



HOUBY

Jedlé, nebezpečné i spolupracující

Fotovoltaika jako
naděje energetiky

1100 let od zrození
kultu svaté Ludmily

Jak se vyhnout
klíštové encefalitidě

POZOR, VAŠE KLÍŠTĚ JE ZAVIROVANÉ

**Klíšťová encefalitida může být pro člověka fatální.
Nemoci by mohlo nově zabránit odhalení nakaženého
parazita v laboratoři a včasné podání protilátky.**



vovaná. „Naproti tomu nové identifikování zástupců skupiny koronavirů jsou evolučně mladí, v současnosti procházejí překotným vývojem, a jakmile nakumulují co nejvýhodnější změny, čeká je podobný osud jako jejich starší kolegy,“ vysvětluje.

NA SNĚŽCE ANO, V USA NIKOLI

Jak koronaviry, tak flaviviry patří mezi zoonózy neboli nákazy, které se vyskytují primárně u zvířat, ale mohou být přeneseny i na člověka. Hlavním rezervoárem viru klíšťové encefalitidy vedle klíšťat samých jsou drobní hlodavci. Výskyt těchto hostitelů je tak jednou ze základních podmínek pro přítomnost viru v přírodním ohnisku. Dalšími jsou vhodné klima, vlhkost či dostatek vegetace. Nakazit se ale mohou i větší divoče žijící

savci či pasoucí se domácí zvířata, jako jsou zmíněné kozy nebo ovce.

Zejména vlivem globálních klimatických změn se klíšťata dostávají do vyšších nadmořských výšek, do míst, kde se původně nevyskytovala, tedy nad 700 metrů nad mořem – infikované členovce se podařilo najít už i na úbočí Sněžky.

Neplatí přitom automaticky, že čím více cizopasníků v oblasti je, tím je tam i více viru, který přenáší. Sice se uvádí, že průměrně je nakažené zhruba jedno procento, ale jednotlivá ohniska se mohou výrazně lišit. „Najdeme i místa, kde může být vyšší procento pozitivních klíšťat, přitom jich tam je poměrně málo, na druhou stranu je spousta oblastí s vysokou hustotou klíšťat, ale nelze mezi nimi nalézt ani jedno infikované,“ podotýká Daniel Růžek.

Zajímavostí je, že v Americe přímo klíšťovou encefalitidu neznají, nemoc je specifikem euroasijského kontinentu, typická je pro pás od západní Evropy přes střed Ruska až po Japonsko. Nezávidíme nicméně Američanům, vypořádat se musejí s jinými, byť příbuznými patogeny – třeba s powassanským virem přenášeným klíštětem jelením a dalšími tamními druhy. Průběh choroby je ovšem dost podobný.

PO STOPÁCH CIZOPASNÍKA

Když už se klíště obecně do těla zakousne, není pravidlem, že automaticky způsobí nemoc. Zprv musí být samo infikováno a zadruhé si imunitní systém může s patogenem poradit, aniž by člověk cokoli zpozoroval. Jak ale choroba probíhá, pokud není bezpříznaková? >



prof. RNDr. DANIEL RŮŽEK, Ph.D. BIOLOGICKÉ CENTRUM AV ČR

Je vedoucím laboratoře arbovirologie v Parazitologickém ústavu Biologického centra AV ČR v Českých Budějovicích, zároveň působí ve Výzkumném ústavu veterinárního lékařství v Brně. Na univerzitách v moravské i jihočeské metropoli se věnuje také pedagogické činnosti. Hlavní dlouhodobou oblastí jeho vědecké práce je výzkum viru klíšťové encefalitidy a hledání možností prevence a léčby této infekce.



Pojďme stejnou cestou jako sám virus. Do lidského těla se nejčastěji dostane spolu se slinami sajícího klíštěte. Sliny jsou k záměru cizopasnika sát krev perfektně vybaveny, což shodou okolností hraje do karet i viru encefalitidy – fungují jako lokální anestetika, aby hostitel o jeho přítomnosti nevěděl, brání srážení krve, aby dobře tekla, obsahují i látky, které usnadňují přenos patogenů nebo potlačují lokální imunitní odezvu.

Jakmile se virus dostane do podkoží, začne se množit. Odtud ho Langerhansovy buňky přenesou do spádových lymfatických uzlin. „Je to přirozený proces – tyto buňky mají za úkol vychytávat cokoli cizorodého z kůže nebo podkoží a odnášet to do uzlin k prezentaci buňkám imunitního systému. Potíž je, že virus klíšťové encefalitidy tomu umí vzdorovat a naopak tohoto procesu využívá ve svůj prospěch,“ upozorňuje vědec. Patogen se totiž v uzlinách účinně pomnoží a pokračuje dál do krevního řečiště, svalů a dalších tkání a orgánů. Člověk začne pociťovat první, chřipkovité příznaky onemocnění, nastává fáze primární virémie. S ní to celé může skončit.

Pokud však hostitelova imunitní obrana není dostatečně účinná nebo je

virus silný, přichází druhá fáze choroby – sekundární virémie, během níž virus zdolá hematoencefalickou bariéru a vstupuje do mozku coby svého cílového orgánu. Podle toho, jak hluboko a ve kterých místech způsobí poškození, rozlišujeme meningitidu (mozkové obaly), encefalitidu (mozková tkáň) či encefalomyelitidu (mozek a mícha). Druhá fáze se projevuje daleko vážnějšími příznaky: úpornými bolestmi hlavy, horečkami, mohou se objevit obrny končetin či jiné zdravotní problémy.

Jak ale poznamenává českobudějovický virolog, je to pro virus spíše Pyrrhovo

„Pacienti, kteří nám pomohli při vývoji protilátek, shodně říkali, že nikomu nepřejí, aby při nemoci zažíval to co oni.“

Daniel Růžek

vítězství. Lidé pro něj nejsou přirozenými hostiteli, těmi jsou zvířata, která se stanou zdrojem infekce dalších klíšťat. „Jakmile nakazí člověka, je to pro něj slepá ulička. Pokud dotyčný zemře, umírá s ním i virus. To pochopitelně není jeho záměrem.“ Dodejme, že ročně v Česku

této chorobě podlehnou zhruba tři lidé z celkových osmi stovek infikovaných.

PROTILÁTKY JAKO VIROBIJCI

Proti zákeřnému viru je možné se spolehlivě chránit. Jedním ze způsobů je nechodit na louky ani do lesa, ale to není realistické řešení. Rozhodně má smysl dbát na vhodné oblečení, klidně si zakázat kalhoty do ponožek – stromy v lese toto módní faux pas jistě každému prominou.

Nejúčinnější prevencí stále zůstává očkování. Vakcína proti klíšťové encefalitidě byla vyvinuta už v sedmdesátých letech minulého století, většina lidí u nás si k ní ovšem cestu zatím nenašla – očkovaná je asi jen čtvrtina populace.

Účinný lék proti nebezpečné klíšťové encefalitidě zatím k dispozici není. Českobudějovická virologická laboratoř nicméně nedávno vyvinula látku, která by se jím v budoucnu mohla stát. Spolupracovala na ní s držitelem Nobelovy ceny za fyziologii a lékařství Charlesem M. Ricem. Iniciativa realizovat tento projekt vnikla na jeho domovské Rockefellerově univerzitě. Tamní vědci hledali pro výzkum partnery z Evropy – jednak aby se vůbec dostali ke klinickým vzorkům, jež v Americe nemají, a jednak potřebovali najít někoho, kdo může pracovat přímo se životaschopným virem. „V USA je virus klíšťové encefalitidy řazen do kategorie BSL-4, tedy mezi ty vůbec nejzávažnější patogeny, s nimiž se smí zacházet jen ve speciálních laboratořích a skafandrech. V Evropě, kde se virus přirozeně vyskytuje, tak přísná omezení nejsou. Experimenty tu můžeme realizovat v mnohem jednodušším režimu,“ vysvětluje Daniel Růžek.

V základním screeningu ze vzorků od 140 pacientů z českobudějovické nemocnice virologové identifikovali šest superneutralizátorů, jedinců s nejkvalitnějšími protilátkami. Z jejich krve pak izolovali specifické buňky, pomocí kte-



Při neurologické fázi klíšťové encefalitidy sehrává významnou roli i imunitní odezva, paradoxně může nemocnému uškodit více než sám virus.





rých připravili monoklonální protilátky schopné zabránit viru, aby hostitelskou buňku infikoval – de facto mu do ní zne-možní vstup.

Užití takového léčiva by mohlo být dvojího druhu: preventivní či terapeutické. Vědci totiž zjistili, že látka dokáže chránit od okamžiku aplikace po dobu až dvou měsíců. Budoucí preparát by tak využili například lidé, kteří se kvůli zdravotním problémům nemohou nechat očkovat, nebo cestovatelé, kteří se chystají do oblastí výskytu klíšťové encefaliti-dy, ale nemají dostatek času před cestou absolvovat celý očkovací cyklus.

Lék založený na monoklonálních protilátkách by mohl pomoci i v situaci, kdy člověk chytne klíště a pošle ho na rozbor do laboratoře, kde zjistí, že bylo infikova-né. Včasný zásah by postiženému ušetřil spoustu komplikací. „V preklinické fázi, kterou máme teď za sebou, jsme pozorovali, že protilátky u laboratorních zvířat podané v prvních dnech po infekci do-kážou v devadesáti až ve sto procentech případů zabránit následnému rozvoji onemocnění,“ popisuje výsledky studie Daniel Růžek, jehož tým se pustil do hledání partnera pro první fázi klinic-kého testování. Vedle toho by bylo mož-né podat protilátky i terapeuticky, tedy u již nemocných pacientů – i v tomto případě lze předpokládat, že by prepa-rát zmínil průběh infekce či snížil rizi-ko zdravotních komplikací po prodělané encefalitidě.

Podobně jako v rožňavském případě je i dnes ojediněle možné nakazit se pro-střednictvím infikovaného koziho nebo ovčího mléka – třeba z mléka čerstvě na-dojeného. Takové případy jsou ale oprav-du výjimečné. Daleko častěji nemoc propukne po nalezení malého přísátého Draculy. Ačkoli mnohé fascinuje svou odolností nebo schopností trpělivě če-kat na oběť, obecně jej lidé rádi nemají. I proto vzbuzují novinky o možném léku proti klíšťové encefalitidě naději. Spíše než zprávy o další nečekané epidemii si tak jistě každý rád v blízké budoucnosti přečte informace o tom, že lék zabraňuj-ící rozvoji jedné z nejzávažnějších paraz-itických nemocí vstoupil na trh.

Dokáže až dva roky hladovět, hibernovat a čekat na hostitele. Na stromy neleze, spíše na nižší keře nebo stébla travin. Musí šetřit energii.

Je slepé, orientuje se pomocí čichu. Na předních končetinách má termoreceptory. Hostitele pozná i podle vydechovaného oxidu uhličitého.

Sliny klíštěte připomínají malou farmakologickou laboratoř – obsahují látky proti srážlivosti krve, látky tlumící přirozenou imunitní reakci hostitele nebo anestetika.

Existuje spousta návodů, jak vyndat klíště, ale důležitější než směr točení nebo nástroj je vyjmout ho co nejrychleji, ať v kůži nevězí ani o minutu déle. Pokud se přetrhne, poradí si s uvězněnými kusadly imunita.

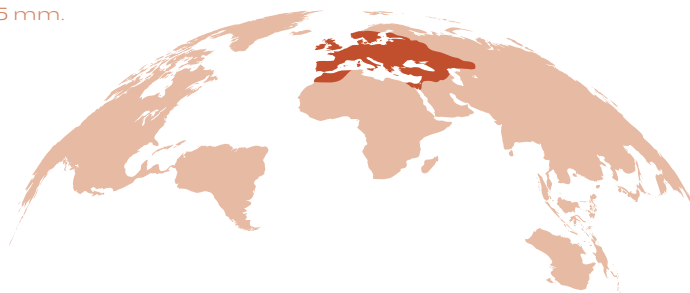
Během nerušeného sání zvětší objem svého těla za sedm dní až stonásobně.

Nejčastěji klíště na obrázcích vidíme se čtyřmi páry končetin, ale jeho larvální stadium má nožek jen šest.

Po prokousnutí kůže se nejprve pořádně uchytí a vytváří si loužičku krve – připravuje se i několik dnů, než se vrhne na sání.

KLÍŠTĚ OBEČNÉ (IXODES RICINUS)

Roztoč po vylíhnutí z vajíčka prochází třemi vývojovými fázemi – z larvy se „převlékne“ v nymfu a pak v dospělce. V každém stadiu musí najít hostitele a nakrmit se.



Lokální ohniska klíšťové encefalitidy se proměňují. V současnosti je u nás nejvíce nakažených klíšťat v Karlovarském a Plzeňském kraji, na Prachaticku, v okolí Ralska a na Vysočině ve Žďárských vrších.





Dobový tisk přinesl šokující zprávu. V československém městečku Rožňava na jaře roku 1951 postihlo šest stovek lidí horečnaté onemocnění. Následné několikátýdenní vyšetřování odhalilo společného původce – virus klíšťové encefalitidy. Sajících cizopasníka přítom pacienti na svém těle neobjevili. Jak se mohli nakazit?

Zákeřná choroba sice nese název podle svého neodmyslitelného souputníka, ne vždy však musí být zjevně přítomný. A právě událost na východě Slovenska posunula hranice poznání ve virologii. Vedle nejtýpčtější cesty přímo prostřednictvím obávaného parazita totiž existuje ještě takzvaný alimentární způsob nákazy – oklikou přes potraviny, konkrétně mléko či mléčné výrobky.

Rožňavský příběh je svým způsobem kuriózní, protkaný sérií náhod i zásadních hygienických pochybení, které vedly až k největší epidemii klíšťové encefalitidy alimentárního původu v historii. Posuďte sami. Místní mlékárna vykupovala kravské mléko od malých farmářů. Řada z nich se ovšem neřídila poučkou „S poctivostí nejdál dojdeš“ a mléko od svých dojnic pančovala kozím, o něž ta-

li hrnout nemocní – především ženy, děti a studenti rožňavského učiliště, jež s mlékárnou mělo uzavřenou smlouvu na dodávku mléka. Závěry vyšetřování? Klíšťe jedné kozy kontaminovalo virem litry mléka distribuovaného po celém městě a okolí.

Československé vědce rozklíčování záhad v padesátých letech katapultovalo na špičku světové virologie, ostatně jedno prvenství už připsané měli – v roce 1948 se dvěma týmy z Prahy a Brna jako první v Evropě podařilo izolovat virus klíšťové encefalitidy, do té doby známý pouze z oblastí tajgy na východě Ruska.

ODPORNĚ FASCINUJÍCÍ

V úspěšném tažení pokračuje i současný výzkum soustředěný především do Parazitologického ústavu Biologického centra AV ČR. Na československém pracovišti se badatelé všestranně zabývají klíšťem obecným – členovcem, který na jednu stranu vzbuzuje odpor, ale na druhou i respekt. Málokterý živočich disponuje takovou výdrží, zarputilostí a současně tak efektivními nástroji.

BORELIÓZA A DALŠÍ

Vedle klíšťové encefalitidy může parazit nakazit člověka také lymfskou boreliózou. Tu nezpůsobuje virus, ale bakterie. Borelie se vyskytují až ve čtvrtině klíšťat, a to ve střevech, odkud se spolu se slinami dostávají během sání do těla hostitele. Prvním znakem nemoci bývá kruhový červený flek okolo místa zakousnutí. V dalších stadiích mohou bakterie napadat vnitřní orgány – svaly, klouby, srdce a nervy. Nemoc lze léčit antibiotiky, účinná vakcína ale zatím neexistuje. Klíšťata přenášejí i další, méně časté choroby – rovněž bakteriálního původu jsou třeba ehrlichioza nebo tularémie.



nejznámější arbovirus, virus klíšťové encefalitidy, tak patří do stejné rodiny jako třeba viry způsobující horečku dengue nebo žlutou zimnici, podle níž získala celá skupina název – latinské flavus znamená žlutý.

Flaviviry mají stejně jako dnes dobře známé koronaviry, šířící se prostřednictvím kapének respiračními cestami, svou genetickou informaci tvořenou molekulou RNA. „To je celkem unikátní. Všechny organismy na planetě využívají jako nositelku dědičné informace molekulu DNA, jen u některých skupin virů je vložena do RNA,“ poznamenává vědec.

Díky tomu mohou snáze mutovat. Aparát, který viry využívají pro kopírování genetické informace, totiž nepracuje bez chyb a může do kódu náhodně zanést jiné písmenko. Většinou změna nemá žádný efekt nebo je pro virus dokonce likvidační, ale tu a tam viru přinese určitou výhodu. Takový virus se v populaci začne stávat dominantním a vytlačí dřívější varianty,

kteřé tuto výhodu nemají. To dnes vidíme na případu SARS-CoV-2, kdy se objevují nové mutace, které způsobují, že je virus více nakažlivý nebo dokáže unikat působení imunitního systému.

Máme se tedy obávat i nebezpečnějších variant viru klíšťové encefalitidy? Není třeba. Podle virologa jsou flaviviry poměrně staré – desítky až stovky milionů let –, a tak si během evoluce už vyzkoušely různé strategie, jejich aktuální podoba je víceméně zakonzer-

„Nejlepší pro možnou terapii je kombinovat oba přístupy – použít protilátky, které brání viru ve vstupu do buňky, ale pokud se tam dostane, ještě podáme antivirotika, jejichž vývoji se také věnujeme. Říkáme tomu double attack.“

Daniel Růžek

kový zájem nebyl. Jedna koza (opravdu se podařilo dohledat konkrétní zvíře) byla nakažena virem klíšťové encefalitidy, který se tak dostal i do mléka.

V něm umí virus zůstat poměrně dlouho stabilní, dokáže ho zlikvidovat jen pečlivá pasterizace, tedy zahřátí na určitou teplotu. Jenže mlékárna kvůli porouchanému pasterizačnímu stroji mléko vůbec tepelně neošetřovala (dokonce už od sklonku druhé světové války). Do ordinací lékařů se tak zanedlouho zača-



„Aristoteles ve svém pojednání *Historia Animalium* klíšťata popsal jako ‚odporná parazitická zvířata‘, ale my v Parazitologickém ústavu s jeho odsudkem rozhodně nesouhlasíme. Pokládáme je za nesmírně zajímavý objekt studia,“ říká Daniel Růžek, vedoucí laboratoře arbovirologie.

Spolu s kolegy se zabývá především flaviviry, které se řadí do kategorie arbovirů, tedy virů přenášených bezobratlými živočichy. V našem prostředí





Akademie věd
České republiky

A VĚDA A VÝZKUM

biologie | humanitní vědy | medicína
vědy o Zemi | fyzika | ekologie | matematika
chemie | historie | astronomie | informatika
společenské vědy



www.avcr.cz



<https://cs-cz.facebook.com/akademieved/>



<https://www.youtube.com/user/oatavcr>



<https://www.instagram.com/akademievedcr/>



https://twitter.com/akademie_ved_cr