

Živočišné jedy

Mgr. Zdeněk Hon

**Katedra radiologie a toxikologie
hon.zdenek@seznam.cz**

Úvod

- **jako jedovatí živočichové se označují ti, kteří produkují nebo ve svém těle hromadí toxiny**
- jedovatost živočichů - schopnost organismu vytvářet látky, které po vpravení do organismu jiného mohou vyvolat patologické změny a být příčinou smrti

Toxiny

- **podle druhu jedových žláz se tyto živočichové dělí:**
 - kryptotoxické (nemají speciální orgán na tvorbu jedu)
 - fenerotoxické (mají jedový orgán)
- **drtivá většina jedovatých živočichů používá svůj jed při útoku, ale některé druhy živočichů jed používají ke své ochraně společně s výstražným zbarvením**
- **při útoku pak jed vypouští do svého okolí nebo mají jed uložen v různých částech těla a stávají se tak pro své nepřátele nepoživatelným**

Fenerotoxičtí živočichové:

- *aktivní toxicita* - mají připojený sdělný aparát, mohou vpravit jedovaté látky do cizího organismu (hadi, včely, mravenci, ryby s jedovými ostny)
- *pasivní toxicita* - bez sdělného aparátu- toxin působí při kontaktu s kůží či sliznicí (žáby, mloci, čolci)

Plazi

Zmije obecná (*Vipera berus*)

- Naštěstí maximální množství aplikované při uštknutí tvoří pouze asi dvě třetiny letální dávky pro dospělého člověka.
- Nicméně po plném zásahu toxinem, zvláště u oslabeného dospělého nebo u dětí, může mít i uštknutí zmijí obecnou dramatický průběh.
- Zmije je relativně malý had, dospělé samice dorůstají délky až 80 cm, samci jsou maximálně 60 cm.
- Dožít se mohou tak 20-25 let.
- Jejich potravou jsou zejména drobní hlodavci (nejčastěji myši a hraboši), obojživelníci, ještěrky, případně mladí ptáci a ptačí vejce.



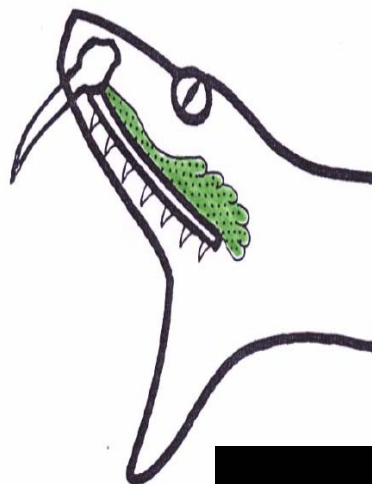
© Jan Ševčík



© Jan Ševčík
www.naturfoto.cz

Zmije obecná (*Vipera berus*)

- Jed zmije obecné je nažloutlá viskózní kapalina nahořklé chuti bez zápachu, na vzduchu krystalizuje.
- Orgánem, kde se jed tvoří a je skladován je jedová žláza, která je párová a je uložena za okem zmije a dává hlavě charakteristický tvar.
- Maximální obsah jedových žláz je průměrně 8 - 10 mg suchého jedu což odpovídá 25 - 30 mg nativního toxinu.



Zmije obecná (Vipera berus)

- Z chemického hlediska je zmijí jed poměrně složitá směs mnoha chemických substancí.
- Z 85 - 95% je tvořen vodou a 5-15% jsou enzymy, proteiny, peptidy a aminokyseliny.
- Enzymy mají za úkol spustit trávicí proces ještě před vlastním spolknutím potravy, čímž usnadňuje trávení a zkracuje jeho dobu.
- Zmijí jed obsahuje hlavně hemorhaginy, cirkulační toxiny, koagulačně aktivní látky a neurotoxiny s převážně centrálním účinkem.
- Z hlediska účinku patří jed mezi tzv. **hemorrhagické** (způsobují krvácivost) a **hemolytické** (rozklad červených krvinek v živém organismu).
- Působí především na krevní systém kořisti.
- Některé složky jedu zabraňují vázání kyslíku na červené krvinky, jiné složky narušují cévní stěny či zabraňují srážení krve.
- K látkám nejvíce odpovědným za letální účinek patří neurotoxiny.
- Působí na neuromuskulární synapse, a tak způsobují svalovou paralýzu.
- Většinou se velmi rychle vstřebávají, proto první příznaky intoxikace můžeme zaznamenat již během několika minut po uštknutí.

Zmije obecná (*Vipera berus*)

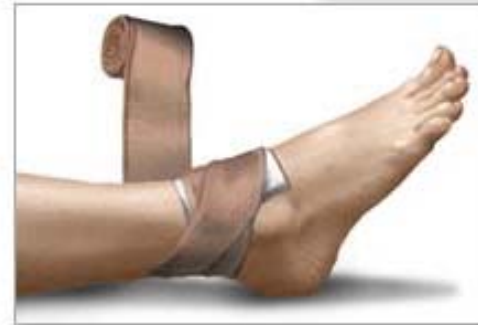
- Uváděná smrtelná dávka jedu pro člověka (70 kg) je 15 mg suchého zmijího jedu.
- Při uštknutí použije zhruba 1/3 obsahu jedových žláz - to je zhruba 3 mg suchého jedu, takže takové uštknutí by nemělo pro člověka představovat vážnější nebezpečí.
- Bylo dokázáno, že had je schopen vědomě regulovat množství jedu použité při uštknutí.
- Zpravidla použije více jedu při útoku, než při obraně.
- Množství použitého jedu však závisí na mnoha faktorech jako jsou: stáří hada a jeho velikost, množství jedu v jedové žláze těsně před uštknutím, přesnost zasažení (do kůže nemusí vždy proniknout oba jedové zuby) a místo uštknutí (přítomnost cévy těsně v podkoží) a mnoho jiných.
- Postavení jedových zubů je zcela závislé na vůli hada.
- Zmije může zaútočit s otevřenou tlamkou aniž by jedové zuby postavila do funkční polohy.
- Taktéž může zaútočit s postavenými zuby a vlastní kousnutí nemusí provázet vypuzení jedu.

Zmije obecná (*Vipera berus*)

- Ihned po uštknutí se obvykle objevuje bolest v místě poranění, během několika minut následuje místní otok, později doprovázený zduřením regionálních lymfatických uzlin.
- Edém dosahuje maxima obvykle do 48 hodin po uštknutí, v těžších případech se rozšiřuje z postižené končetiny i na trup. Je doprovázen bolestivostí a pocitem lokálního napětí, někdy je bolestivost překvapivě malá. Otok může být hemoragický a je provázen charakteristickými změnami barvy postiženého místa. Ustup můžeme očekávat nejdříve 3-4 dny po uštknutí.
- Toxiny zmije obecné nevyvolávají lokální nekrózy.
- Zvracení může nastat již několik minut po uštknutí. Bývá doprovázeno nadměrným pocením, abdominálními bolestmi charakteru koliky, průjmem, někdy i inkontinencí. Tyto příznaky ukazují na střední až závažnější míru intoxikace a mohou přetrvávat i 48 hodin po uštknutí.
- Při těžších postiženích se může objevit generalizovaný edém s maximem v oblasti rtů, jazyka a tváře; přitom se nedá vyloučit podíl anafylaxe.
- Nejnebezpečnějším projevem těžké intoxikace je vazomotorický kolaps s poklesem systémového tlaku doprovázený alterací vědomí, studeným potem a cyanózou.
- V nejzávažnějších případech dochází až k rozvoji šoku s bezvědomím. Kompletní uzdravení trvá 1 - 3 týdny, po dobu několika měsíců mohou přetrvávat bolestivost a intermitentní otoky.

Zmije obecná (Vipera berus)

Snake bite



Zmije růžkatá (*Vipera ammodytes*)



Zmije růžkatá



© - josef hlasek
www.hlasek.com
Vipera ammodytes ae5235



Hmyz

Blanokřídlí (*Hymenoptera*)



- sršeň obecná (*Vespa crabro*)
- vosa obecná (*Paravespula vulgaris*)
- vosa útočná (*Paravespula germanica*)
- včela medonosná (*Apis mellifera*)
- ojediněle dochází k bodnutí čmeláky (*Bombus sp.*).



- **jedový aparát** blanokřídlých je tvořen jedovými žlázami, jedovým vakem a žihadlem a je umístěn v zadní části zadečku
- jedovaté jsou pouze samičky
- pokud získají dojem, že ohrožujete jejich hnízdo, můžete těch žihadel dostat i více - první vosa, která zpozoruje nebezpečí, okamžitě vystříkne do vzduchu část svého jedu a těkavé látky v něm obsažené, které fungují jako poplachový feromon, přilákají během chvilky na pomoc další jedince; feromony hrají u sršňů - podobně jako u ostatních druhů sociálního hmyzu - úlohu dokonalého komunikačního prostředku.



Blanokřídlí (*Hymenoptera*)

Jed

- průměrné množství nativního toxinu získaného od včely je 0,3 až 0,4 mg, což odpovídá 30 % váhy
- složení obsahu jedového váčku je u všech tří zástupců blanokřídlích podobné
- čerstvý toxin má nahořklou chuť
- v jedu byly nalezeny tři skupiny účinných látek:
 - **biogenní aminy** (dopamin, adrenalin, noradrenalin, serotonin a acetylcholin), které zodpovídají za bolestivou reakci; u člověka se podílejí také na rozvoji šokové reakce, odpovědný je za to zejména histamin, který rozšiřuje cévy
 - **aminokyseliny** - hrají významnou úlohu při rychlé paralýze kořisti
 - **polypentidy** - základní součástí je *melittin*, který tvoří přes polovinu sušiny včelího jedu; melittin porušuje strukturu membrán, rozrušením žírných buněk uvolňuje histamin, z destiček serotonin, způsobuje hemolýzu (dříve se označoval jako *hemolysin*) - tento polypeptid navozuje typickou zánětlivou reakci
 - **enzymy** - fosfolipázy, hyaluronidázy, fosfatázy, proteázy a další proteiny; podílejí se na alergických projevech bodnutí

Blanokřídlí (*Hymenoptera*)

- prvním příznakem pobodání je palčivá bolest a rychlý lokální otok se zarudnutím v místě bodnutí
- závažné komplikace po intoxikaci blanokřídlými jsou způsobeny jednou ze tří příčin:
 - mnohonásobné pobodání vede k systémové intoxikaci přímo účinkem velkého množství aplikovaného jedu, za život ohrožující se považuje více než 50 včelích nebo vosích bodnutí u dětí a více než 100 bodnutí u dospělých
 - bodnutí do úst, dýchacích cest nebo krku s následným edémem omezujícím průchodnost dýchacích cest
 - těžká alergická až anafylaktická reakce



Blanokřídlí (*Hymenoptera*)

Hrabalka pocestní (*Anoplius fuscus*)



Kodulka evropská
(*Mutilla europaea*)

Brouci

Puchýřník lékařský (*Lytta vesicatoria*)

- známý též jako **španělská muška**, 12 - 20 mm velký brouk z čeledi majkovitých
- při ohrožení či vyrušení vylučuje z nohou hemolymfu (krvomízu), která obsahuje látku kantaridin
- při kopulaci sameček vpraví společně se semenem velké množství kantaridinu do samičky - tím jí jed chemicky chrání a pak se převádí do vajíček, aby i jim zajistil přežití
- kontakt s tekutinou vylučovanou puchýřníky vede k vzniku bolestivých hnisajících puchýřů
- pokud tekutina (zapáchá po myšíně) vnikne do oka, může způsobit až oslepnutí
- v případě požití většího množství jedu (dávka 30 mg prášku z rozdrcených těl brouků) dochází k překrvení urogenitálního systému a k podráždění a narušení stěn GIT a ke vzniku krvavých průjmů

- **smrtelná dávka 0,03 g**



Puchýřník lékařský - dermatitidy

- akutní otravy vyššími koncentracemi
- při vstřebání kůží puchýře
- při vniknutí do oka podráždění spojivek a rohovky
- při aplikaci *per os* podráždění a rozleptání sliznic v jícnu, žaludku a střevech
- krvácení do trávicího traktu, bolest břicha, úporné průjmy
- zánět močového měchýře a potíže s močením
- vaginální krvácení
- ledviny – akutní tubulární nekróza a destrukce glomerulů
- srdeční selhání



Drabčák *Paederus fuscipes*



Další jedovatý hmyz v ČR

housenka

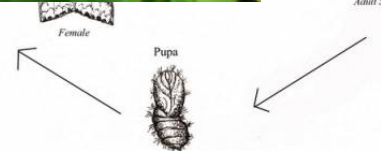
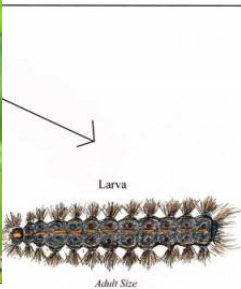
-
-

Bé
(Eup



ším

ulavý
cessionea

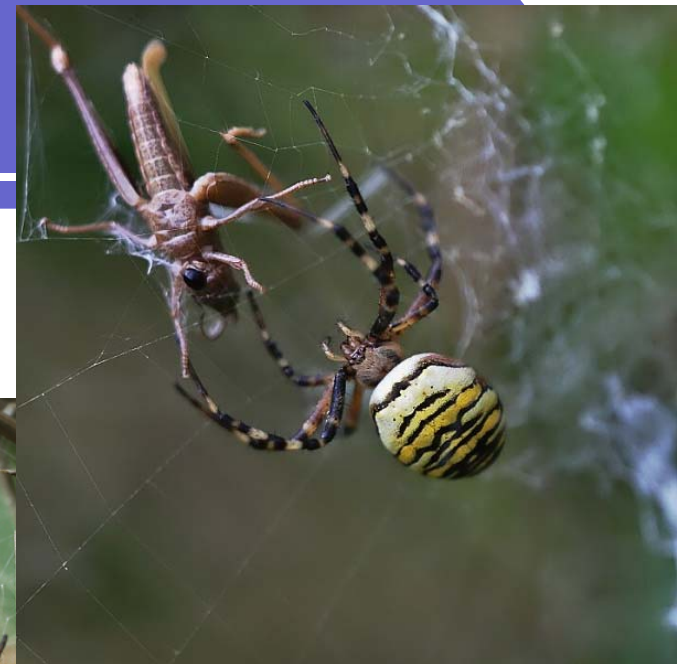


Pavoukovci

Jedovatí pavouci v ČR

Křížák pruhovaný (Argiope bruennichi)

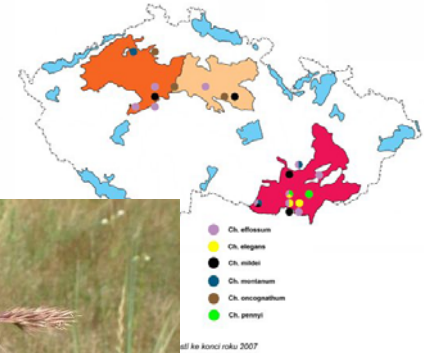
- žlutočerné pruhy, protkané tenkými bílými proužky a velikost maximálně 15 mm u samičky, která je o mnoho větší než sameček i její zbarvení je oproti druhému pohlaví o mnoho výraznější
- tento pavouk byl ještě před půl stoletím ve střední Evropě velkou raritou, s postupným oteplováním se ale přesunul později do oblastí u Severního moře
- na našem území se poprvé objevil na konci devadesátých let a jeho populace je dobře pozorovatelná od r. 1991, kdy se postupně z jižní Moravy přesunul i do zbytku republiky
- tento zástupce hmyzí říše sice používá relativně silný jed k usmrcení své kořisti, avšak lidem by ublížit neměl, jelikož jeho kusadla neproniknou lidskou kůží natolik, aby byl jed účinný, natož nebezpečný



Pavoukovci

Jedovatí pavouci v ČR

Výskyt vzácných druhů západnic (rodu *Cheiracanthium*) v ČR v kontextu fytogeografického členění



Zápřednice jedovatá (*Cheiracanthium punctorium*)

- podobně jako křížák pruhovaný vlivem globálního oteplování usídlila v teplejších partiích ČR, kam se přestěhovala z jihu
- zápřednice jsou pavouci s noční aktivitou, přes den se ukrývají v pavučinových zámotcích
- vyniká zejména svým zbarvením, které je lehce průhledné ve žlutém až nazelenalém odstínu
- zápřednice má poměrně velká kusadla, která jsou schopná prokousnout kůži člověka
- zápřednice je jeden z nejjedovatějších a zároveň největších (1,5-4 cm) volně žijících pavouků Evropy, který svým kousnutím sice způsobí „jen“ bolesti, málokdy však může skutečně zabít
- dokáže způsobit velmi bolestivé kousnutí, lokální ochrnutí končetin, výraznou nevolnost, malátnost a nepříjemné pocity úzkosti
- následky kousnutí velmi individuální, oběť čeká zhruba velmi nepříjemných 24 hodin, během kterých účinky jedu pomalu odeznívají
- nejvíce ohroženou skupinou obyvatelstva jsou alergici, u nichž nelze s předstihem odhadnout reakci organismu na neznámou jedovatou látku



Jedy obojživelníků v ČR

- obojživelníci (žáby, mloci) se řadí mezi pasivně jedovaté živočichy - jed je produkován kožními jedovými žlázami, které jsou rozmístěny nepravidelně v epidermis celého těla a na některých místech mohou tvořit i shluky
- kožní sekrety chrání tyto živočichy před mikrobiální a fungální infekcí



Jedy obojživelníků



Řád Žáby (*Anura*)

- u nás se mezi jedovaté žáby řadí žáby čeledi Ropuchovitých (*Bufo*):
 - Ropucha obecná (*Bufo bufo*)
 - Ropucha zelená (*Bufo viridis*)
 - Ropucha krátkonohá (*Bufo calamita*)
- toxický účinek sekretu kožních žláz ropuch je často srovnáván s příznaky otravy digitalisovými glykosidy
- rozlišujeme tyto biologicky aktivní látky: **bufotoxiny**, **bufogeniny**, **bufoteniny** (halucinace, dráždí dýchací centrum, vyvolávají poruchy koordinace) **apod.**
- účinek jedu shodný se srdečními glykosidy, které ovlivňují transport iontů v srdečním svalu, zvláště kalcia
- se stoupající koncentrací vápníku dochází k zesílené systole a prodloužené diastole - vznikají srdeční arytmie, jako jsou extrasystoly, ventrikulární fibrilace, zástava srdce v systole
- v našich podmínkách je toxický účinek sekretu kožních žláz ropuch omezen pouze v ojedinělých případech na možnou lokální iritaci kůže nebo zasažené sliznice



travičský prostředek - sůl, sáček

dávka 10 – 15 mg (1 g hlenovitého sekretu)

Jedy obojživelníků



Řád Mloci (*Caudata*)

- U nás žijí z čeledi Mlokovitých (*Salamandridae*) tyto zástupci:
 - Mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*)
 - Čolek velký (*Triturus cristatus*) - sekret vyvolává na sliznici a kůži lokální záněť
 - Čolek obecný (*Triturus vulgaris*) - sekret vyvolává na sliznici a kůži lokální záněť
- žlázy s jodem jsou na zádi hlavy, na ocase a po stranách hřbetu
- sekret (slizová i jedová složka) mloků může na kůži a na sliznicích vyvolat záněť
- k toxinům mloka skvrnitého patří **samandarin**, **samandaron**, **samandaridin**, dále alkaloidy a vysokomolekulární proteiny, které vyvolávají lokální reakci a mají hemolytický účinek
- **samandarin** je nejúčinnější sloučeninou, při perorálním podání může působit na CNS (paralytický účinek především na dýchací centrum), v malých dávkách vyvolá zrychlení tepu a dechu, při vyšších dávkách dochází k zastavení srdeční činnosti
- *LD50 samandarinu 0,019 g/kg pro žábu, 0,0034 g/kg pro myš a 0,001 g/kg pro králíka*



Otrava sladkovodními rybami

Parma obecná (*Barbus barbus*)

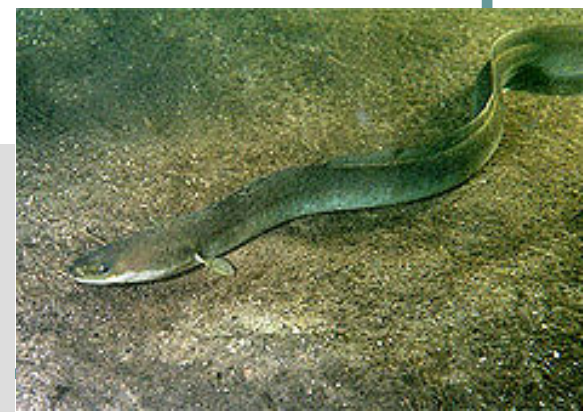
- maso, vnitřnosti a zvláště jikry a mlíčí jsou jedovaté v období tření – jed cyprinidin
- masivní otrava probíhá pod obrazem tzv. parmové cholery – prudké křečovitě bolesti břicha, zvracení, průjem, studený pot, malátnost, úzkost, bezvědomí, slabý nitkovitý puls, dilatované zornice
- preventivním opatřením při konzumaci je odstranění vnitřností a vytření břišní dutiny roztokem kuchyňské soli



Otrava sladkovodními rybami

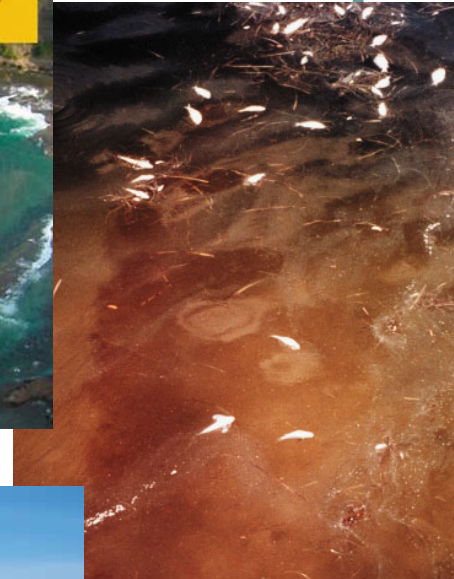
Úhoř říční (*Anguilla anguilla*)

- jed ichtyotoxin je obsažen v krevním séru a játrech
- úhoří krev v čerstvém stavu dráždí sliznice a může způsobovat záněty
- při běžném kuchyňském zpracování solením a zahřátím nad 40 °C se však toxické látky bez problémů ničí
- mezi základní projevy otravy patří průjem, nevolnost, zvracení, cyanóza, netečnost, nepravidelný puls, slabost, otupělost a dýchací potíže
- v laboratoři stačilo k usmrcení menšího psa během čtyř minut pouhého půl gramu krevního séra, ve větším množství jed zabíjel během jedné minuty
- při kontaktu toxinu se sliznicemi, například očí, může vyvolat silný zánět



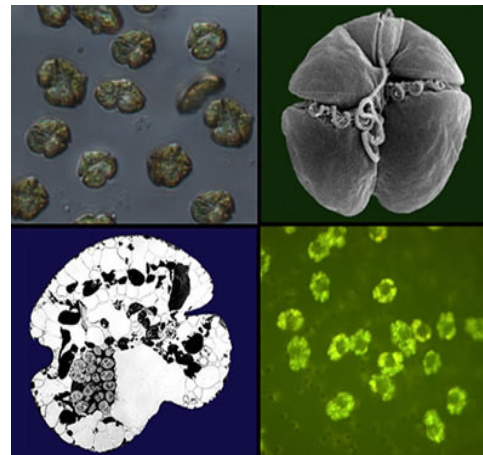
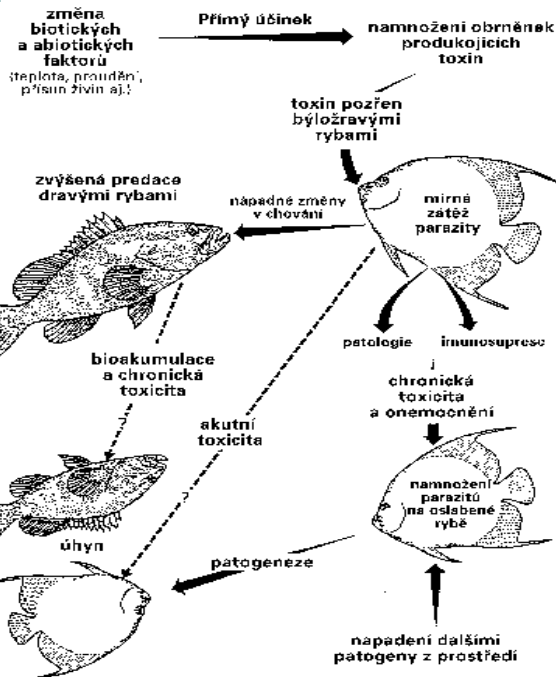
Bičíkovci - *Flagellata*

- **Obrněnky** (*Dinozoa*, též *Dinophyta*) – řádu *Dinoflagellata* jsou drobní jednobuněční živočichové, jejichž velikost je někdy menší než setina milimetru
- obrněnky vytvářejí při přemnožení ve vodě hustou suspenzi a zbarvují hladinu do červenohněda díky karotenoidům, které jejich buňka kromě chlorofylu obsahuje
- ve vodách pobřeží Severní Ameriky se tomuto jevu říká „red tide“ nebo „red water“
- mezi různé faktory, které vyvolávají rudý příliv, patří obohacení vodního prostředí živinami, zejména fosfáty, ale také změna teploty nebo vodního proudění



Bičíkovci - *Flagellata*

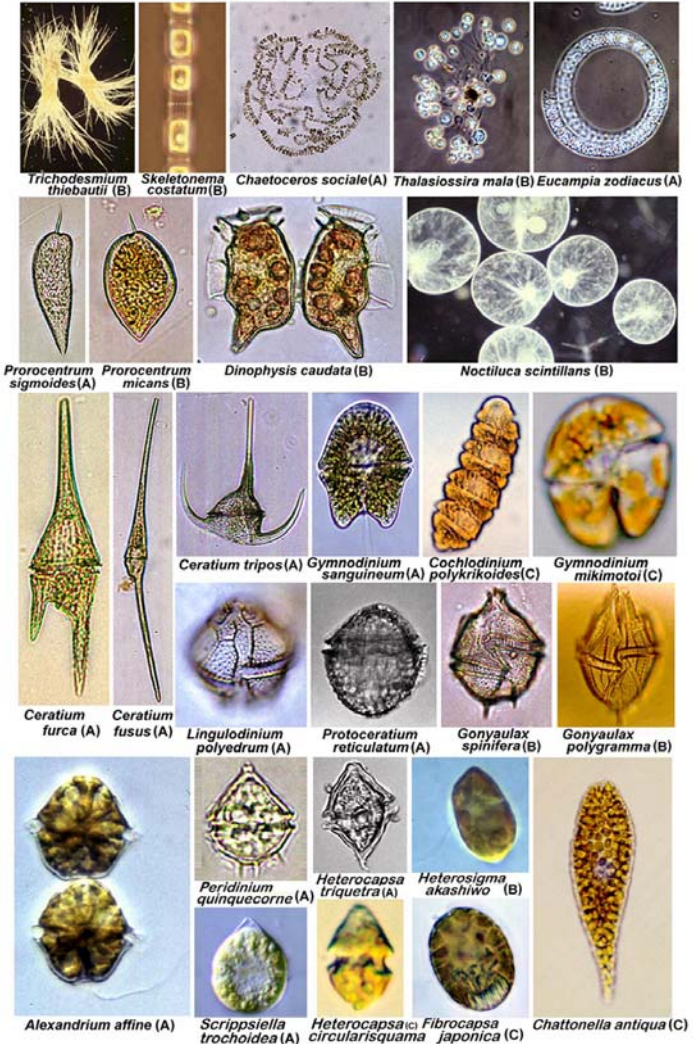
- obrněnky rodu *Gonyaulax*, *Gessnerium*, *Gymnodinium* vytvářejí ve svém těle prudké toxiny, které se v tělech měkkýšů a ryb kumulují
- značné zdravotní riziko představují i toxiny, které se z vod „rudého přílivu“ dostávají do vzduchu ve formě aerosolů



Red Tide Microalgae

WESTPAC/IOC/UNESCO
Ver. 1.4 2000.1.1
ed. by Yasuwo Fukuyo (ufukuyo@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp)

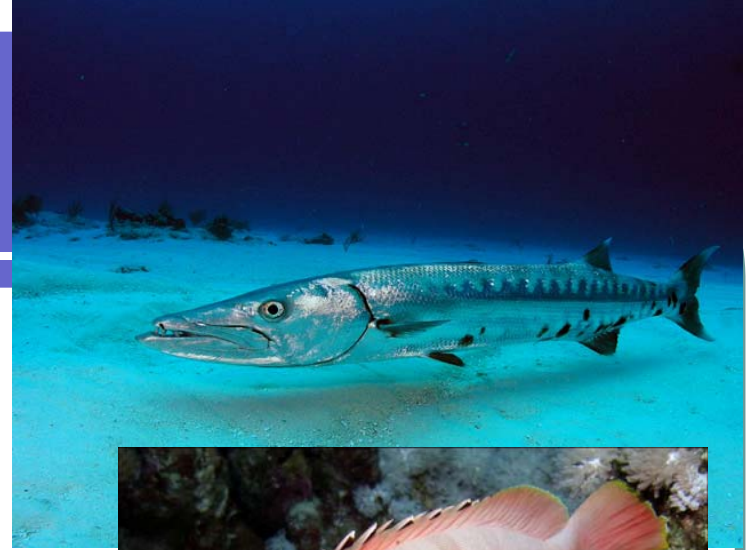
A: Useful, mostly harmless B: Potentially harmful by oxygen depletion C: Harmful, responsible for fish mass mortality



Bičíkovci – *Flagellata*

ciguatoxin

- **ciguatoxin** - zdrojem toxinu jsou někteří bičíkovci (*Dinoflagellata*) jako např. *Gambierdiscus toxicus*, rostoucí na makroskopických řasách v oblasti korálových útesů
- ryby, pro něž jsou tyto řasy potravou, stávají se v tropických oblastech velmi často příčinou alimentární otravy, označované jako typ "ciguatera",
- ciguatoxiny se vyskytují zpravidla ve svalové hmotě a ve vnitřních orgánech četných ryb, např.: soltýn barakuda (*Sphyraena barracuda*), chňapal bohar (*Lutjanus bohar*), kanic (*Epinephelus fasciatus*), murény (*Muraena* sp.) a další, údajně asi u 400 druhů, převážně korálových ryb, které jsou za normálních okolností považovány za nezávadné a chutné

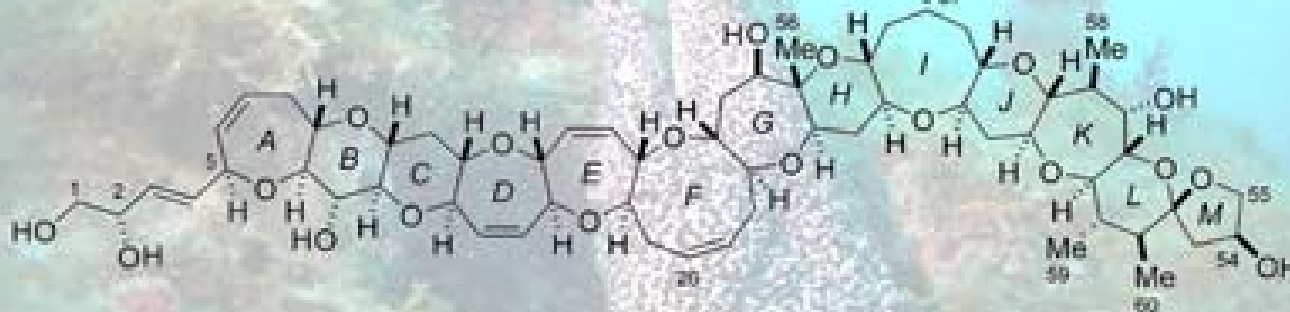


Bičíkovci – *Flagellata*

ciguatoxin

- LD50 (myš) = 0,45 µg/kg - nemá vliv na vzhled, vůni ani chuť ryb a nedá se zničit tepelnou úpravou, sušením, solením, uzením či marinováním
- příznaky intoxikace u lidí vyvolává již dávka 0,001 až 0,1 µg/kg
- symptomy otravy ciguatoxiny se začínají objevovat 2-6 hodin po intoxikaci (p.o) gastrointestinálními potížemi, zvracením a průjmy, později (asi po 18 hodinách) se začínají objevovat neurologické a kardiovaskulární potíže
- znecitlivění jazyka, rtů, později celého obličeje a posléze i končetin, poruchy vnímání teploty, bolest svalů a kloubů, bolest hlavy, svědění, tachykardie, nepravidelný puls, hypertenze, rozmazané vidění a ochrnutí svalů celého těla - tento stav trvá několik dnů a může skončit smrtí na selhání dýchacího a cirkulačního systému
- teplé je vnímáno jako studené a studené jako horké

postrach rybářů žijících v oblasti havajských ostrovů, Karibské oblasti, Tichomoří a Austrálie

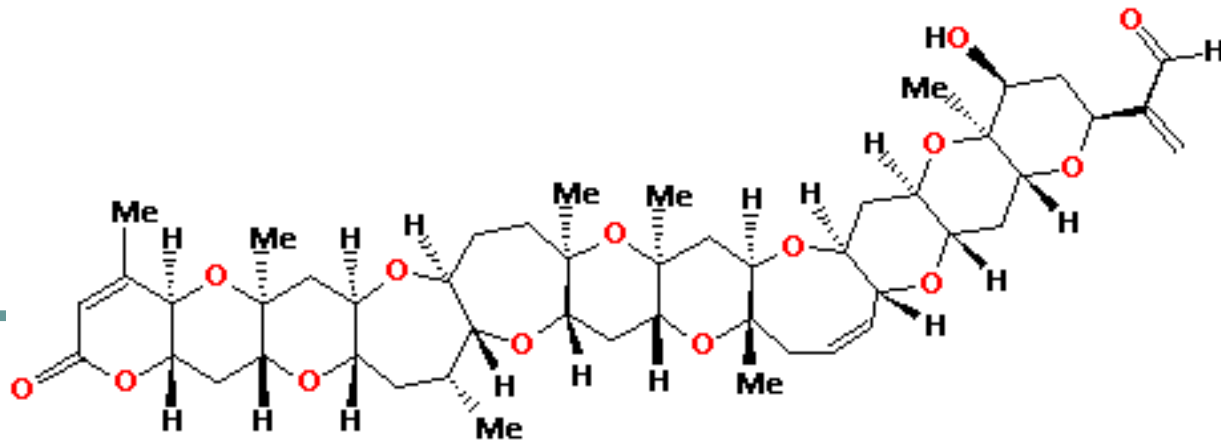


test toxicity:
mravenci,
kočka

Bičíkovci – *Flagellata*

brevetoxiny

- **brevetoxiny** - jsou cyklické polyethery produkované mořskými obrněnkami *Karenia breve*, resp. *Gymnodium breve* či *Psychodiscus brevis*
- brevetoxiny se kumulují v mase některých ryb a měkkýšů, a ti se pak stávají nebezpečnými pro člověka
- charakteristickým projevům otravy patří parestézie, závratě, bolesti v krajině břišní, svalová slabost, nejistá chůze, třes, střídavé pocity horka a chladu, bolest hlavy, svalů a kloubů, poruchy dýchání, renální problémy a otok
- pozorovány byly také známky katarální rinitidy, plicní hemoragie a edém plic, nehnisavý zánět mozkových obalů
- brevetoxiny jsou embryotoxické a teratogenní a přestupují přes placentární membránu
- akutní toxicita brevetoxinů testovaná na myších se pohybuje v závislosti na druhu brevetoxinu a způsobu jeho podání od 94 do 6600 mg/kg



Bičíkovci – *Flagellata*

saxitoxin



- **saxitoxin** - nejedná se o jednotnou látku, ale skupinu strukturálně podobných sloučenin
- pojmenování saxitoxin je odvozeno z názvu aljašského mlže chionky skalní, *Saxidomus gigantea*, který se živí toxickými obrněnkami, např. *Gonyaulax catenella*, *G. tamarensis*, *Gymnodium catenatum*, *G. breve* a některými dalšími, čímž se stává jedovatým
- letální dávka pro dospělé osobu se odhaduje na 0,05 mg parenterální cestou a asi 0,5 mg při podání ústy
- k počátečním symptomům intoxikace se řadí pocit dřevěnění prstů, rtů a jazyka, svalová slabost, pocit žízně a bodavá bolest v konečcích prstů
- plně rozvinutá otrava bývá provázena GIT poruchami, bolestí hlavy, poruchou motorické koordinace, vznikem paralýzy ascendentního typu
- projevující se poruchami řeči, polykání, žvýkání aj.
- k nejzávažnějším projevům patří útlum dýchání
- smrt je zpravidla zaviněna selháním respiračních svalů a nastává za 2-12 hodin v závislosti na velikosti dávky



Mytilus edulis (and many others)
Paralytic shellfish poisoning - Saxitoxin, Gonyautoxin, ...



Noctiluca red tide (other harmful algal blooms)



Bičíkovci – *Flagellata* tetrodotoxin

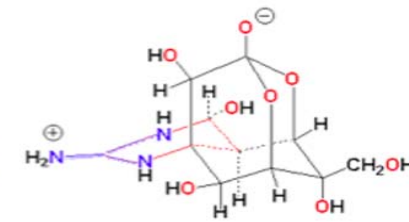
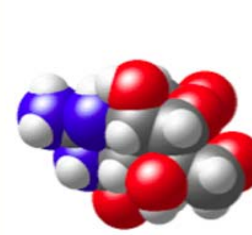
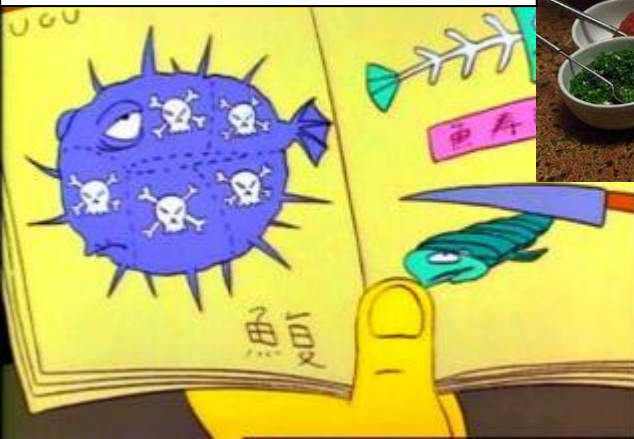


Figure 1: Structure of tetrodotoxin. Space-filling model (left) and chemical structure (right). From: J. Johnson.

- **tetrodotoxin** – termostabilní neurotoxin, je produkován některými obrněnkami
- vyskytující se v útrokách ryb čeledi čtverzubcovitých (*Tetraodontidae*) a dalších příbuzných čeledí z řádu *Tetraodontiformes*
- kumuluje převážně v gonádách, játrech, ve střevě, kůži, mozku a v jikrách těchto ryb
- LD50 pro většinu živočichů se při perorálním podání pohybuje mezi 8 až 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$
- smrtelná dávka pro dospělého člověka je 0,6 až 1,5 mg
- mortalita dosahuje až 60 %
- první příznaky intoxikace za 10 minut po požití, smrt do 30 min. vše závislé na dávce

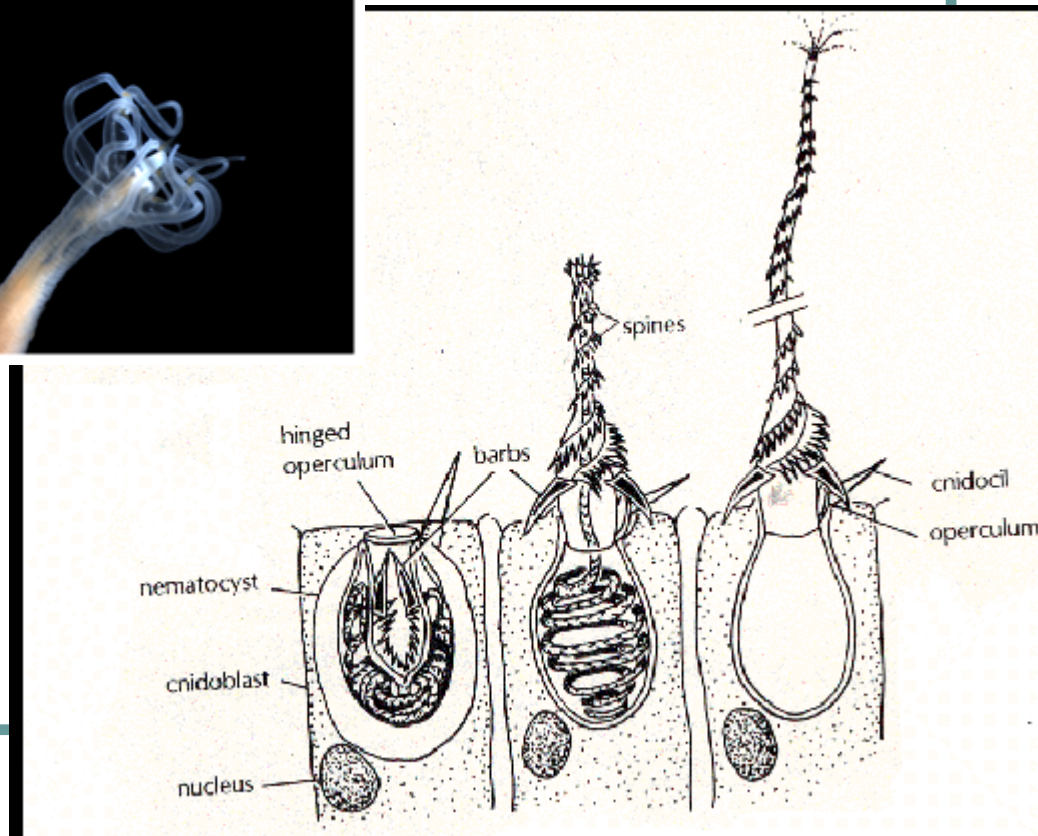
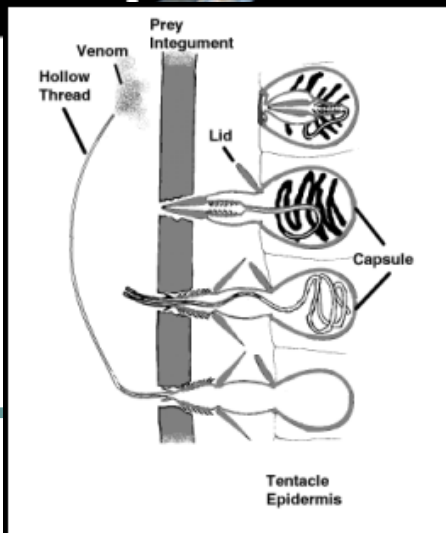
Jak toxický je tetrodotoxin?

Tetrodotoxin je desetkrát toxičtější než jed kobry, stokrát toxičtější než jed pavouka "černá vdova" a desettisíckrát toxičtější než kyanid.



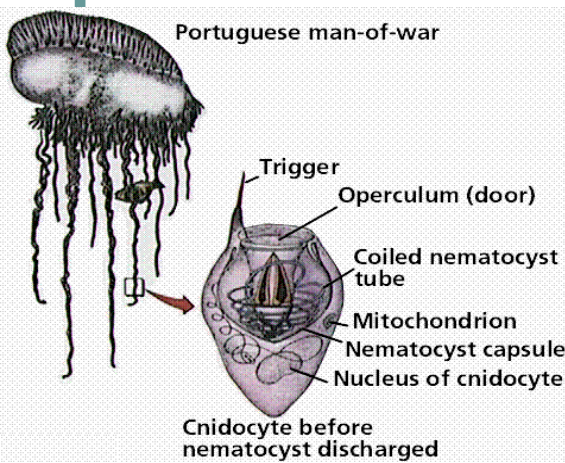
Žahavci - *Cnidaria*

- charakteristickým znakem žahavců (polipy, medúzy, koráli) jsou žahavé buňky tzv. knidoblasty, v nich jsou uloženy orgány nematocysty, z nichž každá obsahuje spirálovitě stočené kolagenové vlákno, umístěné v miniaturním měchýřku s koncentrovaným roztokem jedu



Měchýřovka portugalská - portugalská galéra (Physalia physalis)

- je to trubýš = kolonie specializovaných polypů vznášejících se na hladině s dlouhými vlákny pod vodou (až 30 m)
- nápadný je na ni veliký vzdušný měchýř měňavých barev, který plave na hladině moře a nese na spodní straně ramena akvamarínové barvy
- vlákna jsou extrémně nebezpečná, obsahují žahavé buňky, které způsobují zvětšování lymfatických uzlin, extrémní bolest, horečku, problémy s dýcháním a zástava srdce
- jed **physalitoxin** s hemolytickou aktivitou
- druhotně mohou nastat alergické reakce
- úmrtnost je v některých oblastech téměř 100 % - jed srovnatelný s jedem kobry
- vyskytuje se v Indopacifiku a Severním Atlantiku v otevřeném oceánu



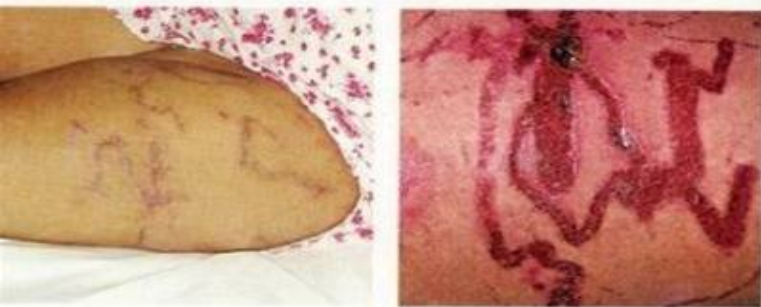
Měchýřovka portugalská



Čtyřhranka Fleckerova (čtyřhranka smrtelná) (*Chironex fleckeri*)



- mořská vosa může usmrtit člověka do čtyř minut po zasažení několikametrovými chapadly (pro její krabicovitý tvar se jí někde říká "Box Jellyfish" tedy krabicovitá medúza)
- dosahuje velikosti kolem 20 cm a má více jak 15 vláken v každém rohu těla, které mohou být až 3 m dlouhé-vlákno obsahuje více jak 5000 nematocytů (žahavých buněk)
- **chirinotoxin** – neurotoxický, hemolytický, dermatonekrotizační, kardiotoxický a cytolytický účinek
- výsky sever Austrálie, Filipíny, Vietnam či Hawai



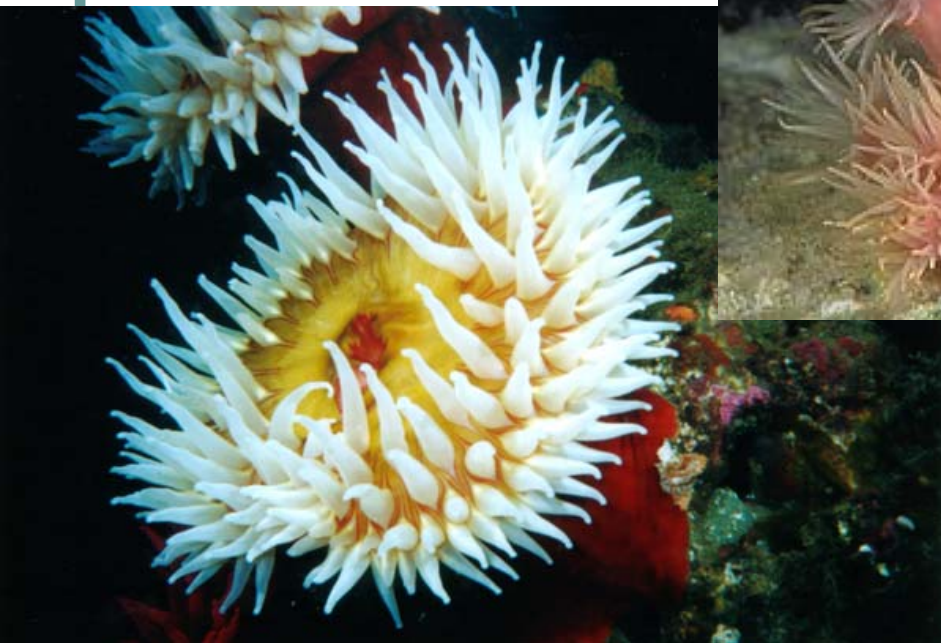
Stopy na pokožce po styku s žahavou medúzou "mořská vosa" - sea wasp





Korálnatci (*Anthozoa*)

- přisedlé organismy, velký počet žahavých chapadel
- v této třídě žahavců stojí na předním místě sasanky Actiniaria a částečně i praví útesoví korálnatci z řádu větevníků Mandreporaria Madreporaria, Scleractini
- požahání se projevuje pálením, zarudnutím, někdy i tvorbou puchýřů nebo nevolností



Měkkýši – *Mollusca*

Plži - Homolice (*Conus*)

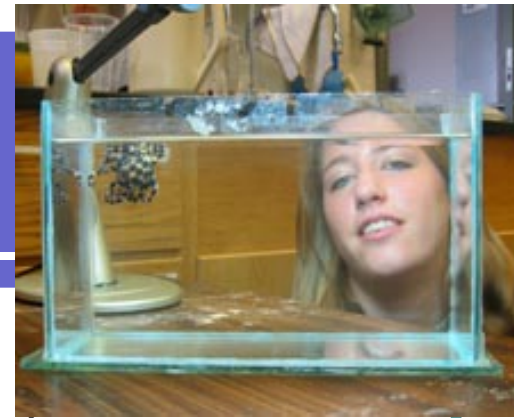
- je známo více než 400 druhů homolic, z nichž pro člověka jsou nejnebezpečnější *Conus geographus* délka 6 až 12 cm, *C. textile* délka 8 cm
- jed **conotoxin** těchto homolic je velmi účinný, proto zranění člověka homolicí může být smrtelné
- homolice disponují jedovou žlázou jakýmsi žihadlem zakončenou ostrým dutým zoubkem
- mechanismus toxického účinku spočívá ve vazbě na různé iontové kanály neuronálních membrán a jejich receptory, čímž dochází k bloádě nervosvalového přenosu
- klinický průběh intoxikace je charakterizován postupným ochrnutím svalstva a člověk umírá udušením po ochrnutí dýchacího svalstva



Měkkýši – *Mollusca*

Hlavonožci - Chobotnice skvrnitá (*Hapalochlaena maculosa*)

- Chobotnice kroužková (*Hapalochlaena lunulata*)



- žijí v Austrálii, velikost 8-10 cm
- její toxiny obsahují **tetrodotoxin**, který blokuje vedení periferním nervem
- jed je generován ve slinných žlázách a uvolňuje se při kousnutí
- klinické příznaky: znecitlivění rtů a jazyka, zastřené vidění, ztráta dotekových vjemů, obtížné mluvení a polykání, nevolnost, selhání respirace
- každoročně usmrtí více lidí než žraloci



Roy Caldwell

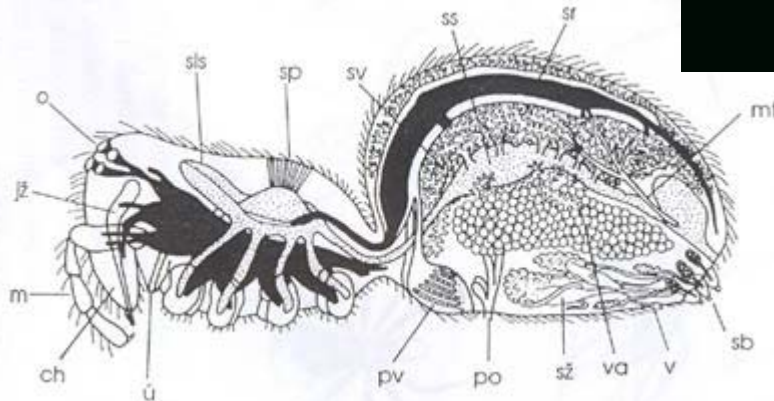
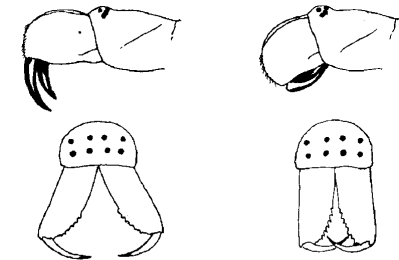
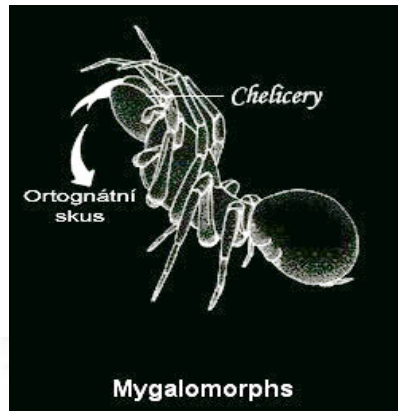


© John Natoli

Členovci (*Merostomata*)

Pavoukovci (*Arachnida*) - Pavouci

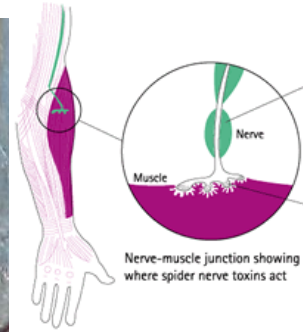
- na světě žije asi 400 tisíc druhů, v ČR asi 800
- všichni pavouci jsou jedovatí, ale jen málo druhů je nebezpečných člověku
- jedový aparát pavouků tvoří dvoučlenné chelicery, které slouží k uchopení a usmrcení kořisti
- nejdůležitějšími složkami pavoučího jedu jsou neurotoxiny postihující autonomní i motorické nervstvo a látky způsobující nekrotické změny v místě kousnutí
- ***Latrodectus* (snovačky)**
- ***Loxosceles***
- ***Phoneutria***
- ***Atrax* (sklípkani)**



Rod *Latrodectus*



- pavouci rodu *Latrodectus* žijí v teplejších oblastech po celém světě
- nejznámějším zástupcem je druh *Latrodectus mactans*, snovačka jedovatá, známá též jako „černá vdova“ – rozpětí nohou 2,5 cm
- výskyt: Amerika, Austrálie, Nový Zéland
- nejvýznamnější složkou jedu snovaček vyskytujících se i v jižní Evropě je protein **alfa-latrotoxin – působí neurotoxicky**
- přestože pavouk není agresivní, kousnutí jsou poměrně častá a kousnutí je vždy nebezpečné
- počet smrtelných kousnutí se snížil po zavedení antiséra
- již několik minut po kousnutí slabost dolních končetin, bolest hlavy a břicha, svalové křeče a hypertenze, vysoká teplota, pocení, kožní petechie, trombocytopenie, hemoglobinurie, selhávání ledvin, potíže s dýcháním
- v místě kousnutí erytém
- symptomy se stupňují několik hodin a přetrvávají dva až tři dny
- úmrtnost bez lékařské pomoci až 10 % existence antiséra



LD50 pro bílého laboratorního potkana při i.p. podání má hodnotu 0,55 mg/kg, pro myš 0,9 mg/kg

Rod *Loxosceles*

- pavouci jsou rozšířeni v teplých oblastech celého světa (7 – 15 mm)
- mají převážně hnědou barvu (Brown recluse spider)
- o jejich nebezpečnosti existuje mnoho mýtů, ale seriózních informací je málo
- zdržují se na klidných místech a kousnou, cítí-li se ohroženi
- svou kořist, hmyz, loví převážně v noci, zdržují se na klidných místech, v různých kůlnách, garážích, skříních
- složení jedu neznámé (glykoproteiny – dermonekrotický toxin)
- aktivují cytokiny, způsobují hemolýzu a selhání ledvin
- kousnutí nejprve nebolí, pak lokální reakce a prudká bolest, puchýře, ulcerace, **nekróza**



Rod *Phoneutria*

- žijí v Jižní Americe, kde způsobuje jejich kousnutí závažné intoxikace
- žijí na plantážích, zejména banánových (banánoví pavouci)
- jsou velcí až 5 cm a s trsem banánů se občas dostanou i do Evropy či jiné země
- oběťmi jsou většinou dělníci
- pavouci jsou útoční a velmi obávaní, většina kousnutí je na končetinách
- smrtelná kousnutí jsou vzácná (antisérum)
- jed působí neurotoxicky
- průběh intoxikace a její následky jsou méně dramatické
- v ohrožení života jsou ale malé děti a starší lidé

8 mg jedu usmrtí 1300 myší

toxicita srovnatelná s jedem chřestýše



Rod *Atrax*

- sklípkaní žijí jen v Austrálii a Queenslandu
- stavějí si sítě ve tvaru trychtýře, v jeho nejužší části číhají na kořist
- nejznámějším zástupcem *Atrax robustus* – **robustoxin** (3 až 4 cm) a *Atrax versuta* – **verutoxin**
- jsou velmi agresivní a často napadají člověka
- často vnikají do lidských obydlí (okolí Sydney), schovávají se v prádle a v oblečení
- jejich kousnutí je vždy mimořádně nebezpečné (antisérum)
- jed působí na presynaptických zakončeních a uvolňují nekontrolovaně neurotransmitery
- kousnutí je velmi bolestivé, v místě kousnutí krvácení a erytém
- účinek jedu převážně neurotoxický
- výrazná hypertenze a oběhové selhání
- průběh je velmi rychlý (úmrtí již po 15 min)
- v ohrožení jsou malé děti a starší lidé s oběhovými problémy
- existuje antisérum



Členovci (*Merostomata*) Pavoukovci (*Arachnida*) - Štíři



- vyznačují se velkými, klepetovitými makadly a zúženým prodlouženým zadečkem s jedovým ostnem
- jsou to noční živočichové, kteří se ve dne zdržují pod kameny, v písku či porostu
- rádi zalézají do temných koutů, pod odložený oděv či do bot
- jedový aparát je tvořen bodcem na konci posledního ocasního článku, který je vyplněn dvěma jedovatými žlázami, po stranách botce ústí dva otvory
- dokážou hladovět až dva roky
- jejich jed je většinou neurotoxin - množství jedu se druhově liší a pohybuje se v rozmezí od 0,1 až 0,6 mg
- štíři používají svůj jed k zabití nebo paralyzování kořisti, jed proto působí rychle a tak umožňuje štírovi kořist polapit a sežrat
- na místě bodnutí se může objevit otok šedé či zarudlé barvy, někdy však nevyvolá žádnou na povrchu viditelnou reakci
- pichlavou bolest u nebezpečných druhů doplní bolesti v oblasti břišní, zhoršené dýchání, pocení, někdy také pěna u úst
- smrt nastane obrnou dýchacího systému u dospělého člověka zhruba po třech dnech
- proti jedu se vyrábí sérum z krve koní

Členovci (*Merostomata*) Pavoukovci (*Arachnida*) - Štíři



Foto: Ondřej Řeh

Štír tlustorepý (*Androctonus australis*) je silně jedovatý druh štíra, žijící v severní Africe, ve své domovině má na svědomí 80 % úmrtí po bodnutí štírem



Štír středomořský (*Buthus occitanus*) délka 8 cm, vyskytují v celé severní Africe, na Balkáně, v jižní Francii, v jižním Španělsku – nebezpečí pro děti

Členovci (*Merostomata*)

Hmyz



Buldočí mravenci (*Myrmecia gulosa*)

- žijí v Austrálii a Tasmánii
- k útoku využívají mohutná kusadla, pálivou kyselinu mravenčí, kterou vstříkují do těla oběti, a dokonce i žihadla
- jed může způsobit anafylaktický šok až smrt člověka, složení jedu podobné včelám či vosám
- třicet takových bodnutí dokáže zabít i člověka!
- dělnice některých druhů doslova skáčou na lidské vetřelce poměrně velkými skoky, jimiž se vrhají do vzduchu



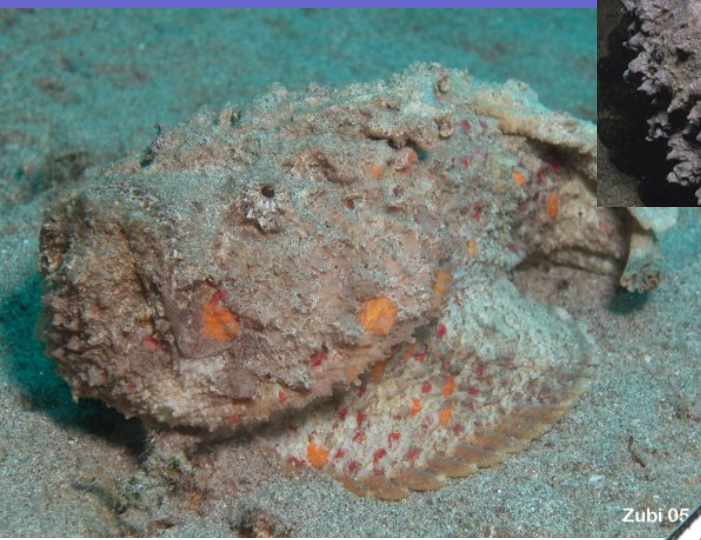
Mravenec
lesní



Strunatci (*Chordata*)

Ryby

jedy jsou bílkovinné povahy, proto se teplem denaturují a ztrácejí účinnost



Zubi 06

Odranec pravý *Synanceia verrucosa*



Osten odrance

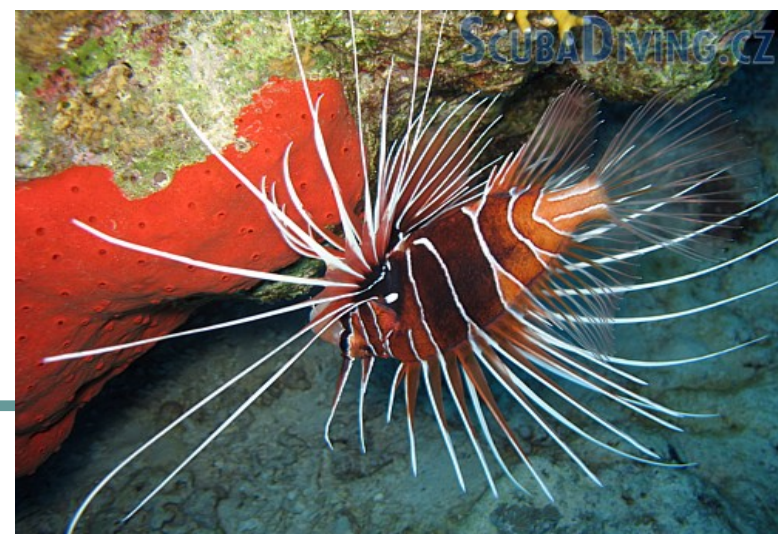


Zubi 06

Ropušnice plochohlavá
Scorpaenopsis oxycephala



Perutýn ohnivý *Pterois volitans*



SCUBADIVING.CZ

Perutýn ostnatý
Pterois radiata

Strunatci (*Chordata*)

Paryby

Trnucha obecná (*Dasyatis pastinaca*)
má na hřbetě u kořenu trn s jedovou žlázou,
kterou užívá k obraně

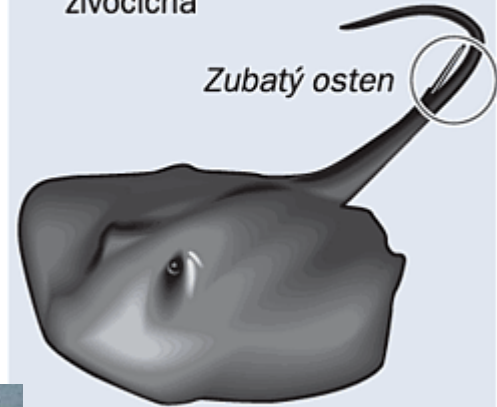


Steve Irwin

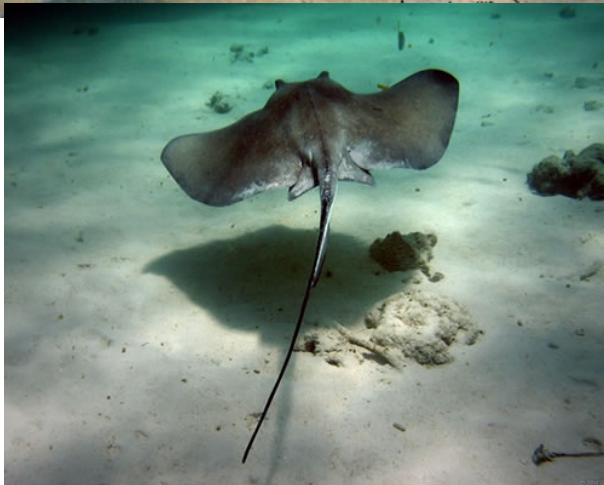
Rejnok trnucha

- Rejnok je 1,2 až 2 metry široký
- Při zásahu jedovatým ostnem trhá tkáň
- Většinu útoků způsobí neopatrné našlápnutí na živočicha

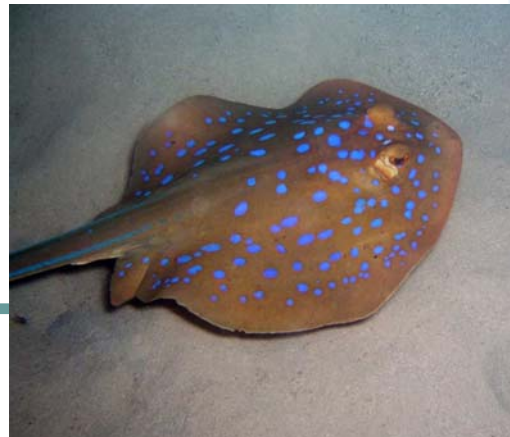
Zubatý osten



Jedovatý zubatý osten je dlouhý až 20 cm

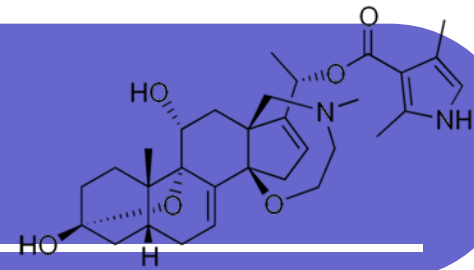


REJNOK



Strunatci (*Chordata*)

Obojživelníci



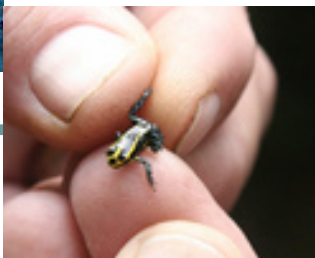
- žáby čeledi *Dendrobatidae*, které obývají tropické deštné oblasti Jižní a Střední, velikost 1,2 až 5 cm
- **batrachotoxin** je silně účinný kardiotoxický a neurotoxický steroidní alkaloid
- LD₅₀ pro člověka odhaduje na 1 až 2 µg/kg - letální dávka pro 68 kg člověka může být přibližně 100 mikrogramů, tedy ekvivalent váhy dvou zrněk jemné kuchyňské soli
- jed z jedné žáby může usmrtit až 2000 myší



Phylllobates terribilis



Phylllobates aurotaenia



copyright 1999 by Tobias Eisenberg



Strunatci (*Chordata*)

Obojživelníci



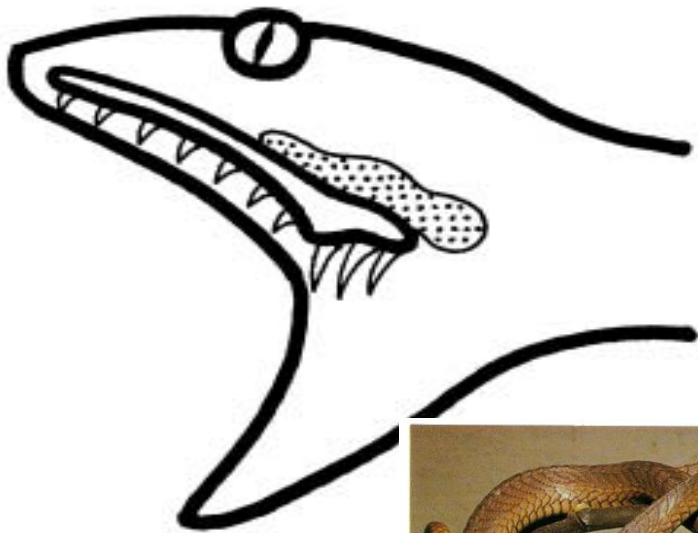
TOXIN	ŽÁBA	LD ₅₀ mg/kg s.c. myš
Batrachotoxin	<i>Phyllobates aurotaenia</i>	0,003
Zetekitoxin AB	<i>Atelopus zeteki</i>	0,01
Serotonin	<i>Dendrobates auratus</i>	0,3
Bufotoxin	<i>Bufo vulgaris</i>	0,4
Pumiliotoxin	<i>Dendrobates pumilio</i>	1,5
Norepinephrin	<i>Bufo</i> spp.	5,0
Candicin	<i>Bufo</i> spp.	10,0
O-methylbufotenin	<i>Bufo</i> spp.	75,0

Strunatci (*Chordata*)

Plazi - Hadi



- z více než 3500 druhů hadů je přibližně 375 považováno za nebezpečné pro člověka
- složení jedů je z 90 % voda a 5-15 % jsou enzymy, proteiny, peptidy a aminokyseliny
- na celém světě umírá ročně v průměru 60 tisíc lidí na následky uštknutí
- **Neurotoxiny** - působí na neuromuskulární synapse, a tak způsobují svalovou paralýzu. Velmi rychle vstřebávají (příznaky intoxikace minut po uštknutí), fatální je paralýza svalstva dýchacího při plně zachovaném vědomí-jedy korálovcovitých hadů (kobry, mamby, korálovci) a chřestýšů.
- **Kardiotoxiny** tvoří složku jedu některých kober - přímý účinek na srdeční sval
- **Myotoxiny** (působí na svalovinu – paralyzují) nejvyšší zastoupení mají v jedu vodnářů, některých korálovcovitých a chřestýšů, hlavním klinickým příznakem účinků myotoxinů je myonekróza (odumření svalových vláken) a myoglobinurie s následným možným renálním selháním
- **Hemokoagulační toxiny** - jsou zastoupeny v jedech zmijovitých, chřestýšovitých, mohou se však vyskytovat i u některých hadů ze skupiny opisthogypha a proterogypha, způsobují hemokoagulační rozvrat
- **Vazodilatační komponenty** a látky **zvyšující permeabilitu kapilár** – způsobují ztrátu tekutin, proteinů i krevních elementů, tyto příznaky jsou časté po uštknutí chřestýšovitými a některými zmijovitými hady
- **Toxiny s cytotoxickou aktivitou a hydrolytické enzymy** - způsobují nescifickou destrukci tkání lokálně i systémově, mohutné lokální nekrózy a orgánová poškození jsou příznačné pro většinu chřestýšů a řadu zmijí



JOHN H. TASHJIAN/CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES

Nejvážnější následky má uštknutí hady z čeledi Elapidae, především uštknutí kobrami, bungary, mambami, australskými hady a mořskými hady



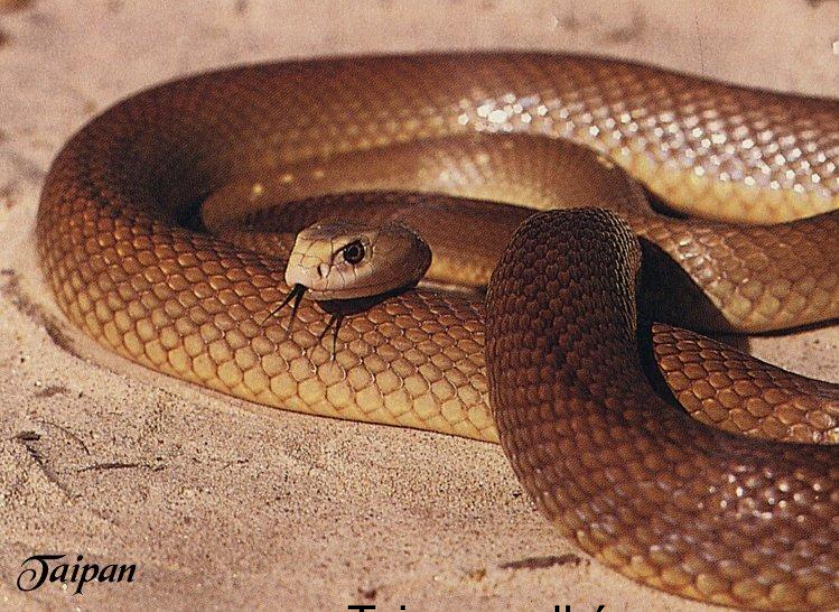
Tim Jackson



© Jan Ševčík
www.naturfoto.cz

bojga africká
Dispholidus typus





Taipan

Taipan velký
(*Oxyuranus scutellatus*) - Austrálie

přibližně 5 mg jedu (suchého) smrtelná dávka
had může vyprodukovat v jednom uštknutí až 400 mg jedu
jedním uštknutím teoreticky může usmrtit 80 lidí



Kobra královská (*Ophiophagus hannah*) – Indie..



Mamba černá (*Dendroaspis polylepis*) - Afrika



Pakobra východní (*Pseudonaja textilis*)



Zmije gabunská (*Bitis gabonica*) - Afrika



Pakobra australská (*Pseudechis australis*)



Pakobra páskovaná (*Notechis scutatus*) -Austrálie



Ploskolebec vodní (*Agkistrodon piscivorus*)

Hadi - nejedovatější



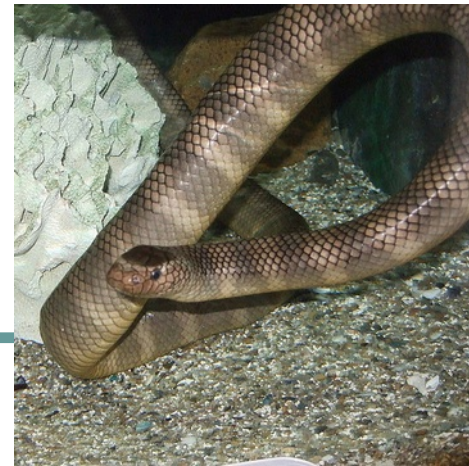
Vodnář Belcherův (*Hydrophis belcheri*)



Taipan menší (*Parademansia microlepidota*)



Vodnář kobří (*Enhydrina schistosa*)





**Noha 11letého
ecuadorského hocha
dva týdny po kousnutí
křovinářem
aksamitový (*Bothrops
asper*). Poškození
tkáně postupuje velice
rychle a nedokáže je
zastavit ani včasné
podání antiséra.**



© W. Wüster



© Jan Ševčík

Strunatci (*Chordata*)

Plazi - Hadi

LATINSKÝ NÁZEV	ČESKÝ NÁZEV	LD ₅₀ mg/kg i.v. myš
<i>Vipera russellii</i>	Zmije řetízková	0,08
<i>Naja naja</i>	Kobra indická	0,13
<i>Bungarus multicinctus</i>	Bungar páskovaný	0,16
<i>Crotalus durissus</i>	Chřestýš brazilský	0,169
<i>Akgistrodon rhodostoma</i>	Ploskolebec plantážní	0,38
<i>Vipera berus</i>	Zmije obecná	0,55
<i>Micrurus fulvius</i>	Korálovec žlutavý	0,9
<i>Bitis lachesis</i>	Zmije útočná	2,0
<i>Lachesis mutus</i>	Krovinář němý	4,51

Savci (Mammalia)

Ptákořitní – Monotremata

- **Ptakopysk (*Ornithorhynchus anatinus*)** - jedový aparát na zadních končetinách samců; jeho domovem jsou břehy stojatých nebo pomalu tekoucích vod Austrálie a Tasmánie
- **Ježury (rod *Tachyglossus*)** - podobný aparát jako ptakopysk; žijí v Austrálii, Tasmánii, Nové Guineji

Hmyzožravci – Insectivora

- jedové žlázy vyúsťují blízko báze spodních řezáků
- např. **rejsek krátkoocasý (*Blarina brevicauda*)** - 12 cm, žije v Severní Americe, jed obsahuje neurotoxické složky, bolestivé kousnutí - otok



DĚKUJI ZA POZORNOST

