

ciśnienie krwi, następuje prawostronne powiększenie serca, a we krwi wzrasta liczba leukocytów. Ostatnia faza charakteryzuje się osłabieniem, sennością i stanem podgorączkowym. Podczas tej choroby mogą występować następujące powikłania: opadowe zapalenie płuc, zapalenie opłucnej, opon mózgowych i mózgu, nerek, ropne zapalenie ślinianek przyusznych, zakrzepowe zapalenie żył i tętnic oraz odleżyny. Osoby, które chorowały na tyfus mogą się na wiele lat uodpornić na riketsjozy. W zależności od położenia geograficznego są przez różne rodzaje riketsji wywoływane gorączki plamiste, które występują w całym świecie w klimacie ciepłym np.: w południowej Europie, Afryce, Azji i Australii.

Dla mieszkańców Europy zagrożenie może stanowić także bakteria *Rickettsia helvetica* przenoszona przez kleszcze. Po raz pierwszy wyizolowano ją w Szwajcarii z kleszcza *Ixodes ricinus*. Ostatnie badania wskazują, że bakteria ta jest związana z *perimys – caditis*, czyli jednoczesnym ostrym zapaleniem osierdzia oraz mięśnia sercowego, często towarzyszy temu gorączka. Choroba ta występuje w całej Europie, choć dotychczas jest jeszcze słabo poznana. Przepro-

wadzone w Szwecji w 1999 roku badania wykazały, że niektóre przypadki zapalenia osierdzia zostały spowodowane właśnie przez *Rickettsia helvetica*.

W Polsce bakterie te stwierdzono u kleszczy z terenów północnych i centralnych. Obecność przeciwciał dla tej riketskji u badanych wskazuje na wystąpienie u nich zakażeń, a co za tym idzie możliwości zachorowań. Do tej pory brak jest jednak doniesień o zachorowaniach spowodowanych przez *Rickettsia helvetica* w naszym kraju. Warto dodać, że w leczeniu zakażeń riketsjowych stosuje się takie antybiotyki jak doksylicyna, tetracyklina, chloramfenikol i ciprofloksacyna. Nie wolno podawać sulfonamidów, gdyż pobudzają one rozwój tych bakterii.

Celem naszego artykułu nie jest odstraszenie ludzi od pracy i rekreacji na łonie natury, ale uświadomienie im niebezpieczeństwa infekcji odkleszczowych i wskazanie na konieczność zachowania podstawowych zasad postępowania w celu minimalizacji możliwości zakażenia się, a tym samym uniknięcia groźnych chorób.

Magdalena Madej jest studentką pielęgniarstwa Wydziału Nauk o Zdrowiu UJ-CM.

Dr hab. Leopold Śliwa pracuje w Zakładzie Biologii Rozwoju Człowieka Wydziału Nauk o Zdrowiu UJ-CM. E-mail: leosliwa@cm-uj.krakow.pl

## ZAGADKA WYMIERANIA KREDOWEGO

Mateusz Antczak (Poznań)

### Wstęp

Poglądy łączące katastrofy ekologiczne z nagłymi, gwałtownymi procesami geologicznymi sięgają XVIII wieku. Pod koniec XX wieku znów stały się popularne, kiedy w 1980 roku zespół naukowców z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Berkeley pod przewodnictwem fizyka, laureata nagrody Nobla, Luisa Alvareza opublikował w magazynie „Science” artykuł wyjaśniający, że wymarcie wielu gatunków organizmów pod koniec okresu kredowego zostało spowodowane uderzeniem meteorytu. Od tamtej pory upadki ciał kosmicznych stały się najbardziej medialną hipotezą związaną z kryzysami fauny.

Najbardziej znanym, chociaż nie największym w historii Ziemi, jest wymieranie z końca okresu kredowego (ok. 65 mln lat temu), podczas którego oprócz wielu morskich bezkręgowców: małżów z grupy inoceramów (niektóre ich gatunki mogły osią-

gać duże rozmiary, przekraczając 1 metr), amonitów, belemnitów, większości otwornic oraz kokkolitów, ucierpiały „najpopularniejsze” spośród wszystkich kopalnych stworzeń. Od dziecka kojarzymy kredowe wymieranie z zagładą dinozaurów, pterozaurów i dużych gadów morskich (mozazaurów, plejzozaurów).

### Upadek meteorytu

Początki hipotezy opisującej katastrofalne skutki zderzenia kosmicznego bolidu z Ziemią sięgają lat siedemdziesiątych i badań głębokowodnych drobnoziarnistych skał we Włoszech – tzw. iłów z Gubbio (Apeniny). Odsłonięcie tych skał ukazuje kompletne przejście kredy w paleogen. Charakterystyczna dla odsłonięcia w Gubbio jest jednocentymetrowa warstwa iłów, w której po raz ostatni pojawiają się niemal wszystkie gatunki otwornic kredowych. Podobne warstwy znaleziono także w innych częściach świata,

m. in. w Stanach Zjednoczonych, Nowej Zelandii, a także w południowo-wschodniej Polsce, w Lechówce koło Chełma, co oznacza, że wyginięcie otwornic – a więc i proces, który je spowodował – miało zasięg globalny.

Jako wyjaśnienie wymierania otwornic, a wraz z nimi wielu innych organizmów, zaproponowano upadek meteorytu. W wyniku badań głębokomorskich drobnoziarnistych skał w Gubbio okazało się, że zawartość irydu oraz innych platynowców (nikiel, chrom, platyna) jest wyraźnie podwyższona w cienkiej warstwie granicznej kreda-paleogen (zwanej dalej K/Pg). Podobną anomalię odkryto później w wielu miejscach na świecie. Zawartość irydu w badanych próbkach z Włoch, Danii i Nowej Zelandii była 30-, 160- i 20-krotnie większa od normalnej zawartości tego pierwiastka w skorupie ziemskiej. W 2001 roku badacze z Chińskiej Akademii Nauk (Zhao i inni) stwierdzili w Basenie Nanxiong (Prowincja Guandong) podwyższoną zawartość irydu także w skamieniałych jajach dinozaurów, jednak nie powiązali tych wyników z kolizją w Chixculub.

Zmiany te świadczą o zatruciu środowiska, jednak nie w sposób natychmiastowy, ale na przestrzeni 250 tys. lat. Iryd jest pierwiastkiem rzadkim na powierzchni Ziemi, za to częstym w materii kosmicznej, co prowadzi do wniosku, że na granicy K/Pg w Ziemię uderzyło znacznych rozmiarów ciało niebieskie. Według zespołu Lusía Alvareza uderzenie meteorytu wyrzuciło do atmosfery sproszkowany materiał skalny o masie 60-krotnie większej od masy samego bolidu. Pył utrzymujący się w stratosferze przez kilka lat dokonał ogromnych zniszczeń. Do powierzchni Ziemi przestały docierać promienie słoneczne, przez co ustała fotosynteza. Zatrzymanie procesu fotosyntezy doprowadziło do wymierania roślin oraz organizmów roślinożernych. Po nich – pozbawione pokarmu – wymarły drapieżniki. Ił z Gubbio zawiera zatem materiał, który opadł na powierzchnię z chmury pyłowej wywołanej zderzeniem. Według zespołu Alvareza bolid, który uderzył w Ziemię na granicy K/Pg, powinien mieć średnicę 10km ( $\pm 4$ km). Nowe badania sugerują, że meteoryt uderzył w Ziemię z siłą milion razy większą niż bomba atomowa zrzucona na Hiroszimę i prędkością 20-krotnie większą od prędkości pocisku. Poza anomalią irydową istnieją inne dowody impaktu. Należy do nich tzw. kwarc szokowy odnaleziony w skałach m. in. w USA i Kanadzie. Kwarc szokowy wyróżnia się widocznymi pod mikroskopem spękaniami – lamellami szokowymi. Struktury te powstają w warunkach ekstremalnych ciśnień powstałych w wyniku uderzenia z ogromną siłą – w miejscach wybuchów nuklearnych lub kraterach

meteorytowych. Obok kwarcu szokowego w warstwie, która powstała po uderzeniu meteorytu odnaleźć można drobne, zbudowane ze szkliwa sferule. Jednak najważniejszym dowodem jest sam krater meteorytowy odkryty dzięki badaniom geofizycznym i danym z rdzeni wiertniczych. Został odnaleziony na dnie Zatoki Meksykańskiej, na skraju Półwyspu Jukatańskiego, w pobliżu meksykańskiej miejscowości Chicxulub. Krater ma 180 km średnicy, a jego kosmiczne pochodzenie potwierdza obecność wspomnianego kwarcu szokowego oraz kolisty kształt struktury.

Upadek meteorytu nie oznacza jednak, że jest on odpowiedzialny za wielkie wymieranie (tab. 1). Wśród naukowców nie ma zgodności przy opisie skutków impaktu. Część uważa, że chmura pyłu przyczyniła się do efektu cieplarnianego – (chmury, które zasłoniły słońce nie pozwalały na ucieczkę ciepła, ponadto wzrost temperatury spowodował odparowanie skał wapiennych i uwolnienie z nich dużych ilości gazu cieplarnianego – CO<sub>2</sub> i rozprzestrzeniania pożarów. Inni sugerują ochłodzenie. Według tej hipotezy w wyniku impaktu do atmosfery miały przedostać się aerozole siarczanowe i wywołać spadek temperatur. W świetle nowych badań, wykorzystujących pozostałości po jednokomórkowych Thaumarcheota (archeany), hipoteza globalnej zimy wydaje się bardziej prawdopodobna. Błony lipidowe (tłuszczowe) wspomnianych organizmów bardzo szybko przystosowują się do zmian temperatur wody. Jednokomórkowce te, jako chemoautotrofy, przetrwały odcięcie od Ziemi promieni słonecznych i ustanie fotosyntezy, dlatego mogą ukazać zmiany temperatury, jakie zaszły w tym czasie. Wykorzystując nowe metody badania paleotemperatur naukowcy ustalili, że po uderzeniu meteorytu doszło do znacznego spadku temperatury powierzchniowych wód oceanu (2–7°C), który trwał od kilku miesięcy do kilkudziesięciu lat.

Jednakże według niektórych naukowców krater Chicxulub jest strukturą powstałą 300 tys. lat przed końcem kredy, czego dowodzić mają datowania warstwy irydowej na podstawie obecności otwornic. Badania piaskowców z El Panon (Meksyk) i Ojo Alamo (Nowy Meksyk) pokazują, że przynajmniej w niektórych miejscach otwornice (Meksyk), a także większe zwierzęta (hadrozaury – Nowy Meksyk), przetrwały uderzenie meteorytu. 52 gatunki otwornic odnalezione pod warstwą „szklistych” sferul (dowodem impaktu) pojawiają się także, w niezmiennym składzie, w kilkumetrowej warstwie piaskowca powyżej.

Zwolennicy impaktu sugerują w odpowiedzi, że kredowe wymieranie to efekt kilku kolizji lub innej, większej i późniejszej niż wydarzenie na Jukatanie.

Jednym z proponowanych miejsc kolizji są Indie. Badania geofizyczne wskazują, że na zachodnim szelfie Indii może znajdować się krater (nazwany kraterem Shiva) kilkukrotnie większy od krateru Chicxulub – pozostałość po upadku bolidu o średnicy 40 km (meteoryt jukatański szacuje się na 8–10 km).

Niektórzy naukowcy nie zgadzają się też z hipotezą mówiącą o zabójczej chmurze pyłu pokrywającej całą planetę po uderzeniu bolidu. Sugerują oni, że pył nie mógłby utrzymać się w atmosferze, ponieważ zostałby rozproszony przez silne wiatry.

W krótkim czasie wymarły m. in. małże (inoceramidy), jednak wiele grup organizmów wymierało stopniowo. Wątpliwości budzi też wybiórczość wymierania, co przemawia za bardziej stopniowymi zmianami (nie kilkuroczną zagładą). Wymieranie prawie nie dotknęło owadów. Torbacze gorzej poradziły sobie z przejściem do paleogenu niż łożyskowce. Kryzys kredowy przetrwały ryby, krokodyle i żółwie, podczas gdy gady morskie, pterozaurowe i dinozaury wyginęły. Ponadto wyginęła wielu grup nie można powiązać z czasem upadku meteorytu. Według naukowców ekosystemy już przed impaktem były osłabione. Trapy dekańskie dowodzą, że od dawna trwały gigantyczne erupcje wulkaniczne. Kolejne grupy organizmów nie wytrzymały zmian środowiska i albo wymierały albo zmniejszały swoją liczebność. Te, które przeżyły upadek meteorytu, nie mogły już stworzyć stabilnej populacji lub wymarły na skutek następstw kolizji i procesów towarzyszących

### Aktywność wulkaniczna, transgresja, zmiany chemizmu wód

Podobnie jak w przypadku innych wielkich wymierań (z końca permu i triasu) zagładę z końca kredy próbuje wyjaśnić się zwiększoną działalnością wulkanów. Dowody na wystąpienie tego procesu znajdują się w Indiach. Są to tzw. trapy dekańskie – obszar kontynentalnych wylewów bazaltowych o powierzchni pół miliona km<sup>2</sup>. Wylewy trwały około miliona lat i oprócz dwutlenku węgla miałyby wyrzucić do atmosfery ogromne ilości siarki – około 10 razy więcej niż ludzkość czyni to teraz. Te szacunki oparte są na analizie szkliwa wulkanicznego w skałach Dekanu. Wylewy law skutkowały ponadto kwaśnymi deszczami, zmianami klimatu i chemizmu

wód, ponieważ materiał wyrzucony do atmosfery w wyniku erupcji wulkanicznych mógł w taki sam sposób, jak efekt upadku meteorytu przyczynić się do ochładzania klimatu poprzez dostarczanie do atmosfery związków siarki.

Zmiany chemizmu wód w późnej kredzie wiążą się także ze zmianami poziomu wód oceanicznych. Doszło wtedy do podniesienia się poziomu mórz nawet o 200 m, co wiąże się z szybkim powiększeniem się strefy dennej oceanu, w której panują szkodliwe dla większości organizmów żywych warunki niedoboru tlenu.

### Wnioski

Spory dotyczące wymierania z końca kredy, w tym wymarcia dinozaurów, trwają od wielu lat i zapewne wciąż będą trwały. Aby rozwiązać zagadkę masowej zagłady gatunków trzeba zwrócić uwagę na nierozdzielność pewnych procesów. Zwiększona aktywność wulkaniczna skutkuje zmianami klimatu. Podobny rezultat może przynieść upadek dużego meteorytu. Zmiany klimatu powodują ustanie fotosyntezy oraz zmiany chemizmu wód i rozprzestrzenianie się warunków beztlenowych w oceanach.

Tab. 1. Hipoteza późnokredowego impaktu.

Argumenty za hipotezą impaktu	Argumenty przeciwko hipotezie impaktu
Światowa anomalia irydowa	Impakt 300 tys. lat przed wymieraniem?
Szkliste sferule	Wybiórczość wymierania
Kwarc szokowy	Wiatry rozpraszające materiał wyrzucony do atmosfery
Krater meteorytowy Chicxulub	„Stopniowe” wymieranie np. amonitów i dinozaurów
Krótko (<100 lat) globalna zima	Niepewne konsekwencje (ochłodzenie i ocieplenie?)