

J. E. Purkyně a jeho objevy v oblasti nervového systému

Jan Evangelista Purkyně publikoval německy své neurofyziologické objevy zejména v *Breslauer Zeitung* a v *Archiv für Anatomie, Physiologie und Wissenschaftliche Medicin*. Tyto práce byly později představeny především v časopise *Živa* v letech 1857–58. Bohužel některé jeho výzkumy z vratislavského období nebyly vůbec publikovány. Např. jednu práci poslal do časopisu *Jagelonské univerzity v Krakově*, ale neuspěl. Purkyně byl jedním z průkopníků spojení fyziologie s biofyzikou, které dnes tak často pozorujeme, a využíval těchto dvou disciplín s vědomím, že empirické znalosti jsou především biofyzikální. Navázal proto intenzivní spolupráci s M. J. P. Fluorenssem z Francie, který byl žákem známého Françoise Magendieho, jednoho ze zakladatelů experimentální fyziologie. Fluorens a Purkyně se později velmi ovlivňovali, protože si vzájemně překládali a publikovali své práce. Purkyně v r. 1826 rozsáhle komentoval Fluorensovy poznatky o funkcích mozku a mozečku. A Fluorens byl tím, kdo Jana Evangelistu přivedl ke studiu závratí (*vertigo*); Purkyně dokonce opakoval některé Fluorensovy pokusy.

Jan Evangelista měl s neurofyziologickými pokusy velké problémy, jelikož v té době dosud neexistovala možnost narkózy – proto mnoho experimentů prováděl na sobě. Z toho také plyne etika jeho výsledků. Přesto používal pro některé studie i zvířata. Velmi šetrně otevíral lebku, zabýval se jen částí mozku a léze prováděl malou jehlou. Byla to určitá ruční stereotaxe (přesné zaměření a zasažení zvoleného místa v mozku). Proto je považován za prvního neurofyziologického experimentátora ve střední Evropě. Jeho další prioritou byla srovnávací fyziologie – konal pokusy na různých druzích zvířat, např. na králících, slepičích, holubech, strnadech i na rybách, u nichž také používal ontogenetický přístup. Tím vlastně předznamenal velkou tradici české ontogenetické školy, která pokračovala E. Babákem a dále O. Poupou,

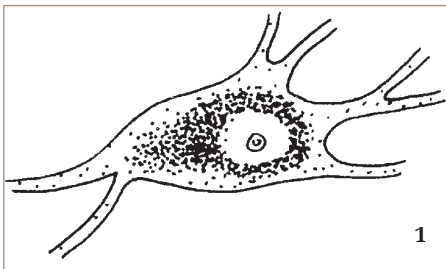
J. Křečkem, J. Myslivečkem, L. Jíllem, P. Marešem a B. Ošťádalem. Studoval mozek plodu, organismu ve středním věku a ve stáří. Objevil řasinkový pohyb v mozkových komorách, který je intenzivní zejména v raném stadiu vývoje, v dospělosti mizí. Ve svých srovnávacích ontogenetických studiích poukázal také na to, že jsou u člověka hemisféry rozdílné a předpokládal lokalizaci funkcí v různých částech mozku. Sledoval mozkové dráhy a velmi přesně je makroskopicky definoval. Studoval také gyrifikaci mozku (*gyrus* = závit). Plösslův mikroskop, který mu pak umožnil další objevy, využil i pro studium struktury nervového systému.

Purkyně objevil v podstatě i neuron; na nervových buňkách, které měl obarvené draslíkem, popsal osové vlákno – axon. To byl velmi cenný poznatek, protože do té

doby byla nervová vlákna považována za duté trubice. Velice se tím přiblížil buněčné teorii (viz také str. 212–214). Objev neuronů představil na anatomickém sjezdu v Praze v r. 1837, kde použil název „zrnečko, které má obaly“ (buňka s membránou). Rovněž použil poprvé slovo *protoplazma*. V *Živě* r. 1858, 1 na str. 44 to komentoval: „Sděleny tam také hlavní moje myšlenky o významu prvotních částek soustavy nervové, zvláště tam vyslovena mnou nejprve pojatá analogie mezi zárodky vaječními a gangliovými tělisky. O jejich významu vyslovil jsem se v ten způsob, že jsem je co centrální organické útvarky považoval, načež ukazuje jejich koncentrické složení kolem jádřerka oustředního, jichž poměr k elementárním vlákenkům nervovým byl by jako středních teček sil k vycházejícím odtud čarám silotným odvádějícím a přivádějícím, jako ganglií k nervům gangliovým, jako mozku k míše a nervům mozkovým, v nichž by činnost nervní měla svůj vznik, své rozptýlení i soustředění.“ Jak krásný popis spojení centrálního a periferního nervového systému. Rozlišoval čtyři typy nervových vláken, v *Živě* uvádí „tlusté mozko-míchové, tenké mozkové, tenké bez zrneček a tenké zrnečkovité“. Domníval se, že rozdělení vláken se liší pro odlišné zvířecí rody a druhy. Určil také rozdíl mezi vegetativními vlákny, která jsou 5–12× slabší než vlákna mozkových a míšních nervů, což je důležité pro vedení různých modalit. Přispěl i ke klasifikaci nervových vláken neuroanatomicky nebo morfologicky, později se ukázalo, že totéž platí i pro funkční zařazení.

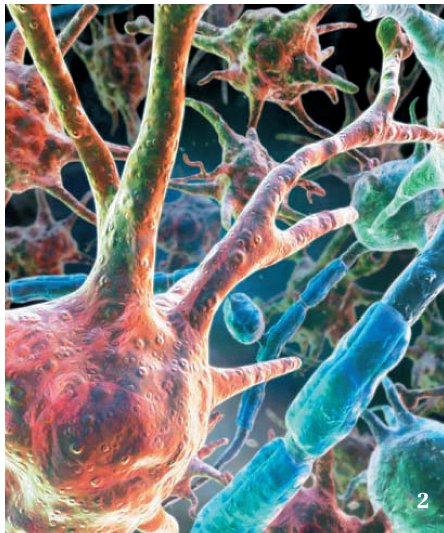
J. E. Purkyně se vypracoval ve vynikajícího neurovědce, i když převážná většina jeho nálezů je morfologická. Některé jeho studie později znamenaly, že se stal spoluzakladatelem dalších neurovědních disciplín: regulace žaludeční sekrece, psychofarmakologie (např. studie o působení kafru na mozek); snažil se dokonce založit systém, který by studoval sensorické funkce „čichovědy“. Patří sem také objevy mozečkových buněk, melaninové struktury a studium zraku, které bylo dokonce zásadní. Zabýval se sice všemi sensorickými systémy, ale v oblasti zraku učinil jedny ze svých nejdůležitějších objevů. Totéž platí o studiu sluchu a řeči. Vynikající jsou jeho nálezy týkající se rovnovážného systému a zvláště závratí.

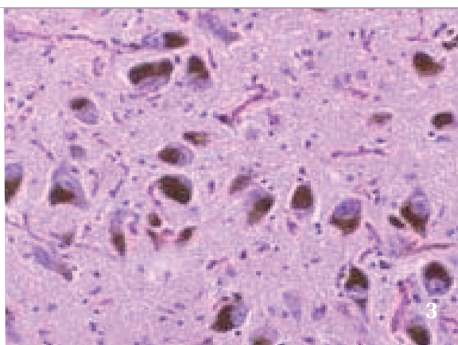
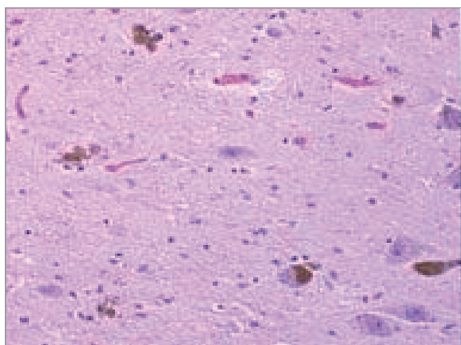
Těsně po dizertaci se zabýval fyziologickou podstatou závratí; empirickou pozorování prováděl opět na sobě samém – nazýval je (hé)autognosie. Dodnes se používá název Purkyněův zákon závratí, který popisuje existenci směru klamného pohybu v prostoru po rotaci v závislosti na poloze hlavy vůči trupu. Purkyně ještě neznal systém tří polokruhových kanálků a jejich funkci, ale přišel na to, že když se dráždí jednotlivé kanálky, záleží na poloze hlavy při otáčení. Jestliže je hlava ve vzpřímené svislé poloze, tak po otáčení může vzniknout klamný horizontální pohyb v prostoru – podle toho, jestli hlava po skončení rotace zůstane v původní poloze, nebo ne. Pozoroval, že při otáčení hlavy nastanou změny nejenom ve funkcích rovnovážného systému, ale také sluchového. Popsal rovněž vliv otáčení na dráždění vegetativního systému, při kterém se objevují



1 Na sjezdu německých přírodovědců a lékařů v Praze r. 1837 předvedl J. E. Purkyně mimo jiné detailní vyobrazení neuronů v *substantia nigra* s částicemi pigmentu. V přednášce také uvedl, že pigment se skládal z velmi malých tělísek a v oblasti *substantia nigra* byl tmavohnědý.

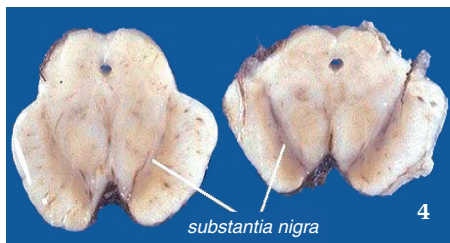
2 Buňka neuroglie – astrocyt (červeně)





3 Histologický obraz buněk v *substantia nigra* ve středním mozku. Vlevo snížený počet buněk u Parkinsonovy choroby, vpravo normální buňky

4 Řez mozkovým kmenem v oblasti středního mozku se znázorněním *substantia nigra* – vlevo u Parkinsonovy choroby, vpravo u zdravého mozku. Obr. z archivu autora, upraveno



pulzace na celém těle, pocení, nevolnost, pocity strachu. Jako jeden z prvních mluvil o postotačném a perrotáčném nystagmu (pohyby očí ze strany na stranu, kdy jedna složka je rychlá a druhá pomalá v závislosti na vyvolávající příčině). Tento nystagmus pomáhá při vyšetřování závratí dodnes.

Používal také experimentální elektrofyziologii – zaváděl stejnosměrný proud do zevních zvukovodů a tím vyvolával závratě. Měl sériově zapojených 20 galvanických článků a tím určil směr závratí, který byl vždy k anodě při zapnutí tohoto systému, a při jeho vypnutí směřoval ke katodě. Stejnosměrný (galvanický) proud způsoboval těžkou nevolnost, většinou musel pokus přerušit. Neodhalil sice vestibulární receptory, ale měl k tomu velice blízko. Purkyně vyvolával závratě ještě dalšími mechanismy, např. tím, že stlačil oboustranně krkavice, aby krev netekla do hlavy, také používal opium a pohled z výšky. Při svých pracích na mozečku (viz článek na str. 229–233), kdy odstranil polovinu tohoto orgánu, pozoroval poruchu koordinace pohybů u zvířat a pády na stranu poraněné hlavy.

Úroveň fyziologického poznání v Purkyňově době a dnes

Purkyně pojal fyziologii jako dynamický obor. První fyziologický ústav na světě založil v r. 1839 ve Vratislavi, druhý pak v r. 1851 v Praze. Oddělil fyziologická pozorování od ryze anatomických deskriptivních popisů a tím se stal zakladatelem nejenom fyziologie, ale také experimentální fyziologie. Jak již bylo zmíněno, bohužel v té době neexistovala narkóza, ta se datuje až počínaje r. 1846 (do té doby šlo o vivisekční pokusy), poznání bylo proto v tomto směru omezené. Získání Plösslova mikroskopu proto znamenalo takový zlom, jako když se později začal používat elektronový mikroskop.

V současné době stojí před neurovědami jiné úkoly, než byly v době Jana Evangelisty – dnes se zkoumají především možné změny při patologických funkcích. Některé základní otázky ale zůstávají, např. závratě není zcela vyřešena a stále se podrobuje základnímu výzkumu. Purkyně velmi přispěl k poznání základních struktur a funk-

cí nervového systému, které umožňovalo metodické poznání tehdejší doby. To se potom dále rozvíjelo zejména v oblasti funkčních vztahů. Velký posun znamenalo zavedení řady metod, především objevy ve fyzice – zobrazovací metody, počítačová tomografie, nukleární magnetická rezonance, pozitronová emisní tomografie a nové druhy mikroskopů, které umožňují studovat živou tkáň nebo mozek v pohybu v různých strukturách. K tomu přispěly i pozdější objevy molekulární biologie a genetiky.

Purkyně se v nervovém systému zabýval hlavně neurony a jejich poznáním, co nevěděl, i když to asi tušil, byla rozsáhlá participace glie na funkcích nervového systému. Dnes víme, že glie představuje více než dvojnásobné množství buněk v nervové tkáni mozku oproti neuronům. Dlouho se považovala jenom za podpůrnou část neuronové sítě, ale má velmi specifické vlastnosti a ve spolupráci s neurony zajišťuje mnoho pochodů v nervovém systému. Vědělo se o její účasti na hematoencefalické bariéře. Významně se podílí na funkcích extracelulárního prostoru, na formování některých funkcí neuronů a ve spolupráci s nimi na fungování některých systémů v centrálním nervovém systému. K poznání v tomto směru také významně přispěli čeští vědci zejména z Ústavu experimentální medicíny AV ČR, v. v. i.

Purkyně studoval jednotlivé systémy sensorické, méně pozornosti však věnoval systému somatosenzorickému a zcela stranou zůstala bolest. Ta se studuje posledních 50 let a bylo zjištěno, že jde téměř o samostatnou sensorickou entitu (viz také Živa 2003, 2: 52–54). Má svoje specifické receptory – nocisenzory, vlastní dráhy, projekci do podkorových systémů a do centrálního nervového systému; a má i své sestupné dráhy, které ovlivňují vnímání bolesti. Existuje onemocnění, které se nazývá vrozená necitlivost k bolesti, kdy jedinci mají zachované veškeré sensorické vnímání včetně somatosenzorického vnímání tlaku, tahu a vibrací, ale necítí bolest, čímž jsou velice ohrožováni. Poznatky ze studia bolesti jsou dnes úctyhodné. Existuje bolest nociceptivní, která začíná přímo na receptorech, a bolest neurogení (neuro-

patická), která se projevuje až v další etapě vedení bolestivého vzruchu do centrální nervové soustavy. Mezi velké objevy v oblasti bolesti patří i to, že se v mozku tvoří určité látky podobné morfinu – vnitřní endogenní opioidní systémy, které využívají betaendorfin, dynorfin, endomorfín. Existuje také celý systém, který tlumí bolest a který začíná na úrovni mozkového kmene a jde na úroveň míšně, kde působí útlum bolesti. To je oblast, která v Purkyňově době téměř nebyla studována, i když fyziologové a anatomové dlouhou dobu pracovali bez možnosti tlumit bolest. Podobně je tomu i se studiem jiných činností mozku, jako je např. paměť. Různé buněčné systémy se podílejí na tvorbě paměti. Známe detailní procesy, jako je dlouhodobá potenciace a dlouhodobá deprese podnětů, které přicházejí do mozku. Mozek je rozdělen nejenom na primární a sensorické oblasti, které Purkyně hlavně zkoumal, největší část mozkové kůry pokrývá jí asociální oblasti, v nichž jsou i centra řeči. Existuje sídlo inteligence především ve frontálních a prefrontálních mozkových oblastech. Umíme tyto oblasti ovlivňovat a zasahovat do nich. Limbický systém nám zase pomáhá řídit naše emoce. Purkyně tušil, že emocionální záležitosti jsou velmi důležité, ale neuměl je popsat. Znal pouze některé části limbického systému. Vůbec se tehdy nevědělo o inzule, která emoce významně ovlivňuje.

Přestože Purkyňův génus zasáhl do mnoha oblastí neurověd, které se pak úspěšně rozvíjely, nemohl vědět, např. jakého významného pokroku dosáhne genetika, jejíž základy položil Johann Gregor Mendel v Brně a jak tyto poznatky ovlivní celou medicínu a také neurovědy. Dnes již víme, že mnoho chorob nervových a psychických je podmíněno geneticky; existují geny i pro chronickou bolest. Tyto oblasti sice Purkyně neznal, ale jeho uvažování o celku, kde pojímal mozek a nervový systém jako komplexní regulační systém, zůstává. Vzájemné vztahy základních součástí nervového systému, neuronů a glie, ale i vztahy jednotlivých podkorových a korových systémů, korových oblastí mezi sebou a asociálních oblastí jsou základem veškeré naší činnosti, našeho myšlení a sebepoznání.

V oblasti neurověd u nás se dosáhlo velkého pokroku. Čeští neurovědci jsou úspěšní i ve světě. Existuje Česká neurovědní společnost, která pořádá kongresy s mezinárodní účastí. V r. 2003 se konal v Praze významný kongres IBRO (International Brain Research Organization). Tato společnost pořádá i další dílčí konference a sympozia. Máme Centrum neurověd, Centrum neuropsychiatrických studií. Organizace jsou neurovědy v České republice na vysoké úrovni, která snese mezinárodní srovnání.

Mozek nám umožňuje jako naše součást se také vyznat sami v sobě. Doufáme, že některá tajemství zůstanou uchována, jako např. to, co si myslíme nebo cítíme. Byl bych nerad, aby se neurovědy vyvíjely tím směrem, že by nám umožnily nahlédnout do našeho nitra, aniž bychom s tím souhlasili, nebo to dovolili.

Práce byla podpořena výzkumným záměrem MŠMT VZ 0021620816, CN LC 554.