

Pohnime rozumom! – 12. časť

Zo vzduchu do vody

MVDr. Peter HOLAKOVSKÝ
Veľký Šariš

Ing. Štefan HOLAKOVSKÝ
patentová a známková kancelária GENiUM, Bratislava

V predchádzajúcej časti sme sa venovali bionike v súvislosti s lietaním. Teraz sa strmhav vrhneme pod vodnú hladinu. Podobne, ako to pri love rýb robia niektoré druhy vtákov, napríklad pelikány, suly, angingy, prípadne rybáriky.

Tieto vtáky sa po vyhladaní koristi strmhav vrhajú do vody, niekedy až z výšky 30 metrov.

Pri dopade na vodnú hladinu pritom dosahujú značnú rýchlosť. Niektoré pramene uvádzajú, že bola nameraná rýchlosť až 95 km/h. Je známe, že „tvrdosť“ dopadu na vodnú hladinu sa stupňuje so zvyšovaním rýchlosti. Pri rýchlosti skoro 100 km/h by náraz na vodnú hladinu nedopadol dobre ani pre živočíchov s pevnejšou stavbou tela, ako majú vtáky.² Napriek tomu sa vtákom

„Teraz, keď sme sa naučili lietať v povetrí ako vtáci a potápať sa ako ryby, zostáva už iba jediný: naučiť sa žiť na Zemi ako ľudia.“

(G. B. Shaw)

pri takomto dopade nič nestane. Pozorným sledovaním spomalených filmových záberov z takejto „rybačky“ zistíme, že vták tesne nad hladinou **zmení tvar svojho tela z aerodynamického na hydrodynamický**. Vystrie krk a krídla natiahne pozdĺž tela tak, že tvarom pripomína šíp. To však nie je všetko. Skúmaním anatómie týchto vtákov bolo zistené, že pod kožou na krku a hrudi majú vzdušné vaky, ktoré pri dopade na hladinu plnia podobnú funkciu ako **airbagy** v automobiloch.³ Náraz vtáka na vodu pri takejto rýchlosti však dokáže rybky plávajúce pod hladinou omráčiť, prípadne aspoň dezorientovať tak, že si s nimi lovec ľahko poradí.

Pri rybolove a loveckých technikách ešte na chvíľu zostaneme. Človek nebol prvý, ktorý sa živil aj rybolovom, ale vďaka svojmu umu tvorivo vylepšoval spôsob lovu, ako aj rybárske náčinie. No ani ďalším tvorivým prístupom k tejto činnosti.

Azda najjednoduchším sa zdá spôsob prikradnúť sa k rybe a zmocniť sa jej priamo vo vode. Od nepamäti tak loví množstvo vodných živočíchov pomocou zobákov, čeľustí alebo pazúrov. Človek nie je výnimkou a chytanie rýb holými rukami praktizovali nielen pravekí lovci, ale je známe aj v súčasnosti. Úspešnosť takého lovu je však veľmi malá a väčšinou končí tým, že sa lovec poriadne namočí a premrzne. Väčšina z nás už nemá možnosť vyskúšať si obtiažnosť takéhoto lovu. Ako príklad však určite postačí skúsenosti s „výlovom“ tarbavého vianočného kapra z vane.



Foto: Alan M. Pavlik¹

¹ http://www.justabovesunset.com/photography/html/pelicans_fishing.html

² <http://acidlog.fczbkk.com/blog/1165327124/hollywoodske-nezmysly-pad-do-vody>

³ <http://wapedia.mobi/sk/Pelecaniformes>

S cieľom zlepšiť úspešnosť lovu bez nástrojov, iba použitím vlastného tela, sa počas fylogenetického vývoja zmenili telá niektorých živočíchov na účinné „zbrane“. Niektoré schopnosti živočíchov sa ľuďom, aj napriek rozvoju vedy a techniky, doposiaľ nepodarilo ani len úspešne napodobniť.

Jedným z dôležitých faktorov úspechu je rýchlosť pohybu vo vode. **Svetový rekordér v plávaní na 100 metrov** volným spôsobom túto vzdialenosť prekoná rýchlosťou zhruba **7,6 km/h**. V porovnaní s rekordérmí vodnej ríše je však beznádejne pomalý.

Mečiarovitá ryba **plachetník atlantický** dokáže preplávať vzdialenosť 91 metrov za tri sekundy, teda rýchlosťou **109 km/h**. To znamená, že **je rýchla ako najrýchlejší suchozemský cicavec – gepard**. Vo vode však musí prekonávať oveľa väčší odpor ako gepard na súši. **Aj najmodernejšie ponorky, napriek vysokému výkonu motorov, by preteky s plachetníkom prehrali**. Ako plachetníky dokážu vyvinúť takúto rýchlosť, doposiaľ nikto nevysvetlil.

Človek síce vymyslel rýchle člny, ktoré dokážu na hladine plávať aj rýchlejšie, no tie sú konštruované tak, aby sa kĺzali po hladine s čo možno najmenším ponorom, čím sa minimalizuje odpor vody.

Plachetníky sú zaujímavé aj tým, že lovia ryby v skupinách (svorkách), podobne ako vlci. Pri nadržaní rýb si pomáhajú veľkou chrbtovou plutvou v tvare plachty. Keď ju rozťahnu, zdajú sa väčšími a nebezpečnejšími, čím zadržujú lovené ryby, a tým ich udržujú v zovretom húfe.



Foto: Paul Nicklen⁴

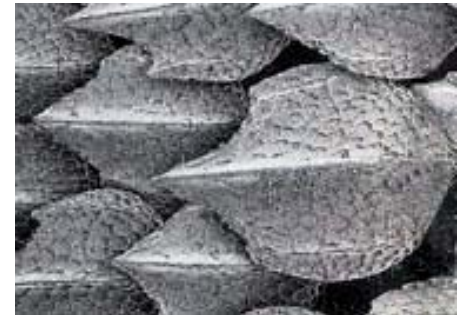


Zubom podobná plakoidná šupina

K rýchlym plavcom patria aj niektoré žraloky a morské cicavce z čeľade delfínovitých (kosatky a delfíny).

Žralok je slovenské označenie viacerých rodov podtriedy žralokovitých z triedy drsnokožcov. Väčšina z nás si však pod týmto pojmom predstaví jeho najdravejších zástupcov, ktorí majú na svedomí aj ľudské životy. Nie všetky žraloky sú však útočné a nebezpečné. Z viac ako 350 známych druhov žralokov iba v prípade 35 druhov boli zaznamenané útoky na človeka. Skutočne nebezpečných je však iba 12 druhov, pretože tieto zaútočili na ľudí viackrát.

Plavecké schopnosti dravých žralokov boli a sú predmetom skúmania mnohých vedcov. Ako hovorí samotný názov drsnokožce, **koža žralokov je drsná**. Na dotyk pripomína skôr brúsny papier ako kožu živého zvieratá. Takýto typ zvieracej kože je výnimočný a **výnimočné sú aj jej vlastnosti**. Drsnosť žralochej kože spôsobuje množstvo drobných ostrých plakoidných



Prevzaté z: www.zone.sk/animals/zraloky.html a www.iabc.cz/scripts/detail.php?id=535

šupiniek svojím zložením a štruktúrou podobných miniatúrnym zubom.

Na prvý pohľad sa môže zdať drsná koža pri plávaní nevýhodnou a očakávalo by sa od nej zvýšenie trenia povrchu tela proti vode. Opak je však pravdou. **Účelový dizajn šupiniek na koži žraloka zabraňuje turbulencii vody, čo zlepšuje hydrodynamické vlastnosti jeho tela. Na tomto princípe už boli vyvinuté aj plávacie úbory, pomocou ktorých plavci dokážu plávať rýchlejšie a s menším výdajom energie**. No štruktúra kože žralokov má ešte jednu výhodu. Chráni ich pred ektoparazitmi, ktoré sa nedokážu na takomto pichľavom podklade prichytiť.

Koža však nie je jediným orgánom žralokov, ktorý ich robí v živočíšnej ríši výnimočnými. O ich vlastnostiach a schopnostiach by sa dal napísať samostatný článok. Stručne spomenieme iba niektoré. Napriek tomu, že nemajú kosti, ale chrupavky, prežívajú svojou silou. Čeluste žralokov sú vybavené zubami, ktoré sa neustále obnovujú počas celého ich života. Sú usporiadané v radoch za sebou a použité, **opotrebované alebo vylámané zuby postupne nahrádzajú zuby z ďalších radov**. Druhy, ktoré

4 <http://81.0.246.28/priroda-a-zvirata/plachetnik-ve-viru-lovu-2720/>



Prevzaté z: http://i.pravda.sk/08/052/skcl/P23230332_zralok.jpg

aktívne útočia na korisť tým, že sa do nej zahryznú, majú hornú čeľusť pohyblivo zavesenú na väzoch. Žralok ju dokáže čiastočne vysunúť z papule a zahryznutie sa tým stáva podstatne účinnejším.

Vybavenie žralokov zmyslovými orgánmi a ich citlivosť sú obdivuhodné. Dokážu zachytávať a lokalizovať aj zvuky pre človeka nepočuteľné (a to aj zo vzdialenosti niekoľkých kilometrov). Niektoré pramene uvádzajú, že **žraloky dokážu začuť jednu kvapku krvi v 4,6 miliónoch litrov vody**. Slúžia im na to dokonalé čuchové orgány, ale aj chuťové bunky uložené v koži, takzvané chuťové bradavky. Žralok vás tak dokáže ochutnať ešte predtým, než si do vás zahryzne. Medzi zmyslové orgány žralokov patrí aj bočná čiara. Je to orgán vybavený receptormi veľmi citlivými na tlak a vibrácie. Pomocou neho žraloky dokážu vnímať pohyb vo vode, ktorý spôsobuje jej vibráciu, a tak lokalizovať zdroj tohto vlnenia. **Citlivosť bočnej čiary je taká veľká, že dokáže zachytiť aj tlkot srdca ukrytej koristi.**

Pre lepšie videnie v zlých svetelných podmienkach sú oči žralokov vybavené lesklou vrstvou (tapetum lucidum), ktorá sa nachádza za sietnicou. Svetlo prechádzajúce cez sietnicu sa na tejto lesklej vrstve odrazí a tak prechádza dvakrát cez receptory, ktoré sa v nej nachádzajú.

Výnimočným orgánom žralokov sú aj Lorenzinio ampuly. Sú to **detektory citlivé na tlak, teplo, vibrácie, zmenu slanosti vody, ale aj na nepatrné zmeny elektrického, ba dokonca i magnetického poľa. Pomocou tohto orgánu žralok môže odhaliť korisť aj v úplnej tme alebo zahranú v piesku. Ak by sa ľudom podarilo takýmto citlivými senzormi vybaviť lode a ponorky, ich pohyb vo vode by sa stal oveľa bezpečnejším.**

Predmetom skúmania vedcov je aj imunologický systém žralokov. Je známe, že vďaka nemu sa im rýchlo a bez infekcie hoja aj veľmi znečistené rany a **v prípade žralokov sa nevyskytuje rakovinové bujnenie.**

Kvôli plaveckým schopnostiam ľudia už dávno obdivovali aj **delfíny a kosatky**. Anglický zoológ James Gray tvrdil, že pri tvare a veľkosti tela týchto zvierat by ich sily nemali stačiť na to, aby plávali takou rýchlosťou. Hovorilo sa tomu **Grayov paradox**. Skúmaním delfínov sa zistilo, že

aj ich koža, podobne ako koža žralokov, dokáže znížiť turbulenciu vody.

Delfíny dokážu meniť pružnosť a napätie kože tak, aby sa odpor spôsobovaný turbulenciou minimalizoval. Pružné povlaky podobné koži delfínov boli už úspešne odskúšané pri konštruovaní lodí a ponoriek.

Podobne ako žraloky, aj delfíny sú vybavené citlivými a výnimočnými zmyslovými orgánmi. Je všeobecne známe, že **delfíny už dávno pred človekom používali echolokáciu na spôsob sonaru**. Predpokladá sa, že delfíny pomocou echolokácie „vidia“ nielen obraz živočíchov, ktoré lokalizujú, ale aj obraz ich vnútorných orgánov, od ktorých sa „sonarom“ vyslané vlnenie odrazí.

Niektoré druhy vtákov sa však nemusia ani poriadne namočiť, aby si rybu ulovili. Stačí im ostrý špicatý zobák, ktorým ako **kopijou prepichnú rybu**, ak sa priblíži na dosah ich dlhého svižného krku. V našich končinách tak väčšinou robia vtáky z radu brodivce a hlavne z čeľade volavkovitých. Človek si v minulosti nemohol nevšimnúť výhody takejto spôsobu lovu, o čom svedčia nálezy kópií a harpún v sídliskách pravekých lovcov. Tento spôsob lovu je lepší ako lov holými rukami, no ryba musí byť na dosah a lovec ju musí vidieť. Dá sa to zabezpečiť dvoma spôsobmi: priradnúť sa nepozorovane ku koristi alebo ju prilákať na nejakú návnadu. Takúto taktiku lovu v prírode už dávno vyriešilo množstvo živočíchov. Veľmi peknu ukážkou je video, ktoré si môžete pozrieť na stránke⁵, kde **vták na kúsok chleba láka k brehu rybky, aby ich mohol chytiť**.



Foto: Bruce Robinson/Corbis⁶

5 <http://www.youtube.com/watch?v=UNTW7GH325U>

6 <http://www.webexhibits.org/causesofcolor/4ADA.html>

Návnadu pri rybačke však nepoužívajú iba vtáky. Ryba, ktorá je pre svoj strašidelný vzhľad nazývaná morský čert⁶, má na hlave výrastok podobný udici. Táto „udica“ je zakončená buď vlniacimi sa strapcami, alebo pokiaľ ide o druh vyskytujúci sa vo veľkých a tmavých morských hĺbkach svetielkujúcou guľôčkou.⁷ **Morský čert** vie touto „udicou“ pohybovať tak, že **dôverčivé a zvedavé rybky priláka až pred svoju hladnú papuľu.**

Podobný spôsob lovenia na návnadu používa napríklad aj korytnačka **kajmanka supia**. Tá však **nepotrebuje ani udicu**. Na konci jazyka má totiž pohyblivý výrastok, ktorý sa svojím tvarom a farbou na nerozoznanie podobá na červíka. Pri love korytnačke stačí nehybne ležať na dne a dokorán otvoriť svoje veľké čeluste. Potom začne výrastkom na jazyku napodobovať pohyb skrúcajúceho sa červíka. Ryba, ktorá chce takéhoto červíka zožrať, sa sama stane spestrením jedálneho lístka kajmaniky.

Ani chytenie rýb pomocou siete nie je „ľudským“ vynálezom. Na podobnom princípe loví aj veľryba vráškavec dlhoplutvý nazývaný aj **keporkak**.⁸ Skupinka týchto veľrýb dokáže vypúšťaním vzduchu pod hĺbom rybiel vytvoriť okolo nich valcovitú alebo špirálovitú „stenu“ z bubliniek podobnú rybárskej sieti. Tak si **rybky uväznia v malom priestore, aby ich mohli ľahšie nabráť do papule.** Čeluste týchto veľrýb však nie sú vybavené zubami. Sú lemované hustými a pružnými lamelami nazývanými kostice. Cez ne jazykom **ako cez cedidlo vytlačia vodu a prehltnú iba ulovenú korisť.** V minulosti sa kostice pre ich pružnosť používali ako výstuha podprsieniek, korzetov a dáždnikov.

Vodné živočíchy sa vyrovnali aj so skutočnosťou, že voda dokáže oveľa účinnejšie odvádzať z tela teplo, ako je to na vzduchu. Príroda to vyriešila tak, že **telesná teplota niektorých živočíchov je rovnaká alebo veľmi podobná tej, ktorá ich obklopuje.** Ide o studenokrvné živočíchy. Tieto dokážu prispôbiť svoj metabolizmus daným teplotným podmienkam. Teplokrvné živočíchy k svojmu životu však potrebujú udržiavať telesnú teplotu čo najstabilnejšiu a pri jej výraznejšej zmene je ich život ohrozený.

Proti podchladeniu sa bránia viacerými spôsobmi, väčšinou na princípe izolácie, vodné živočíchy najčastejšie pomocou hrubej vrstvy tuku.

Tie živočíchy, ktoré sú v podstate suchozemcami a do vody chodia iba loviť, si okrem vrstvy tuku berú do vody aj vzduchovú izoláciu. Je to hustý kožuch alebo perie plné vzduchových bubliniek, ktoré ich chránia pred podchladením. Robia tak ľadové medvede, morské vydry, ale aj tulene a tučniaky.

Na podobnom princípe sa človek vo vode chráni neoprénovým oblekom, v ktorom sú vzduchové bublinky uzatvorené v pružnom materiáli.

Princíp vzduchových bubliniek vynálezcovia a konštruktéri využili pri návrhoch spacích vakov a zimných bünds izoláciou z dutých vlákien.

Okrem izolácie niektoré živočíchy používajú proti podchladeniu aj **princíp rekurácie.** Ide väčšinou o vodné vtáky, ktoré dokážu bez ohrozenia svojho zdravia dlhodobo plávať a chodiť v studenej vode, prípadne postávať na ľade a snehu. Ich cievny systém v nohách je usporiadaný tak, že pri tom dochádza k minimálnej strate tepla. Krv prúdiaca do chodidla odovzdáva totiž teplo krvi vracajúcej sa späť. Telesná teplota vtákov je okolo 40 – 42 °C, ale teplota chodidla vtáka stojaceho na ľade je blízka 0 °C.

Zaujímavé „technické“ riešenia použila príroda aj pri zabezpečovaní pohybu vodných živočíchov. Je známe, že chobotnice, kalmáre a sépie okrem bežného pohybu pomocou ramien a vlnenia plutvového lemu používajú aj **reaktívny – prúdový pohon.** Prudkým vystrekovaním prúdu vody dokážu uniknúť značnou rýchlosťou. Okrem toho väčšina z nich dokáže vypustiť oblak tmavého farbiva, ktoré na **spôsob dymovej clony** znemožní sledovať trasu ich úniku. **Chobotnice a sépie sú aj majstrami v maskovaní.** Dokážu meniť zafarbenie svojho tela tak, že dokonale splynú s pozadím. Použitie tohto princípu by sa určite uplatnilo v armáde.

Literatúra a internetové zdroje

BREHM, A. E.: Život zvierat. Bratislava : Obzor, 1971.

Fakty a rekordy (Facts and Records//2003 Usborne Publishing Ltd 2003). Ríčany : JUNIOR, 2007.

http://www.justabovesunset.com/photography/html/pelicans_fishing.html

<http://acidlog.fczbkk.com/blog/11653-27124/hollywoodske-nezmysly-pad-do-vody>

<http://wapedia.mobi/sk/Pelecaniformes>

<http://81.0.246.28/priroda-a-zvirata/plachetnik-ve-viru-lovu-2720/>

www.zone.sk/animals/zraloky.html

www.iabc.cz/scripts/detail.php?id=535

http://i.pravda.sk/08/052/skcl/P23-230332_zralok.jpg

<http://www.youtube.com/watch?v=UNT-w7GH325U>

<http://www.webexhibits.org/causes-of-color/4ADA.html>

www.zvieratkovo.estranky.cz/clanky/zaujímavosti/vselico-o-zvieratach

http://wapedia.mobi/sk/Vr%C3%A1skavec_dlhoplutv%C3%BD

THINK IT! – PART XII
FROM AIR INTO WATER
HOLAKOVSKÝ, P., HOLAKOVSKÝ, Š.:
Bionics (Continuation). Inspirative examples of using information on aquatic animals. Pelican, Billfish, Shark, Dolphin, Orca, White Anglerfish, Humpback Whale, Alligator Snapping Turtle.

*Pokračovanie
v Duševnom vlastníctve č. 3/2009*

⁷ www.zvieratkovo.estranky.cz/clanky/zaujímavosti/vselico-o-zvieratach

⁸ http://wapedia.mobi/sk/Vr%C3%A1skavec_dlhoplutv%C3%BD