirurg, jehož pracovní přípomíná spíš než nemocniční místnost kabinet ředitele Brumbála z Harryho Pottera.

Jak se špičkový neurochirurg dívá na strojové učení a umělou inteligenci obecně?

Pro mě je to fundamentální otázka dnešní doby. A zatím na ni pořád hledáme odpověď.

Znáte profesora Vladimíra Maříka?

Jistě, profesor ČVUT, zakladatel katedry informatiky a CIIRC, mezinárodně uznávaná kapacita...

„Zkoumavé čtení: systematické zavedení dílny čtení a oborového čtení do výuky na 2. st. základních škol /na víceletá gymnázia v ČR“, reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/19_076/0016346. Projekt je financován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR v rámci Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání.



S ním na tohle téma často diskutujeme. Profesor Mařík tvrdí, že pokud má vzniknout skutečná inteligence, nestačí samotný křemík, tedy počítačové čipy. Musí se k němu přidat uhlík – tedy biologická hmota. Já to vidím naopak – základem je lidský mozek, který si k sobě pořídí nějaký ten křemík. Dá se říct, že už to všichni dávno máme.

„Stroji musíte říct, co se má učit. Kreativní práce je vždy na člověku.“

Chytré telefony?

Přesně tak. Placka v kapse vážící deset deka, kterou si můžete vzít všude. Dnes umí víc než počítač. Ale žádný stroj nikdy nebude schopen kreativity, emocí nebo generalizace, nedokáže vypočítat prediktivní chybu. Aby se stroj dostal k tomu, co je lidské, tedy inteligentní, potřebuje mozek, bez něj to nejde.

Nezmění se to ani ve chvíli, kdy neuronové sítě dosáhnou takové úrovně, že stroj bude schopen přenášet vědomosti z jednoho oboru do druhého, což se obecně jako projev inteligence bere?

Jenže když si tenhle proces rozložíte na jednotlivé kroky, zjistíte, že se vlastně na základní úrovni neliší od Turingova stroje – i tohle funguje algoritmicky. Ve skutečnosti tam k abstraktnímu myšlení nedochází. Podle mě je spíš zajímavé, co ty stroje dokážou.

Co z toho, co dokážou, vám připadá nejzajímavější?

Třeba neuroprotézy. Asi největší vrchol v této oblasti je, co se svým týmem techniků v Los Angeles dělá Charles Liu, mimo jiné výborný člověk. Léčí chlapíka, kterého ve válce gangů střelili do hlavy a kulka mu ochromila tělo natolik, že na něm zjednodušeně řečeno žije jenom hlava. Zavedli mu do motorické krajiny mimořádně citlivé elektrody, které v zásadě umí snímat vzruchy z jednotlivých neuronů. Z elektrod jdou údaje do stroje, který signály spočítá a vyhodnotí, a postřelený chlapík díky tomu mozkem dokáže ovládat umělou paži, která leží před ním. Tou třeba zvedá lehké předměty, například vajíčko, nebo pohybuje počítačovou myší. To je opravdu špičkový výkon strojového učení, ale pořád platí, že stroji musíte říct, co se má učit. Kreativní práce je vždy na člověku.

Současné strojové učení využívá umělých neuronových sítí. Nakolik vycházejí ze struktury mozku?



Problém je v tom, že neuronové sítě v mozku jsou zatím z lékařského hlediska probádány jen zběžně. Když to řeknu natvrdo, pořád ještě nevíme, jak mozek vlastně funguje. Víme, že existují tři základní typy sítí – řídící výkonná, určená k rozhodování, salientní, která slouží jako přepínač, a klidová, kde vznikají nápady. Taký víme, že mozek pravděpodobně pracuje v souladu s Eulerovou teorií grafů a uzlových bodů. Koneckonců na podobném principu funguje i internet.

Řeklo by se, že přetáhnout tuhle strukturu do umělého počítačového světa nebude tak složité, jenže když to začnete zkoumat pořádně, zjistíte, že každý mozek je anatomicky uspořádaný jinak, a když si sítě překryjete, zabírají celou hemisféru. Vytvořit nějaký obecný model je tedy na vyšší úrovni prakticky nemožné. Víte, kolik je v mozku neuronů? Zkuste to aspoň odhadnout.

Vy mi dáváte... Řekl bych řádově miliardy.

Je to tak – osmdesát až sto miliard. A každý neuron je samostatná entita s miliony součástek a ze všech směřují na nejrůznější místa axony, tedy výběžky. Různě se vzájemně propojují, každý neuron funguje specificky. Když si to převedete do čísel, jsou to nepředstavitelné, astronomické hodnoty. Do toho máte mediátory, které se starají o přenos vzruchů – zatím jsme jich dokázali popsat osmdesát. A tentýž mediátor se ještě navíc chová odlišně na různých synapsích. Zkrátka docela chaos. Celosvětová mapa internetu je proti lidskému mozku banalita. Takže abych odpověděl na vaši předchozí otázku: umělé neuronové sítě jsou v porovnání s mozkem nekonečně zjednodušené.

„Nanopřístroje se bez problémů dají použít v oku nebo v břiše, ale na mozek jsou hrozně velké.“

Má vůbec věda šanci mozek v nějaké dohledné budoucnosti poznat?

Úplně poznat asi ne. Protože na poznávání mozku používáte zase jen mozek. Můžeme jen rozšířit naše zatím chabé znalosti o tom, jak funguje, to určitě půjde. Velkým hitem jsou třeba funkční magnetické rezonance. Dnes už se vyrábějí sedmiteslové verze, které udělají lepší řez mozkem, než zvládne anatomie. Právě díky funkčním magnetickým rezonancím víme o neuronových sítích víc než dřív. Máme histologické metody schopné sledovat jednotlivé axony. Máme podstatně lepší možnosti, co se barevného značkování týče.

V anatomii tedy děláme slušné pokroky, s poznáním funkcí mozku je to horší.

„Zkoumavé čtení: systematické zavedení dílny čtení a oborového čtení do výuky na 2. st. základních škol /na víceletá gymnázia v ČR“, reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/19_076/0016346. Projekt je financován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR v rámci Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání.



Nedávno u nás vyšel rozhovor s docentem Martinem Pumerou, odborníkem na nanotechnologii. Hodně se v něm mluví o aplikaci nanotechnologie v medicíně. Nedala by se využít i při zkoumání mozku?

Musíte si uvědomit, že mozek je jednoznačně nejsložitější lidský orgán – a taky mimochodem nejdůležitější, to je bez debat. Všechno ostatní je podstavec. Srdce máme proto, aby mozek živilo, nohy, aby ho nosily. Člověk, to je mozek a pár podpůrných systémů. A ta složitost znamená mimo jiné to, že v mozku prostě není místo. Nanopřístroje se bez problémů dají použít v oku nebo v břiše, ale na mozek jsou hrozně velké, potřebovali bychom ještě mnohem menší rozměry, minimálně o řád.

Další problém vidím v etice – pokud bychom do mozku vpravili cizí těleso, mohly by z toho vznikat nevratné a hodně neblahé změny. V podstatě by bylo možné lidi programovat jako v Huxleyho Konci civilizace. Kdyby vláda potřebovala deset raketových vědců, vezme deset pasáček ovcí, strčí jim do hlavy nějaký modulátor a druhý den ty vědce má. Dovedete si představit, jakou radost by z toho měly třeba armády?

U Huxleyho to programování probíhalo už v prenatálním stadiu...

A z dobrých důvodů, protože mozek embrya či plodu je úplně jiný než mozek dospělého jedince a modulace jsou jednodušší. Mozek se vyvíjí až do osmnácti let. V té době jsme nejchytřejší, pak už jenom hloupneme. Mimochodem v jeho výzkumu v poslední době nehrála ani tak důležitou roli neurochirurgie jako spíš radiologie. Proto radiologové také posbírali za několik let hned šest Nobelových cen. Naprostým zlomem byl vynález CT neboli výpočetní tomografie. Dnes je možné vymodelovat podle CT s naprostou přesností i lebku, což má při některých úrazech, kde část původní lebky chybí, dost velký význam.

Už jsme tu načali téma neuroprotéz. Jakým způsobem dokáže technika pomoci tam, kde mozek v nějaké funkci selhává?

Neuroprotézy nejsou až taková novinka. Do téhle kategorie by se vlastně daly zařadit i staré dobré kochleární implantáty, tedy široce využívané pomůcky pro neslyšící. Ty fungují bez problémů, protože se u nich pohybujeme vně nervového systému. Pak se začaly zkoušet protézy i na mozkový kmen, kde jsou jádra sluchového nervu. Viděl jsem film, kde sedí dva hluchoslepí na lavičce v parku a baví se o Shakespearovi. Člověk si řekne, že to je fascinující, hotová sci-fi, a hluchotě odzvonilo. Jenže ono to bohužel vůbec nefunguje univerzálně – co



vyjde u jednoho člověka, nemusí se podařit u jiného. Sám jsem vyšetřoval chlapce, kterému se tady u nás pokoušeli vrátit sluch stejným způsobem, a naprosto to selhalo. Tím pádem se tato metoda zase potichu opustila.

„Technika pro nás má tudíž spíše podpůrnou funkci, na samotných operacích se moc nepodílí.“

Co jiné smysly kromě sluchu?

Před třiceti lety jsem viděl slepého, který měl do hlavy zavedeny elektrody a na očích brýle s kamerami, a on normálně řídil auto, zvládl zacouvat do garáže. Znáám osobně paraplegiky, kteří nosí na zádech batohy s počítačem, který funguje jako stimulátor nervů nebo přímo svalů, a v klidu vyjdou schody. Stejný problém – nefunguje to u všech, takže to není obecně využitelná metoda.

Co roboti na operačním sále? Najdou uplatnění při neurochirurgických operacích?

V současné době ne. To zase souvisí s nedostatkem prostoru, o kterém jsme se už bavili. Robot potřebuje dutinu a v hlavě dutina prostě není. Při operacích je zapotřebí jiná technika – špičkový mikroskop, který nám vnitřek hlavy zároveň osvětlí, protože operujeme v hloubi kanálů, a pak elektrofyziologické zařízení. To hlídá nejrůznější údaje, když operujeme mozkový kmen. Technika pro nás má tudíž spíše podpůrnou funkci, na samotných operacích se moc nepodílí.

To mě trochu překvapuje, vzhledem k tomu, jak přesná práce je v neurochirurgii zapotřebí – leccos se měří na zlomky milimetrů...

Musíte perfektně znát anatomii a vědět, co kde je. A vlastní operační prostředí si na monitoru zvětšíte. Že se vám pod mikroskopem třesou ruce, to nevadí, s tím se naučíte pracovat. Podstatné je předem přesně vědět, co děláte, než se do operace pustíte. Samozřejmě máme techniku, která nám pomáhá při konkrétních výkonech, třeba ultrazvukový aspirátor neboli CUSA, kterým se rozrušují nádory. Ale základ je pořád stejný – vlastně jsme řemeslníci, technika pro nás má čistě pomocnou funkci.