



PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA Univerzita Karlova

O hýlovi a bakterii

Tisková zpráva

Praha, 23. 6. 2023, Přírodovědecká fakulta UK

Evoluce infekčních chorob zvláště nyní, po globální pandemii COVID-19 přitahuje pozornost vědců z celého světa. Nové nemoci (tzv. emerging diseases) jsou často zrádné v tom, že schopnost vyvolat onemocnění (virulence) v evoluci patogena rychle vzroste, což má u nového hostitele významný vliv na projevy nemoci. Kolektiv převážně amerických vědců sledoval déle než dvě desetiletí trvající evoluci nové bakteriální epidemie u drobného severoamerického pěvce a díky tomu popsal nečekaný příběh přizpůsobování se hostitele a jeho patogena, který mění naše představy o evolučním vývoji infekčních onemocnění. Spoluautorem článku, který právě vyšel v prestižním časopise PLOS Pathogens, je i docent Michal Vinkler z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy.

Hlavní postavou nedávno publikovaného příběhu je pestře zbarvený drobný pták, hýl mexický, který slouží jako modelový druh zejména pro evoluční ekologii a výzkum chování. Tento druh žil původně jen v západní části Spojených států. „*Hýl mexický je opravdu pěkný a lidé ho rádi chovali, takže už koncem 19. století ho vozili na východ jako domácího mazlíčka do klece,*“ představuje nového hostitele docent Michal Vinkler. Hýlové tak byli lidmi zavlečeni na východ Spojených států, kde se úspěšně rozšířili a kolonizovali téměř celé pobřeží. Současné rozšíření tohoto druhu pěvce není spojité – na západním pobřeží se nachází původní populace, na pouštích a stepích ve středu Severoamerického kontinentu hýly takřka nenajdeme a znovu jsou hojně rozšířeni na východě USA. Zajímavé je, že tohoto drobného pěvce můžeme potkat i na Havajských ostrovech, kam si ho lidé také dovezli a následně vypustili.

Kromě hýlů hraje v příběhu klíčovou roli i drobná bakterie, *Mycoplasma gallisepticum*, která v 90. letech přeskočila z lidmi chovaného kura domácího právě na volně žijícího hýla mexického. „*Tato bakterie funguje jako vnitrobuněčný i mimobuněčný parazit, nemá buněčnou stěnu, a proto je poměrně rezistentní k antibiotikům,*“ popisuje zkoumaný patogen docent Vinkler a dále vysvětluje: „*K mezidruhovému přenosu na hýly, který je velmi neobvyklý, došlo nejspíš kontaktem slepic žijících ve výběhu některé farmy ve Virginii s okolními ptáky.*“ Bakterie následně vytvořila svébytnou linii, která se specializovala právě na hýla mexického, přizpůsobila se mu a vyvolává u něj úplně jiné příznaky než jaké známe u slepic. Nakažené slepice trpí zánětem horních cest dýchacích a důsledkem nemoci se snižuje jejich ekonomická produkce. Nemocní hýlové jsou naproti tomu postiženi zánětem spojivky, v důsledku kterého pak může nakažený pták po dobu infekce prakticky oslepnout. Pokud se však nemocní hýlové nestanu obětí predátora, z infekce se po čase sami zotaví.

„Nakažení *Mycoplasma* je u hýlů dobře vidět – když máte na krmítku slepého ptáka, tak to opravdu poznáte. A právě toho se američtí ornitologové chytili,“ popisuje začátky studie docent Vinkler. V rámci každoročního sčítání ptáků na krmítkách začalo v 90. letech také sčítání ptáků, kteří trpí touto novou nemocí. Vědcům se tak podařilo podchytit vývoj a šíření epidemie *Mycoplasmy* severní Amerikou. „Už od těch 90. let mají naši američtí kolegové skvělé záznamy, jak se nákaza šířila nejdřív po východních populacích a potom po těch západních,“ přibližuje docent Vinkler. „Díky tomu se ví, že během tří až pěti let se epidemie úplně rozšířila na východě a potom jí to trvalo dalších skoro deset let, než se dostala i na západ,“ dodává. Tato pauza skýtá vědcům nečekanou výhodu. Každá z populací hýla s patogenem totiž existuje jinak dlouhou dobu – východní populace sdílí delší koevoluční historii, ta západní s ním má naopak kratší koevoluci. Na Havaj se *Mycoplasma* nikdy nedostala. „U živých modelů je strašně těžké pomyslně kopat zpátky v čase a rekonstruovat, co se v průběhu koevoluce dělo. U hýlů to ale můžeme obejít, protože si můžeme vzít hostitele z různých populací a zkoumat reakce jedinců, kteří se v evoluci s *Mycoplasma* vůbec neseťkali, nebo naopak těch, kteří s ní žijí už hodně dlouho,“ vysvětluje zásadní výhodu studovaného modelu docent Vinkler.

Američtí ornitologové začali už během 90. let intenzivně spolupracovat s mikrobiology, a postupně tak získali různě staré vzorky bakterie (nejstarší izoláty jsou staré dvacet let, ty nejmladší jsou úplně recentní). Díky tomu mohli vědci provádět zajímavé pokusy – odchytili hýly z různých populací, převezli je do experimentálních chovů (aby zamezili vlivu prostředí), po určité době aklimatizace je experimentálně nakazili *Mycoplasma* a sledovali interakci parazita a hostitele. Hlavními iniciátory studie byli Amberleigh E. Henschen a James S. Adelman z University of Memphis a Dana M. Hawley z univerzity Virginia Tech. „Tenkrát jim do týmu chyběl imunolog, takže mým úkolem bylo popsat imunitní reakci hostitele,“ popisuje docent Vinkler svou roli ve výzkumu, ke kterému se připojil již před několika lety v rámci Fulbrightova stipendijního pobytu v USA.

Díky experimentálním nálezům se vědcům povedlo detailně zdokumentovat evoluci patogenity bakterie *Mycoplasma gallisepticum*. Už dlouho se vědělo, že různé populace hýlů na parazita reagují odlišně – zdálo se, že dříve zasažené populace na východě USA reagují na nákazu slaběji než nověji zasažené populace. Laboratorní experimenty potvrdily, že starší izoláty *Mycoplasmy* byly výrazně méně patogenní než recentní varianty bakterie.

Dříve se předpokládalo, že parazit a hostitel takzvaně soupeří ve zbrojení a hostitel proto bude v čase vůči naze stále více rezistentní a parazit tak během koevoluce potlačí. Nová studie ale ukazuje, že mezi hostitelem a patogenem může naopak dojít i k evoluci tolerance, což může ve výsledku vést k tomu, že se patogen se svým hostitelem po mnoha letech koevoluce ztotožní, a nebude tolik virulentní. „Výsledek studie je velmi zajímavý. My si klasicky představujeme, že závod ve zbrojení bude o tom, že mám-li jako hostitel zlého parazita, budu na něj ještě víc zlý, abych se ho zbavil. Ale tak to vždy není a nejkrásnější na našem výsledku je, že se zdá, že to může být přesně naopak,“ vysvětluje docent Vinkler a dále rozvádí výsledky studie: „V laboratorním pokusu se totiž ukázalo, že dochází k evoluci tolerance, nikoliv rezistence. To znamená, že hýl se *Mycoplasma* přizpůsobuje, ale kupodivu to dělá tak, že se snaží utlumit imunitní reakci, aby měla nákaza co nejmenší projev a nezpůsobovala mu otoky očí a slepotu. Parazit tak sice přežívá, ale dělá stále menší škodu.“ Přizpůsobením imunity přestává být na patogen vyvíjen tlak, aby svému hostiteli co nejvíce uškodil a tím se otevírá prostor pro postupné snížení virulence infekce. „Díky epidemii *Mycoplasmy* jsme se dozvěděli více o tom, jak to v přírodě vlastně chodí. Parazit zpočátku hodně akceleruje virulenci, ale následné potlačení imunitní reakce může být na straně hostitele, nikoliv na straně patogena,“ vysvětluje docent Vinkler.

Koevoluční příběh hýlů mexických a *Mycoplasmy* kupodivu sdílí některé klíčové body s koronavirovou nákazou, jelikož se oba patogeny šíří přímým kontaktem. „U infekcí vždy záleží na tom, jak stabilní je

patogen v prostředí a jakým způsobem dochází k přenosu. Jsou patogeny, které se bez relativně zdravého hostitele nepřenese nebo se přenesou hůř a právě v těchto případech parazit s hostitelem částečně sdílí své zájmy,“ popisuje docent Vinkler. Cílem parazita je pak přibližovat se v koevoluci k hostiteli tak, aby mu moc neškodil. Tento princip však nefunguje vždy a nákaza *Mycoplasma* je právě takovým příkladem. *„Tato bakterie je hodně motivovaná hýla trošku poškodit a tím pádem je pro ní vlastně špatně, když se s tím hostitel a jeho imunita vyrovnají. Proto zde nejdřív dochází k akceleraci virulence a až následně ji hýl efektivně potlačí,*“ přibližuje docent Vinkler unikátní příběh, který ukázal, že závody ve zbrojení nejsou jediným myslitelným směrem koevoluce.

Odkaz na studii: <https://journals.plos.org/plospathogens/article?id=10.1371/journal.ppat.1011408>