

## O METODIKE ZÍSKAVANIA KONODONTOV

*Rudolf Mock\**

Abstrakt: Autor v predkladanom metodickom článku uvádza návod na najmodernejšie a najpoužívanejšie metódy získavania konodontov z rôznych druhov morských sedimentov. Problematiku spracoval na základe údajov zo zahraničnej literatúry a hlavne na základe vlastných skúseností.

## Úvod

Konodonty — táto zo Západných Karpát donedávna takmer celkom neznáma skupina mikrofosílií — patria medzi najcennejšie vedúce skameneliny paleozoika a triasu (po rét). Všeobecne sa uvádza, že konodonty sú zo stratigrafického hľadiska tretou najdôležitejšou skupinou mikrofosílií — po foraminiferách a ostrakódach. Otázka ich systematického postavenia nie je dodnes vyriešená. Je to najväčšia a rozhodne najzaujímavejšia skupina fosílií, ktoré zahrňujeme do Problematica.

V posledných rokoch sme pristúpili k systematickému štúdiu konodontov v Západných Karpatoch. Zatiaľ sa nám podarilo získať určiteľnú faunu len zo stredného a vrchného triasu z rôznych južnejších a tektonicky vyšších jednotiek (R. Mock, 1971). Už prvé výsledky ukázali, že konodonty predstavujú veľmi cenné fosílie, pomocou ktorých sa dá určiť, spresniť alebo potvrdiť vek rôznych triasových hornín. Je veľmi pravdepodobné, že sa v budúcnosti podarí získať konodontovú faunu aj z paleozoika Centrálnych Západných Karpát. Treba poznamenať, že konodonty sa vzácné zachovávajú aj v značne metamorfovaných sedimentoch (až fylitoch). V posledných dvoch desaťročiach sa podarilo pomocou konodontov stratifikovať niekoľko metamorfovaných paleozoických sérií, napr. v Harzi, v Rakúsku, v Škandinávii, u nás v Ještědskom pohorí a v slabometamorfovanom kulme a inde. V Bulharsku sa našli triasové konodonty v kryštálických bridliciach, ktoré boli dovtedy považované za predkambrické.

Prvý a často najväčší problém pri štúdiu konodontov je ich nájdenie a vyseparovanie z horniny. V ďalšom sa chcem podeliť so záujemcami o skúsenosti, ktoré som doteraz získal.

\* RNDr. Rudolf Mock, Katedra geológie a paleontológie PF UK, Bratislava, Gottwaldovo nám. 2.

### Vlastnosti konodontov

Skôr ako pristúpime k vlastnej problematike, treba uviesť niekoľko najdôležitejších údajov o fyzikálnych vlastnostiach a látkovom zložení konodontov.

Ich veľkosť kolíše od zlomkov mm do 2—3 mm. Najväčšie sú niektoré devónske a spodnokarbónske formy; tie vidno v hornine aj voľným okom. Permské a triasové konodonty sú všeobecne najmenšie — ich priemerná veľkosť sa pohybuje okolo 0,1—0,2 mm. V nore sú časté aj formy pod 0,1 mm.

Farba konodontov je variabilná. Paleozoické jedince sú najčastejšie šedé až čierne, hnedé alebo jantárovožlté. Navetrané sú svetlošedé až biele (tie dobre vidno napr. na vrstevných plochách čiernych bridlíc). Triasové sú svetlohnedé, bezfarebné alebo šedé.

Experimentálne sa dá dosiahnuť, že keď zahrejeme bezfarebné jedince asi na teplotu 300 °C, stmavnú, a napokon očernejú. Je zaujímavé v tejto súvislosti uviesť, že konodonty z tektonicky postihnutých vrstiev sú vždy tmavošedé až čierne, zatiaľ čo z tej istej vrstvy z tektonicky neporušeného úseku sú bezfarebné a číre.

Konodonty môžu byť priesvitné (zriedka sklovito číre) až nepriesvitné.

Tvrdosť kolíše od 3 do 5 stupňov Mohsovej stupnice.

Špecifická váha konodontov sa pohybuje od 2,84 do 3,10.

Konodonty sú veľmi rezistentné. Prechádzajú do rezídua a hromadia sa v náplavoch. Majú teda dobré predpoklady na resedimentáciu. Resedimentovaná fauna môže zapríčiniť stratigrafické omyly.

Index lomu kolíše od 1,595 do 1,612.

Konodonty sú zložené z fosforečnanu vápenatého, ktorý sa svojím chemickým zložením najväčšmi približuje minerálu dahlitu s fluórom — z izomorfného radu dahlit-francolit (skupina apatitových minerálov). Priemerné chemické zloženie je podľa S. P. Ellisona (1944) takéto: CaO 48,05 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 34,96 %, nerozpustné látky (asi znečisteniny) 3,96 %, zvyšok 13,03 % (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, F<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a organická hmota).

### Výskyt konodontov

Konodonty, lepšie povedané konodonty obsahujúce organizmy, žili výlučne v morských podmienkach. Našli sa prakticky vo všetkých druhoch morských sedimentov; vo faciách abysálnych až plážových. Boli to pravdepodobne voľne plávajúce, planktonické organizmy.

Najviac konodontov obsahujú hlavonožcové a bioklastické, ďalej kalové, hľuznaté a rohovcové vápence. (Sú známe prípady, že v 1 kg horniny je až 1 000 jedincov.) Veľmi bohaté môžu byť aj niektoré sliene a ílovité bridlice (až niekoľko 100 exemplárov na 1 kg horniny).

Teoreticky možno nájsť konodontovú faunu v najrôznejších morských sedimentoch.

### Zber vzoriek a získavanie konodontov

Prvý problém pri štúdiu konodontov, ako sme už povedali, je najst ich a vyseparovať ich z pevných hornín. Často treba laboratórne spracovať veľké

množstvo horniny, aby sme získali konodontovú faunu. Separácia je potom veľmi zdĺhavá a nákladná. Hlavne v minulosti, bola to práca neobyčajne náročná, keď získavali konodony hlavne z bridlíc mechanickou preparáciou.

Množstvo materiálu na laboratórne spracovanie volíme podľa hojnosti fauny. Z hornín bohatých na konodony stačí na bežné stratigrafické ciele 0,5–1 kg, niekedy aj menej. Keď je fauny málo, treba brať väčšie množstvo, obvykle 3–4 kg i viac. Keď sa z takéhoto množstva podarí získať málo jedincov, príberie sa ďalšie. Z niektorých hornín sa podarí získať faunu len po spracovaní veľkého množstva materiálu. Sú známe prípady, že bolo treba spracovať desiatky kg hornín na získanie niekoľkých exemplárov. Vtedy sa postupuje tak, že sa spracuje napr. 5 kg; keď nie je výsledok pozitívny, zoberie sa ďalších 5 kg atď.

Horniny, z ktorých chceme získať faunu, majú byť podľa možnosti nezvetrané. Konodony, zložené z minerálu podobného apatitu, sú síce značne odolné, ale časom tiež zvetrávajú.

Vzorky musia byť riadne opísané, hlavne presne lokalizované, aby v prípade potreby bolo možné z toho istého miesta zobrať ďalšie množstvo. Vzorky musíme dobre zabaliť a pred spracovaním umyť. Všeobecne treba dbať na dokonalú čistotu — už aj pri zbere vzoriek v teréne, a hlavne pri laboratórnom spracovaní, aby bola vylúčená umelo zmiešaná fauna. Dôležité je zapisovať si množstvo spracovanej horniny. Často treba po čase získať ďalšiu faunu, napr. nepoškodené exempláre z horniny, v ktorej už predtým boli nájdené konodony. Z údaju o množstve vidíme, že napr. 4 exempláre, ktoré máme, pochádzajú zo štyroch kg horniny. Podľa toho volíme na spracovanie ďalšie množstvo.

Odporúča sa odoberať najprv orientačné vzorky. Z hornín, v ktorých sú už konodony známe, je účelné, hlavne pri detailných stratigrafických štúdiách, vyzbierať vzorky z profilov. Vzorky odoberáme potom z každej vrstvy, niekedy po cm alebo z väčších intervalov. Dôležitá je spoľahlivá dokumentácia každej odobratej vzorky. Odporúča sa odoberať vzorky (hlavne väčšie) z čím väčšej plochy. zistilo sa totiž, že množstvo konodontov v horninách je veľmi variabilné nielen vo vertikálnom smere, ale aj v horizontálnom, t. j. v jednej vrstve.

Konodony sa najlepšie študujú, keď sú z horniny vyseparované. To však nie je vždy možné a potom ich študujeme priamo v hornine. Niekedy ich z horniny zámerne nevyseparujeme, ale len vypreparujeme. Hlavne v tektonicky porušených a metamorfovaných horninách je výhodnejšie hľadať ich a študovať priamo v hornine (na vrstevných plochách), lebo po separácii sa často rozpadnú.

V ďalšom opisujem postup pri získavaní konodontov z rôznych hornín.

Z tvrdých ílovitých bridlíc ich získavame pomerne ťažko. Vrstevné plochy horniny prezeráme priamo pod binokulárom. Objavené konodony vypreparujeme odstránením horniny z ich okolia pomocou špeciálne preparačnej ihly šablovitého tvaru. Voľné jedince sa väčšinou nedajú získať.

Vo svetlých pevných bridliciach sa konodony študujú hlavne vo veľkých výbrusoch. Postup je taký, že celá hornina sa najprv v celku prezrie pod binokulárom (hornina má byť mokrá). Z časti, v ktorej sa nájde konodont, alebo sú nejaké náznaky, urobí sa veľký výbrus, taký hrubý, aby presvital na dennom svetle (kremité bridlice môžu byť aj hrubšie). V týchto výbrusoch

konodonty väčšinou dobre vidno. Niekedy ich môžeme trochu vypreparovať ihlou. Takto nájdené jedince po príslušnom zväčšení odfoťujeme.

Podobným spôsobom možno získavať konodonty aj zo zlepencov, zložených zo svetlých valúnov (z tmelu alebo valúnov).

Z kremitých hornín, zo silne kremitých vápencov a z tufítov sa dajú konodonty získať, keď rozpustíme tieto horniny v kyseline fluorovodíkovej. Úlomky horniny ponoríme na 1 deň do koncentrovanej HF. Konodonty z nerozpustného rezídua vyberieme pod binokulárom.

Z väčšiny ílovitých bridlíc konodonty získavame ich spracovaním bežnými mikropaleontologickými spôsobmi, hlavne ich vysúšaním, varením a rozmáčaním vo vode, varením v sóde alebo v peroxide vodíka a plavením. Tu treba povedať, že až na ojedinelé prípady je takto získaná konodontová fauna veľmi poškodená.

Najlepšie zachovanú faunu možno získať rozpúšťaním karbonatických hornín v rôznych organických kyselinách. Je to metóda pomerne mladá. Používa sa od polovice päťdesiatich rokov. V súčasnosti je to najčastejšie používaná metóda získavania konodontov.

Najľahšie sa rozpúšťajú vápence, ťažšie dolomity a ešte ťažšie iné karbonatické horniny.

Na rozpúšťanie používame tieto kyseliny: kyselina octová —  $(\text{CH}_3\text{COOH})$ , kyselina monochlóroctová  $(\text{CH}_2\text{ClOOH})$  a kyselina mravčia  $(\text{HCOOH})$ .

Octová kyselina (10—15 % koncentrácia) pracuje veľmi pomaly. Vzorky sa rozpúšťajú niekedy týždne až mesiace, podľa množstva a čistoty horniny. Rozpúšťa len vápence. Výhodou kyseliny octovej je, že sa popri konodontoch a kremitých schránkach v rezíduu občas zachovávajú aj fosílie z  $\text{CaCO}_3$  (napr. ostrakódy). Ďalšou výhodou je jej nízka cena a dobrá manipulácia — v takejto koncentrácii neškodí pokožke.

Kyselina monochlóroctová (25—30 % koncentrácia) rozpúšťa podstatne rýchlejšie. Čisté vápence sa rozpustia za 2—3 dni, niektoré dokonca za 24 hodín (v octovej asi 10 dní). Dobre rozpúšťa aj dolomit, magnezit a ankerit. Mnohí ju preto preferujú, napriek niektorým nevýhodám: je drahá, má veľmi nepríjemný zápach — preto môžeme s ňou pracovať len v digestoroch — a treba s ňou veľmi opatrne zaobchádzať, lebo pri styku s pokožkou ihneď vznikajú ťažko hojivé pľuzgieri. Ďalšou nevýhodou tejto kyseliny je okolnosť, že sa v nej nikdy nezachovávajú fosílie s vápnitou schránkou.

Mravčia kyselina, aj keď rozpúšťa trochu pomalšie, zdá sa byť najvýhodnejšou. Najviac sa nám osvedčila 5—10 % koncentrácia. (Silnejšia pracuje, pochopiteľne, rýchlejšie, ale po dlhšom čase koroduje aj konodonty. Preto ju v minulosti používali väčšinou len na rozpúšťanie dolomitov.) V takejto koncentrácii je to kyselina, ktorá má zo všetkých najviac výhod: rozpúšťa dostatočne rýchle, rozpúšťa aj dolomity, často sa v nej zachovávajú aj vápnité schránky — napr. sklerity holotúrií, ostrakódy a iné cenné fosílie; je lacná, pomerne najmenej zápacha a takáto koncentrácia nevyžaduje prílišnú opatrnosť pri manipulácii.

Postup pri rozpúšťaní je takýto (platí pre ktorúkoľvek kyselinu):

Horninu rozbijeme na menšie kusy, najlepšie asi na veľkosť orecha až pästi. Menšie kúsky sa síce rozpúšťajú rýchlejšie, ale čím sú kúsky horniny menšie, tým viac bude poškodených exemplárov. Všeobecne platí, že čím je hornina horšie rozpustná, tým nech sú kúsky horniny menšie. Vzorky treba rozbíjať

ručne, alebo v čelustových drvičoch. Nemáme ich dávať do lisov, alebo rozbiť ultrazvukom, lebo takto získané menšie kúsky sú veľmi popukané a poskytujú poškodenú faunu.

Po drvení vzorku dobre umyjeme a vložíme do nádoby s kyselinou, do sklenených pohárov alebo do nádob z umelej hmoty. Čím viac je kyseliny, tým je rozpúšťanie rýchlejšie — rozhodne má byť kyseliny objemove aspoň dvakrát toľko ako horniny.

Dobre sa osvedčilo dávať vzorku horniny do sita z umelej hmoty (s okami nad 1 mm), ktoré sa ponorí do kyseliny. Má to tú výhodu, že ak občas pohýbeme sito, zmyjeme z úlomkov horniny tenkú vrstvičku bahna — hlavne pri znečistených vápencoch — a reakcia bude prebiehať rýchlejšie. Horninu necháme v kyseline, dokiaľ nie je úplne vyčerpaná. Keď chceme rýchle výsledky, možno kyselinu vymieňať častejšie. Tu sa zase osvedčí vzorka v site, ktoré sa jednoducho preloží do inej nádoby s čerstvou kyselinou.

Nerozpustný zvyšok preosejeme cez jemné sito, najlepšie s okami pod 0,1 mm (napr. 0,064 mm), lebo veľkosť mnohých — hlavne triasových konodontov sa pohybuje okolo 0,1 mm. Rezíduum ešte na site veľmi dôkladne premyjeme pod prúdom tečúcej vody. Potom ho sušíme v porcelánových miskách alebo na filtračnom papieri.

Keď je nerozpustného zvyšku málo, prezeráme ho hneď pod binokulárom a vyberáme faunu preparačnou ihlou bez ďalších úprav. Ak je nerozpustného zvyšku mnoho, ďalej ho spracovávame v ťažkých kvapalinách alebo elektromagneticky.

Na separáciu v ťažkých kvapalinách používame bromoform alebo inú ťažkú kvapalinu so špec. váhou 2,72—2,84, v ktorej zostanú plávať kremeň a nerozpustené klence kalcitu. Na zriedenie bromoformu (špec. váha 2,84) používame acetón alebo benzol. Najjednoduchšie si ťažkú kvapalinu pripravíme takto: do nádoby s acetónom vložíme kúsok čistého kalcitu (špec. váha 2,72) a pridávame bromoform dovtedy, kým kalcit nevypláva na povrch. Občas môžeme urobiť kontrolu s kúskom kalcitu.

Elektromagneticky sa dajú z rezídua odstrániť oxidy železa, sliedy, chlority a iné fero- a para-magnetické minerály. K. E. Dow (1960) uvádza možnosť elektromagnetickej separácie dolomitu (malé klenec dolomitu často zostávajú v nerozpustnom zvyšku, z ktorého sa pomocou ťažkej kvapaliny nedajú oddeliť od konodontov — majú približne rovnakú špecifickú váhu).

Pri elektromagnetickej separácii a pri separácii konodontov v ťažkej kvapaline sa odporúča nerozpustný zvyšok rozdeliť na niekoľko frakcií.

Ďalšie návody a rady nájde záujemca hlavne v prácach Ch. Collinsa (1963), B. Kummela et D. Raupa (1963) a M. Lindströma (1964).

*Recenzoval: Prof. RNDr. Jozef Švagrovský, DrSc.*

*Katedra geologie a paleontologie PFUK,  
Bratislava*

#### Literatúra

Collinson Ch., 1963: Collection and preparation of conodonts through mass production techniques. Illinois State Geol. Survey, Circ., 343, p. 1—16, Urbana. — Dow

V. E., 1960: Magnetic separation of conodonts. *J. Paleont.*, 34, 4, p. 738—743, Tulsa. — Ellison S. P., 1944: The composition of conodonts. *J. Paleont.*, 18, 2, p. 133—140, Tulsa. — Kummel B., Raup D., 1963: Handbook of paleontological techniques. San Francisco and London. — Lindström M., 1964: Conodonts. Elsevier, Amsterdam, London, New York. — Mock R., 1971: Conodonten aus der Trias der Slowakei und ihre Verwendung in der Stratigraphie. *Geol. zborn. Slov. akad. vied*, XXII, 2, p. 241—260, Bratislava.

### Über die Methodik der Conodontengewinnung

*Rudolf Mock*

Auf Grund von Literaturangaben und vornehmlich auf Grund eigener Erfahrungen behandelt der Verfasser verschiedene Methoden der Conodontengewinnung aus verschiedenen Arten von maritimen Sedimenten. Es sind dies teils Methoden der mechanischen Präparation und Separation — vornehmlich aus verschiedenen klastischen Gesteinen, teils Methoden, die auf der Auflösung karbonatischer Gesteine in schwachen organischen Säuren beruhen. Die meisten Vorteile vereinigt auf sich die Verwendung von Ameisensäure. Eine 10—15 %-ige Konzentration dieser Säure löst Kalksteine hinlänglich schnell auf, sie löst auch Dolomiten, und es bleiben dabei häufig ausser Conodonten und Fischresten auch andere wertvolle Mikrofossilien darin erhalten; Mikrofossilien, die aus  $\text{CaCO}_3$  aufgebaut sind, z. B. Holothurien-Sklerite, Ostracoden, Foraminiferen, kleine Mollusken usw.

*Lehrstuhl für Geologie und Paläontologie  
der Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Komenský-Universität, Bratislava*