

## Příběhy z elektronového mikroskopu 5. Hlavně nešlápnout vedle, aneb něco o jedu trnuchy

Paryby z čeledi trnuchovití (*Dasyatidae*) si osvojily účinnou kombinaci pasivní obrany v podobě splnutí se dnem moří, jezer a řek a aktivní obrany, která spočívá ve šlehnutí bičovitým ocasem opatřeným jedovým trnem. A právě jeden případ aktivní obrany z pobřeží západní Afriky a k tomu blízké setkání s trnuchou v pražské zoologické zahradě popíšeme v následujícím článku.

Čeď trnuchovití patří do nadřádu rejnoků (*Batoidea*) a čítá přibližně 70 druhů v 7 rodech. Společně se sesterskou čeledí *Potamotrygonidae*, která zahrnuje výhradně sladkovodní neotropické druhy, disponují tyto paryby až na jedinou výjimku (tou je *Urogymnus asperrimus*) obranným jedovým trnem. Zástupci obou skupin jsou rozšířeni od tropického do mírného pásu a svým diskovitým dorzoventrálně zploštělým tělem o rozpětí 20 cm až 2 m jsou přizpůsobeni k životu u dna mořských pobřeží a kontinentálních šelfů přes brakické vody až po jezera a řeky. Živí se měkkými, koryši nebo drobnými rybami a jsou převážně vejčozivorodí.

### Vypráví Aleš

Když jsem uviděl, co chirurg drží v peanu, byl jsem trochu překvapený. Neurčitý předmět jsem si pod kůží, vedle zahojené rány, nahmatal až po týdnu od návratu ze západoafrické Guiney-Bissau a více než dva týdny od setkání s neznámým živoči-

chem v Atlantském oceánu. Až do poslední chvíle jsem podezříval spíše drobnou harpunku dravého plže homolice (homolcovití – *Conidae*). Půlcentimetrová rána na nártu, která vypadala, jako bych se jen řízl o kámen, však na svou velikost silně krvácela. Když jsem pak běžel ke břehu, v duchu jsem si rekapituloval, jaká bodavá jedovatá překvapení mohou skrývat kalné vody guinejských mangrovů. Vybavila se mi zejména barvitá líčení sběratelů ulit homolic o účincích jejich jedového koktejlu.

Teď jsem ale před sebou měl ve světle chirurgické lampy více než centimetrový objekt připomínající miniaturu eskymácké kostěné harpuny vybavené po obou stranách desítkou zpětných háček. I chirurgovi, který se zajímal, jaký předmět má v ráně očekávat (na rentgenu nebylo totiž nic vidět) a jestli má zpětné háčky, jsem popisoval něco podobného hladké jehle s nanejvýše jedním drobným zpětným háčkem. I přes děsivé háčky rána nakonec nepotřebovala šití a díky lokální anestezii

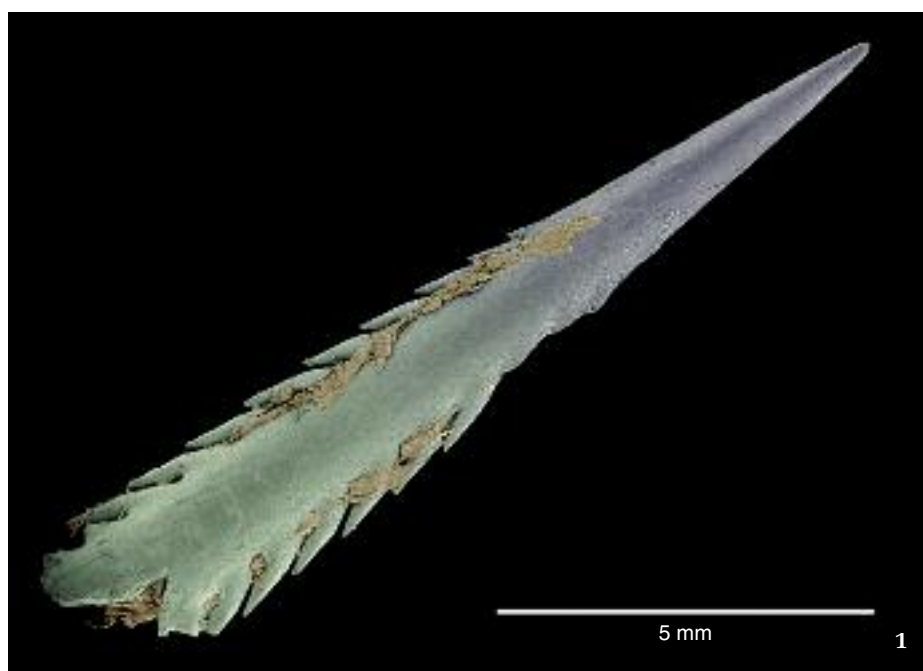
mi celý zákrok nepřipadal drastičtější než vytahování třísky. A než mi sestřička uložila trn do vialky s formaldehydem, měl jsem jasno, že se večer půjdu podívat na hrot pod skenovacím elektronovým mikroskopem.

Spoluautor tohoto článku Petr se mnou totiž sdílí nadšení z každé úspěšně překonané krizové situace. A čím je událost neobvyklejší, tím větší nadšení v nás dokáže vzbudit. Již o několik hodin později sedíme v suterénu Přírodovědecké fakulty UK v Praze, trn se pozlacuje v pokovovací komůrce a oba netrpělivě čekáme, až skončí 400 sekund dlouhá pozlaccovací sekvence a vzorek tak bude připraven pro skenovací elektronovou mikroskopii.

### O trnuše

Živočich, který způsobil výše popisované zranění, byl na základě elektronmikroskopického snímku trnu poté určen Frankem J. Schwartzem z univerzity v Severní Karolině jako trnucha perlová (*Dasyatis margarita*). F. J. Schwartz již publikoval několik prací popisujících tvar a rozměry jedového ostnu trnuch a přišel s hypotézou, že počet zpětných háčků na ostnu odpovídá, lépe než např. velikost ostnu nebo rozměry samotné trnuchy, prostředí obývanému trnuchou. K fotografii trnu napsal: „Pachatelem je *Dasyatis margaritella* nebo *D. margarita*. Vzhledem k počtu zpětných háčků na jednotku délky trnu se kloním spíše k druhu *D. margarita*.“ Trn středně velké trnuchy (s rozpětím ploutve 65 cm) je 4 cm, nejvýše 4,5 cm dlouhý a nese celkem 50–60 háčků. Poslední poznámka F. J. Schwartze se týkala tepelné nestability proteinových složek jedu a doufáme, že tuto radu nebude třeba v budoucnu využít: „Pokud budete znovu bodnut trnuchou, ponořte zasaženou část těla do nejteplejší vody, kterou snesete. Zmírní to bolest a neutralizuje jed.“

Jedový orgán, který trnuchy používají výhradně k obraně, se nachází na horní (dorzální) straně u kořene ocasu. Druhy, které mají delší ocas a trn položený dále od kořene, jsou obecně při střetnutí s člověkem nebezpečnější, protože dokáží domnělého predátora bičovitým pohybem ocasu bodnout výrazně efektivněji než druhy s krátkým ocasem nebo trnem u kořene ocasu. Jedový orgán sestává z plochého trnu, na obou hranách opatřeného zpětnými háčky a uzavřeného v kožovité pochvě. Trn tvoří vazodentin (zubovina protkaná cévami) a jeho povrch pokrývá hlenovitý film obsahující jed. Po proniknutí trnu do těla oběti se kožovitá pochva roztrhne a jed se uvolní do rány. Části pochvy i trnu, pokud nejsou vyjmuty, mohou být přetrvávajícím zdrojem jedu a v závislosti na druhu trnuchy způsobit až nekrózu tkáně. Jed okamžitě vyvolává intenzivní lokalizovanou bolest a otok



1 Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu zachycuje trn trnuchy – pravděpodobně t. perlové (*Dasyatis margarita*) – který pochází z nohy prvního autora článku po návratu z Afriky. Původně černobílý obraz byl selektivně obarven dodatečně, růžově zbarvené části představují zbytky tkáně. Pravidelné a početné zpětné háčky drží trn pevně uvnitř rány. Foto P. J. Juračka



2



3

doprovázený systemickými příznaky, jako je slabost, nevolnost, závratě, vzácně srdeční arytmie. Bolest kulminuje asi po jedné hodině od zasažení a může přetrvat až dva dny. Smrtelné případy jsou vzácné, přestože jen z USA je ročně popsáno až 2 000 případů bodnutí a předpokládá se, že např. v Kolumbii dojde ročně k několika tisícům zranění sladkovodními trnuchami.

Jed je unikátní nejen způsobem vniknutí do rány, ale i tím, že není produkován v izolované jedové žláze, ale v žláznatých buňkách na spodní straně nebo po celém povrchu trnu. Sladkovodní trnuchy, které obývají tropické říční systémy celého světa, disponují obecně toxičtějším jedem způsobujícím nekrózu tkáně. Jed trnuch je nestabilní při vyšší teplotě a obsahuje široké spektrum enzymů s převážně hydrolytickou aktivitou, z nichž mnohé jsou přítomny i v jedu hadů, štírů a pavouků. Jde o fosfolipázy, které štěpí membránové fosfolipidy a způsobují rozklad buněk. Proteázy štěpí nejen proteinové složky pojivové tkáně, jako je kolagen, ale také fibrin a fibrinogen, čímž zamezují srážení krve a usnadňují šíření jedu krevním oběhem. Hyaluronidázy pak štěpí polysacharidovou složku pojivové tkáně, kyselinu hyaluronovou, a tak dále napomáhají šíření jedu. Role 5' nukleotidáz není zcela popsána ani v hadích toxinech, ale předpokládáný mechanismus účinku zahrnuje zejména uvolnění adenosinu z buněčných nukleotidů – ten se podílí např. na rozšiřování cév a brání uvolňování přenašečů vzruchů z nervových zakončení, což může vést až k paralýze zasaženého organismu. U několika studovaných druhů trnuch byl zjištěn také kardiotoxický a neurotoxický účinek jedu. Kvůli absenci jedové žlázy, z níž by bylo možno jednoduše získat potřebné množství jedu pro analýzu nebo přípravu antiséra, je ale jed trnuch obecně velmi málo studován. To je zřejmé i z databáze MEDLINE, kterou spravuje Národní lékařská knihovna v USA. Pod heslem jed trnuch (stingray, poison, dasyatis atd.) poskytuje asi 40 bibliografických referencí, zatímco obdobné zadání hesel týkajících se jedu zmíněných homolic poskytnou 10× více odkazů.

#### Vypráví Petr

Když jsme s Alešem v potměšlé atmosféře sklepní laboratoře naší *alma mater* seděli nad kusem trnuchy z jeho nártu, zažívali jsme potěšení oba. V mém případě



4

však byla radost hlavně z toho, že mě trnucha na rozdíl od Aleše nechala na pokoji – nebylo to ani docela zblízka potkat.

Už několik let mám čast občas fotografovat pro Zoologickou zahradu hl. m. Praha. A přestože to nikdy neplánujeme, odnáším si vedle fotografií domů zážitky na celý život. U trnuchy tomu nebylo jinak. „Nafotil bys nám prosím v rámci kampaně Seznamte se! trnuchu otorongo?“ čtu si v e-mailu a obratem odpovídám: „Můžu k ní do vody?“ Ani ne za dva týdny stojím v neoprenu, s fotoaparátem ve vodotěsném obalu v společné expozici jihoamerické sladkovodní trnuchy Castexovy (*Potamotrygon castexi*) zvané otorongo, anakond velkých (*Eunectes murinus*), želvy dlouhohlávký mexické (*Dermatemys mawii*) a vrubozubcovitých ryb (*Cichlidae*). Na poslední chvíli mne chovatel ještě informuje: „Je jedovatý, víš to?“ Odpovídám: „Ale otorongo není tak hrozný ne?“ „Slyšel jsem o amputacích končetin, případně může zabít, ale když ho nebudeš provokovat, tak tě nechá být. Hlavně se nenech podplavat, nesmíš se dostat pod tebe.“ Vstupuji s trochou obav do vody. Po diskuzi s profesionálním potápěčem mám na šnorchlu upevněnou prodlužovací hadici s tím, že nesmím na dně bazény rozměšovat dýchaní – stačí metr hloubky a hrudník člověka se musí při každém nádechu snažit o poznání více než při běžném šnorchlování.

2 Trnucha Castexova (*Potamotrygon castexi*) přezdívaná Chlapeček je novou tvář kampaně Seznamte se! zoologické zahrady v Praze. Foto P. J. Juračka  
3 Druhý z autorů tohoto článku v akváriu pražské zoologické zahrady při setkání s trnuchou. Foto J. Dobiáš  
4 Porosty mangrovů u ostrova Bolama v souostroví Bijagós, Guinea-Bissau. První autor článku šlápl vedle jen několik okamžiků po vzniku této fotografie. Foto A. Buček

vání. Za jakýchkoli jiných okolností je použití takto prodlouženého šnorchlu velmi nebezpečné. Vystřikují z vody ještě hlavu a obracím se na chovatele: „A co anakondy?“ „Ty jsou hodné, jen se nelekej, kdyby najednou vyrazily proti tobě, to je nejspíš kousla želva... jo, ta taky může kousnout tebe, ale kdyby se moc blížila, anebo byl jiný problém, praštm tě na znamení klackem do hlavy, ano?“

A tak jsem tři hodiny fotil v akváriu ve společnosti půlmetrového rejnoka, tří několikametrových anakond a nebezpečně aktivní želvy. Až na fotkách mi ale bylo jasné, že z toho nic nebude. Akvárium není oceán, stačí se lehce pohnout a vodou začnou plavat kousky řas, kvůli nimž jsou snímky nepoužitelné. Nezbylo, než přijít znovu a fotit přes sklo s dvěma blesky řízenými rádiem. Výsledek fotografování uvidíte na billboardech v Praze.