

CLOSTRIDIUM BOTULINUM

Doc. MUDr. Elena Nováková, PhD

Jesseniova lekárska fakulta v Martine Univerzita Komenského v Bratislave

Súhrn: *Clostridium botulinum* – je gram-pozitívna, striktno anaeróbna sporujúca baktéria, ktorá sa prirodzene nachádza vo forme rezistentných spór v prostredí. Vo vegetatívnej forme je baktéria prítomná len v anaeróbnom prostredí, keď môže metabolizovať a produkovať toxín – botulotoxín. Botulotoxín je príčinou klinického ochorenia, botulizmu. Botulizmus súvisí najčastejšie s ingestiou potravín obsahujúcich vytvorený toxín. V súčasnosti existuje mnoho potravinových výrobkov, ktoré majú potenciál pre vznik botulizmu, pokiaľ nie sú dodržané podmienky správnej prípravy a skladovania. Ochorenie je veľmi zriedkavé, ale kontrola potravín sa v mnohých prípadoch ukázala nedostatočná a pri súčasnej globalizácii neúčinná. Ojedinelý prípad botulizmu z roku 2015 je diskutovaný z pohľadu podmienok jeho vzniku.

Kľúčové slová: botulizmus, spracovanie potravín, kontrola, verejné zdravie

Summary: *Clostridium botulinum* – is a gram-positive strict anaerobic spore bacterium naturally found in the form of resistant spores in the environment. In a vegetative form, bacteria are present only in an anaerobic environment where they can metabolize and produce the toxin – botulotoxin. The toxin is the cause of a clinical disease of botulism. Botulism is most commonly associated with the ingestion of foods containing the preformed toxin. There are currently many food products that have the potential for botulism unless the conditions for proper preparation and storage are met. The disease is very rare, but food control has proved inadequate in many cases and ineffective in current globalization. The unique case of botulism in 2015 is discussed in terms of the conditions of its origin.

Key words: botulism, food processing, control, public health

Clostridium botulinum – je gram-pozitívna, striktno anaeróbna sporujúca baktéria, ktorá sa prirodzene nachádza vo forme spór v pôde alebo sedimente vôd. Vodné nádrže, prach, potraviny môžu byť kontaminované po kontakte s pôdou. Baktéria *Clostridium botulinum* môže na základe vonkajších podmienok existovať v dvoch formách. Vo **vegetatívnej forme** je baktéria prítomná len v anaeróbnom prostredí a môže sa rozmnožovať, metabolizovať a produkovať toxín botulotoxín. Vo vegetatívnej forme je citlivá na vonkajšie podmienky a je možné ju eliminovať teplom (var, pasterizácia), dezinfekčnými roztokmi, kyselinami, zásadami. V nepriaznivých podmienkach (neoptimálne pH, neoptimálna teplota, nedostatok vody a nutričných faktorov, ale predovšetkým prítomnosť kyslíka) sa baktéria mení z vegetatívnej formy na spóru procesom sporulácie. **Spóry** sú formy životného cyklu niektorých baktérií, ktoré zabezpečujú ich prežitie v nevhodných podmienkach. Spóry sú veľmi rezistentné na vyschnutie, vysokú teplotu, ultrafialové žiarenie, alkoholu, niektoré dezinfekčné prostriedky. Dôvodom rezistencie je neexistencia molekúl vody v ich štruktúrach a prítomnosť vápenatého obalu. Na inaktiváciu spór sú potrebné presne stanovené podmienky (napr. teplota viac ako 120 °C pôsobiaca dlhšie

ako 20 minút, dezinfekčné prostriedky označené S – sporocídne, kyslé pH). Ak sa spóra dostane do prostredia s optimálnymi vlastnosťami (dostupnosť vody, optimálna alebo tolerovaná teplota, nutričné faktory) začne sa proces premeny spóry na vegetatívnu formu baktérie – germinácia. Na naštartovanie germinácie sú potrebné tzv. štartéry, čo sú molekuly schopné spustiť proces premeny. Medzi najmocnejšie patria esenciálne aminokyseliny prítomné v bielkovinách (napr. alanín). Po ukončení procesu germinácie môže baktéria opäť metabolizovať a produkovať toxín.

Potraviny v hermeticky uzatvorenom prostredí (fólie, konzervy, nepriedušné obaly, alobal) obsahujúce dostupné zdroje proteínov a vody sú optimálne pre germináciu spór, pokiaľ tieto neboli dôsledne eliminované v procese konzervovania primárneho zdroja – suroviny kontaminovanej spórami z pôdy. Zeleninové konzervy, mäsové konzervy, rybie konzervy, údené klobásky boli aj v minulosti považované za rizikové. Riziko nepredstavovali zavárané kyslé uhorky, šaláty, sušené potraviny skladované v priedušných obaloch. Konzervovanie rizikových potravín vyžaduje postupy na odstránenie prítomnosti spór. Medzi také patrí frakcionovaná expozícia vysokým teplotám –

viacnásobné prevarenie, pasterizácia alebo použitie konzervačných prípravkov zabraňujúcich germinácii (soľ, kyseliny, látky viažuce vodu). Opakovaná zmena teploty stimuluje germináciu spóry na vegetatívnu formu v období chladnutia potraviny (24 hodín) a následné opakované zvýšenie teploty účinne zabije vegetatívnu formu baktérie. Následné ďalšie zopakovanie zvýšenia teploty zabezpečí dosiahnutie bezpečnej potraviny (odstránenie vegetatívnych foriem). Metabolická aktivita baktérií v uzavretom anaeróbnom priestore sa prejaví tvorbou plynu – vzniká tzv. **bombáž**. Obal potraviny je nafúknutý, na konzervách je konvexné vyklenutie viečka. Sensorické vlastnosti potraviny nemusia byť zmenené. Niektoré z toxínov nerozkladajú bielkoviny (nemajú proteolytické vlastnosti) a potravina obsahujúca toxín nesmrdí. Ak spóry prítomné na čerstvej potravine neboli eliminované procesom konzervácie, alebo nemohli byť eliminované z dôvodu zachovania nutričných alebo sensorických vlastností výroby, ostatné podmienky výroby a skladovania musia zabezpečiť to, aby spóry nemohli germinovať a aby vegetatívna bunka nemohla metabolizovať a produkovať toxín. Medzi také postupy patrí pridávanie sódnych alebo draselných solí, kyseliny mliečnej, kyseliny sorbovej, octu. Zmeny teploty pri skladovaní podporujú germináciu spór, metabolizmus vyklíčených buniek a produkciu toxínu. Preto je veľmi dôležité aj **správne skladovanie potravín**.

Botulotoxín je príčinou klinického ochorenia botulizmus. Botulizmus vzniká najčastejšie po konzumácii potravín, ktoré obsahujú vytvorený jed. Existuje 7 typov botulotoxínov. Rozlišujú sa na základe antigénnych charakteristík toxínu a označujú sa písmenami A až G. Toxíny typu A, B a E (veľmi vzácne F) sú patogénne pre človeka; C, D a E spôsobujú ochorenie u niektorých cicavcov, vtákov a rýb. Botulotoxín je bezfarebný, bez chuti a vône a je najtoxickjšou látkou na svete vôbec. Letálna dávka je menej ako 1 µg, 30 ng/kg sa deklaruje ako toxická dávka. 400 g toxínu je schopných zabíť celú ľudskú populáciu. Botulotoxín

môžu produkovať aj iné klostrídiá. *C. butyricum* produkuje toxín typu E, *C. baratii* typ F a *C. argentinense* typ G. Posledný menovaný nebol dosiaľ spojený s ľudským ochorením. Botulotoxín blokuje uvoľňovanie acetylcholínu na neuromuskulárnych spojeniach nervov kostrového svalstva a periférnych cholinergných autonómnych synapsách. Viazá sa ireverzibilne na presynaptické receptory, čím spôsobí **inhibíciu uvoľnenia acetylcholínu**. Acetylcholín je nevyhnutný na excitáciu svalov a klinické prejavy botulizmu sú charakterizované ako **chabá paralýza**. Prejavuje sa neuromuskulárnou slabosťou a dysfunkciou autonómnych nervov. Efekt môže pretrvávajúť týždne až mesiace dovtedy, kým sa synapsy a vetvy axónov nezregenerujú. Smrť nastáva akútne obštrukciou dýchacích ciest alebo paralýzou dýchacích svalov, neskôr z dôvodu pridružených komplikácií. *Botulotoxín je typický AB toxín. Vytvára komplex s ostatnými proteínmi, ktoré ho chránia pri prechode tráviacim traktom. C koniec časti B toxínu sa viaže špeciálne na receptory kyseliny sialovej a glykoproteíny na povrchu motorických neurónov a stimuluje endocytózu molekuly toxínu. Botulotoxín zostáva na neuromuskulárnom spojení. Acidifikácia endozómov stimuluje N koniec uvoľnenej A časti toxínu. Táto aktívna časť toxínu je Zn-endopeptidáza, ktorá inaktívuje proteíny, ktoré regulujú uvoľnenie acetylcholínu a blokujú prenos neurotransmiterov na periférnych cholinergných synapsách.* Botulotoxín je definovaný ako nebezpečný **toxín s potenciálom biologickej zbrane** vzhľadom na extrémnu silu a letalitu, ľahkú produkciu, dostupnosť, transport a potrebu dlhodobej intenzívnej starostlivosti o postihnutú osobu, neexistenciu dostatočného množstva účinnej protilátky v prípade epidemického výskytu. Zámerné použitie však nie je prakticky použiteľné. V kontaminovanom jedle môže byť termolabilný toxín zahriatím inaktívovaný (10-minútový var). Odhaduje sa, že šírenie toxínu aerosolom má potenciál zabiť 10 % populácie vo vzdialenosti 500 metrov po vetre, čo je technicky veľmi náročné. Vodné zdroje sú najviac dostupné, ale zriedenie a úprava pitnej vody prakticky znemožňujú jeho použitie. Prirodzene sa toxín inaktívuje v priebehu 3 – 6 dní.

História – *C. botulinum* po prvýkrát izoloval v roku 1895 Emile van Ermengem z domácej šunky, ktorá bola podozrivou potravinou prípadu botulizmu. Pôvodný názov baktérie bol *Bacillus botulinus* podľa latinského názvu slova *botulus*. Termín „klobásový jed“ bol bežným pojmom už v 18. a 19. storočí a pravdepodobne súvisel s botulizmom. V 19. storočí sa dokázalo spojenie baktérie s otravou po konzumácii fermentovaných rýb v Rusku. V 20. storočí sa dokázal význam baktérie *C. botulinum* pri náhle vzniknutej chabej paréze u detí (detský botulizmus). Predpokladalo sa, že niektoré prípady náhlejšej smrti novorodenca (sudden infant death syndrom – SIDS) mohli byť spôsobené botulotoxínom produkovaným v čreve dojčiat.

Od roku 1959 boli všetky baktérie produkujúce botulotoxíny označené ako *C. botulinum*. Následné fenotypové a genotypové charakteristiky demonštrovali heterogenitu toxínov a identifikovaných bolo 7 typov.

Klinické formy ochorenia – identifikovaných bolo 5 foriem, ktoré zodpovedajú spôsobu prenosu: intoxikácia z potravín, inhalačný botulizmus, detská, resp. intestinálna toxémia dospelých, ranový a iatrogénny botulizmus. Človek sa môže nakaziť:

■ Zjedením toxínu (**intoxikácia z potravín**) – vyskytuje sa po zjedení toxínu prítomného v potravinách. Väčšina prípadov botulizmu bola spôsobená typom A, B alebo E. Aj minimálne množstvo toxínu môže spôsobiť ochorenie. Obvykle je potrebné splnenie súčasne viacerých podmienok, aby ochorenie vzniklo:

- spóry musia kontaminovať potravinu a nie sú zničené procesom výroby (sterilizácia),
- anaeróbne nekyslé prostredie s nízkym obsahom cukru, s nízkym obsahom soli, a s vhodnou teplotou pre rast a metabolizmus počas skladovania, čo umožní germináciu spór a produkciu toxínu,
- jedlo sa konzumuje bez dostatočného ohriatia. Na inaktíváciu toxínu je potrebné 85 st. C po dobu 5 minút, aby sa dosiahla táto teplota v celom obsahu potraviny, odporúča sa variť aspoň 10 minút.

Odporúčané podmienky skladovania potraviny na zabránenie produkcie toxínu: • menej ako 3 °C • menej ako 8 °C a pH pod 5,0 • menej ako 8 °C a NaCl viac ako 5,3 % • menej ako 8 °C, ak je dostupnej vody menej ako 0,97.

Podmienky prežívania *Clostridium botulinum*: pre rast vegetatívnej formy baktérie: • optimálna teplota 18 – 40 °C, min 3 °C max 48 °C • dostupná voda 0,94 (10 % NaCl) • pH 4,6 – 5,0 • spóry prežívajú pri pH < 4,6, toxín je stabilný pri pH 4,6.

Podmienky inaktívácie: vegetatívna bunka je zabitá pri 60 °C, spóra pri viac ako 120 °C 20 min.; toxín per 74 °C pôsobiach 3 min.

Rizikové potraviny: nevhodne spracovaná potravina, nesprávne údené a fermentované mäso, zelenina, morské plody, bylinky zaliate v oleji, pesto, zeleninové džúsy, med, zemiaky pečené v šupke, uzatvorené v hermetickom obale v konzerve alebo vo fľaši, v igelitovom obale, v potravinovej fólii, v alobaloch...

■ **Inhaláciou toxínu (inhalačný botulizmus)** – nevyskytuje sa prirodzene. Boli popísané 3 prípady ľudského ochorenia v roku 1962 u laboratórných pracovníkov, ktorí pracovali s aerosólom toxínu.

■ **Požitím spór (detský botulizmus, intestinálna toxémia dospelých)** – vyskytuje sa po požití spór baktérie *C. botulinum*. Spóry prežívajú v gastrointestinálnom trakte, germinujú, replikujú sa a uvoľňujú

toxín, ktorý je absorbovaný do cirkulácie. Zdroj spór nie je typický. Predpokladá sa zjedenie medu kontaminovaného spórami alebo sušenej, rekonštituovanej detskej mliečnej výživy. Prítomná spóra germinuje v anaeróbnom prostredí GIT-u a baktéria sa jednoduchšie usídli pre nezrelú fyziologickú flóru čreva novorodenca a dojčiat, ktorá neobsahuje dostatočné množstvo a zloženie súťažiacich baktérií. Zjedenie spór u dospelého viedlo k prítomnosti toxínu v stolici, a to okrem dojčiat predovšetkým u pacientov s gastrointestinálnym ochorením (po operácii sc. Billroth, pri Crohnovej chorobe a pod.).

■ **Kontamináciou tkaniva spórami (ranový botulizmus)** – spôsobený je absorpciou toxínu do cirkulácie cez ranu. Väčšina prípadov sa spája s injekciou kontaminovanou ihlou pri aplikácii i. v. drog.

■ **Poškodenie pri terapeutickom zákroku (iatrogénne)** – veľmi zriedkavé pri medicínskom použití alebo neoprávnenom použití terapeutického botulotoxínu. Purifikovaný a riedený toxín sa používa na liečbu spastických alebo autonómnych svalových porúch, napr. toxín A (Botox) na odstránenie vrások alebo blefarospazmu, cervikálnej dystónie, strabizmu, primárnej axilárnej hyperhidrózy. Toxín B (Myobloc, Neurobloc) sa používa pri cervikálnej dystónii. Klinické príznaky pri iatrogénnom poškodení sú dysfágia, paréza alebo neuromuskulárne postihnutie.

Klinické prejavy – Otrava z potravín sa prejaví obvykle 1 až 3 dni po zjedení kontaminovanej potraviny. Prvotné príznaky sú slabosť, zahmlené videnie s dilatovanými zreničkami, sucho v ústach, záпча a bolesť brucha. Priebeh je afebrilný. Bilaterálna slabosť periférnych svalov sa vyvíja s postupom ochorenia (chabá paréza). Smrť je najčastejšie spôsobená respiračným zlyhaním. Sensorické vnímanie je zachované. Neurotoxín je ireverzibilne viazaný a inhibuje vzruchové neurotransmitery až po úplné vyliečenie, ktoré môže nastúpiť až po niekoľkých mesiacoch alebo rokoch. Mortalita pacientov je až 70 %. Vďaka podpornej terapii a zvládaniu respiračných komplikácií sa znížila na 10 %.

Detský botulizmus bol po prvýkrát zaznamenaný v roku 1976 a dnes je najčastejšou formou botulizmu v USA. V tomto prípade neurotoxín produkuje in vivo baktéria *C. botulinum*, ktorá kolonizovala črevo dojčiat. Aj dospelí sú exponovaní tejto baktérii v jedle, *C. botulinum* však neprežíva v ich čreve. Len pri neprítomnosti súťažiacich baktérií v čreve sa *C. botulinum* môže usídlit v čreve dieťaťa a v anaeróbnom prostredí začať rásť, metabolizovať a produkovať toxín. Toto ochorenie je typické pre vekovú skupinu detí od 1 do 6 mesiacov (výnimočne do 1 roka). Typickými prejavmi sú

nešpecifické príznaky (zápcha, slabý plač, neschopnosť sať). Progredujúce ochorenie vedie ku chabej paréze a **zástave dýchania**. Mortalita u dokumentovaných prípadov je nízka (1 % – 2 %).

Ranový botulizmus sa vyvíja po produkcii toxínu v rane kontaminovanej spórmi. Symptómy sú rovnaké ako pri otrave z potravín, ale inkubačný čas je dlhší (4 a viac dní) a gastrointestinálne príznaky sú zriedkavé.

Charakteristika a klasifikácia prípadu

– Klinická: ingescia botulotoxínu s následnou rôznou závažnosťou typickej symptomatológie (dvojité videnie, zahmlené videnie, bulbárna slabosť). Symetrická paralýza môže rýchlo progredovať. Laboratórna: detekcia botulotoxínu v sére, stolici pacienta alebo v potravine alebo izolácia baktérie *C. botulinum* v stolici. **Pravdepodobný prípad** – klinicky kompatibilný prípad v epidemiologických súvislostiach (napr. ingescia rizikových potravín v predchádzajúcich 48 hodinách).

Potvrdený prípad – klinicky kompatibilný prípad, ktorý je laboratórne potvrdený, alebo ktorý sa vyskytuje u ľudí, ktorí jedli rovnaké jedlo ako pacient s laboratórne potvrdeným botulizmom (platí od roku 2011). (*Botulizmus môže byť diagnostikovaný aj bez laboratórneho potvrdenia, ak sú klinické a epidemiologické dôkazy jednoznačné – platilo do roku 1991*).

Laboratórna diagnostika – Potravinový botulizmus je laboratórne dokázaný v pokuse na zvierati aktivitou toxínu v potravine alebo vo vzorke od pacienta (sérum, stolica alebo žalúdočná tekutina). Detský botulizmus sa dokazuje prítomnosťou toxínu v stolici alebo sére a kultiváciou mikroorganizmu zo stolice. Ranový botulizmus je možné potvrdiť dôkazom toxínu v sére alebo rane, alebo ak je mikroorganizmus vykultivovaný z rany. Žiaden z testov na potvrdenie potravinového botulizmu nemá citlivosť vyššiu ako 60 %, pri detskom botulizme to je 90 %. Zlatým štandardom, resp. referenčnou metódou, je použitie neutralizačného testu a pokusu na myšiach. Vzhľadom na nízky výskyt ochorenia je možné, že v budúcnosti bude potrebné a možné použiť molekulovo-genetické metódy, ktoré v ojedinele sa vyskytujúcich prípadoch môžu poskytnúť potvrdzujúci výsledok v priebehu niekoľkých hodín. To by bolo významné pre urýchlenie potvrdenia ochorenia a možnosť aktivovania systému hlásenia a špecifickej terapie antitoxínom. Kultivácia *C. botulinum* je laboratórne nenáročná, izolácia baktérie sa uľahčí, ak je vzorka vystavená 10-minútovému zahriatiu na zabitie nesporulujúcich baktérií. Použitie, nutrične obohatené kultivačné médiá umožnia bakteriálnym spóram germinovať a rásť. Testy na laboratórne potvrdenie ochorenia je potrebné začať okamžite a vyslovenie podozrenia na základe klinického obrazu je dôvodom začatia liečby a verejnozdravotníckej intervencie. Konfirmujúca laboratórna diagnos-

tika (založená na detekcii botulotoxínu v sére, sekrétoch a stolici pokusom na myšiach, keď sa vzorka pacienta aplikuje myšiam a sledujú sa charakteristické klinické príznaky) môže byť technicky aj časovo veľmi náročná. Vzorku séra pacienta je potrebné odobrať pred podaním liečby (antitoxínu). Vykonanie testu trvá 1 – 4 dni a uskutočňuje sa v referenčných laboratóriách. Pretože antitoxín je potrebné podať pred ukončením referenčného testovania, je možné uskutočniť aj iné diagnostické postupy (PCR alebo rýchle diagnostické chromatografické skriningové či ELISA testy) alebo začať terapiu na základe charakteristického klinického obrazu. Je potrebné informovať úrad verejného zdravotníctva pri akomkoľvek podozrivom prípade. Epidemiologické šetrenie je nevyhnutné na zavedenie predpísaných opatrení na zabránenie vzniku ďalších prípadov, resp. na ich včasné vyhľadanie. Izolácia pacienta nie je nutná, pretože ochorenie sa neprenáša interpersonálne. Pokus o identifikáciu botulotoxínu sa uskutočňuje vo vzorkách od pacienta (sérum, stolica, zvratky, obsah čreva) ale aj vo vzorkách konzumovanej potraviny. Pri ranovom botulizme sa ako vzorka odoberá sérum, stolica, exsudát alebo tkanivo a ster z rany; pri detskom botulizme stolica alebo sérum. Všetky vzorky je potrebné uskladniť v chladničke. Vzorka z rany musí byť odobratá na anaeróbu kultiváciu. Potravina by mala zostať v originálnom balení a aj prázdne obaly so zvyškami suspektnej potraviny je možné použiť na vyšetrenie. Odoberá sa 10 – 15 ml séra alebo 25 – 50 mg stolice.

Dekontaminácia po expozícii toxínu zahŕňa vypranie oblečenia a bielizne, umytie kože mydlom a vodou. Spontánna inaktivácia toxínu prebieha v prostredí v priebehu priemerne dní. Kontaminované povrchy, zvyšky kultúr alebo toxínu sa dezinfikujú 0,1 % roztokom NaCl. Na elimináciu spór z prostredia sa používajú sporocídne dezinfekčné prostriedky: kyselina peroctová, kyslé nitráty, akcelerovaný peroxid vodíka. Sérum proti botulotoxínu neutralizuje len voľný toxín v cirkulácii, neeliminuje toxín viazaný na presynaptické receptory. Včasné podanie antitoxínov nezlepší prítomné klinické prejavy, ale zabráni postupu paralýzy.

Terapia pacienta s botulizmom vyžaduje predovšetkým adekvátne postupy na podporu dýchania, elimináciu mikroorganizmu z tráviaceho traktu lavážou žalúdka a podaním antibiotík (metronidazol a penicilín) a použitie trivalentného antitoxínu proti botulotoxínom. Po prekonaní ochorenia protilátky pacienta nedosahujú protektívne hladiny (podobne ako pri tetane), a preto môže pacient opäť ochoriť po expozícii toxínu.

Diskusia – Dodnes nie sú potvrdené všetky body procesu vzniku botulizmu u dospelého človeka (z augusta roku 2015) v SR, konkrétne prameň pôvodcu nákazy. Analýza prípadu

je podrobne uvedená na stránke RÚVZ v Banskej Bystrici. Na to, aby vzniklo ochorenie botulizmus, bolo potrebných viacero udalostí, ktoré sa vyskytli súčasne.

- **Prítomnosť spóry v potravine** – strukoviny, zelenina, mäso môžu byť kontaminované spórmi *C. botulinum* po kontakte s pôdou. Eliminácia rizika sa uskutočňuje správnym konzervovaním. Pasterizácia je proces, ktorý jednorazovo neníči spóry. Je potrebné ho opakovať, keď 2 – až 3-krát po sebe nasledujúce zvýšenie teploty s následným ochladením spôsobí germináciu spór a zničenie vegetatívnej bunky, resp. toxínu. Neprítomnosť konzervačných látok v potravine (často používaný, dobre čitateľný nápis na obale – bez konzervantov) nie je vždy znakom vyššej kvality, resp. bezpečnosti potraviny. Konzervanty, napr. soľ, ocot, cukor majú za úlohu ochrániť potravinu pred pokazením.
- **Zlé skladovanie v období horúceho leta a nevhodná lehota spotreby** – existujú postupy, ktorými sa určuje lehota spotreby a podmienky skladovania aj s ohľadom na špecifické toxíny a charakteristiky potravín. Dodržiavanie chladového reťazca nielen pri transporte od výrobcu k predajcovi, ale aj v predajni, pri odnášaní nákupu domov a v domácnosti by bolo možné objektivizovať napríklad použitím indikátorov dosiahnutej kritickej teploty na obale. Minimálne je potrebné označiť podmienky skladovania na obale tak, aby boli čitateľné (Journal of Applied Microbiology ISSN 1364 – 5072 *Clostridium botulinum* and the safety of minimally heated, chilled foods: an emerging issue? M.W. Peck Institute of Food Research, Norwich Research Park, Colney, Norwich, UK).
- **Neznalosť konzumenta a zákernosť jedu** – konzument v tomto ojedinelom prípade ochorenia na Slovensku zrejme nevedel, že bombáž je znakom prítomnosti toxínu, inak by potravinu, ktorá „vyfúčala, keď pichol do jej plastového obalu“, nezjedol. Botulotoxín A je neproteolytický, a preto nemení senzorické vlastnosti potraviny. Toto ochorenie sa u nás prakticky nevyskytuje, a aj vo svete len mimoriadne vzácné. Napriek tomu a vzhľadom na jeho extrémnu letalitu je potrebné, aby kvalita potravín a stravovania bola pravidelne kontrovaná určenými štátnymi inštitúciami na všetkých úrovniach procesu vzniku ochorenia.

Prítomnosť vzácného typu toxigénnej baktérie bola dokázaná v obale so zvyškami

suspektnej potraviny fenotypovými aj genotypovými testmi. Mikrobiologická identifikácia bola uskutočnená podľa štandardných postupov v akreditovanom laboratóriu (kultivácia, identifikácia) najmodernejšími diagnostickými postupmi a následne konfirmovaná v zahraničných renomovaných laboratóriách (PCR) vrátane genotypu. Išlo o *Clostridium botulinum* typ A, ktorý sa nevyskytuje voľne na území SR. Nie je stále dokázané, **ako sa baktéria, resp. spóra dostala do vzorky z testovaných obalov**. Najpravdepodobnejším zdrojom spóry pri botulizme je základná surovina, ktorá bola v tomto prípade dovezená cez viacerých dodávateľov a použitá vo výrobnom procese. Existujú aj iné možnosti, o ktorých sa uvažovalo v súvislosti s ochorením.

- Kontaminácia obalov baktériou v domácom prostredí. Typ baktérie je ojedinelý a na našom území sa nevyskytuje. Baktéria neprežije v aeróbnom prostredí a nie je schopná vyprodukovať toxín, ktorý jediný je nástrojom patogenity.
- Nevhodné podmienky uskladnenia umožňujú rast mikroorganizmov, ktoré neboli eliminované výrobným procesom. Podmienky uskladnenia sú stanovené potravinovým kódexom. Musia byť zrozumiteľné pre všetky stupne chladového reťazca, (čitateľne uvedené na obale pre spotrebiteľa).

Nález *Clostridium botulinum* v súvislosti s ochorením človeka je príliš vážny na to, aby sa stal dôvodom dohadovania a konkurenčného boja, resp., aby sa robili uzávery skôr, ako sa nájde prameň pôvodcu ochorenia – mikroorganizmu, ktorého jed je jedným z najtoxickejších vôbec. Pracovníci štátnej správy včas informovali verejnosť tak, ako im vyplýva z povinností určených zákonom. Napriek neprajnej atmosfére a podmienkam neumožňujúcim rovnocenné informovanie a pracovnú pohodu, pracovisko v priebehu nasledujúcich rokov dosiahlo významné úspechy, ktoré potvrdili správnosť ich postupu. Získalo akreditáciu na zisťovanie prítomnosti toxínov *C. botulinum* na základe genotypovej analýzy. Získanie akreditácie je dlhodobý, niekoľkoročný proces a laboratórium musí opakovane preukazovať schopnosť exaktnej a forenzne správnej laboratórnej praxe v národnom a medzinárodnom kontexte. Odborníci v oblasti mikrobiológie a epidemiológie splnili zo zákona vyplývajúce povinnosti. Jednou z nich je informovanie verejnosti **o podozrení** na výskyt infekcie spôsobenej botulotoxínom. V rámci nasledujúcej mediálnej kampane boja za značku sa bojovalo za značku výrobku. Za značku zdravotníctvo sa pracovalo v laboratóriu ďalej. Konkurenčný boj je vždy kto z koho a o peniazoch. Kampaň bola pre značku úspešná, o čom hovorí viacero správ v masmédiách (6, 7, 8) aj výrobky na pulkoch potravín a drogérií. V lete roku 2015 málokto poznal výrobok,

ktorý sa dával do súvislosti s ojedinelým prípadom botulizmu u nás. Odvtedy kampaň boja za značku prebieha ďalej, aj keď značka je už iná a bojuje sa už nielen za ňu. V rámci kampane jej tvorcovia zašli za hranice potravinárskeho priemyslu, aj ploty palácov a vytvorili ohradu aj tam, kde ľudia hľadajú pohodu. Už nie je značkou len slovenský výrobok (z dovezených surovín) slovenského výrobcu. Možno je značka a jej pôvodný autor, čestný človek, tak trochu využitá, zneužitá alebo len použitá v inom boji, do ktorého kampaň plynulo vyústila.

Potravinový kódex a odborná literatúra hovoria o podmienkach správnej výroby a skladovania potravín alebo lahôdkových výrobkov. Každá dobrá gazdina tiež vie, že potravina bez konzervantov (napríklad soli, octu, cukru alebo kyseliny salicylovej) sa rýchlo pokazí. Takýto nápis na výrobku je len reklamný a klamlivý trik. Bývalý hlavný hygienik konštatoval, že existuje **teoretická** možnosť, že ku kontaminácii obalov z nátiery došlo v odpadkovom koši u konzumenta. Určite mal pravdu. Existuje teoretická možnosť, že sa v odpadkovom koši nájde kameň z Mesiaca aj spóra baktérie z Argentíny. Vylúčiť sa to nedá. Zdravotníckym pracovníkom nebolo umožnené verejne sa vyjadriť ani na oficiálnej stránke pracoviska. To najčastejšie, čo je možné urobiť pri podozrení na otravu z potraviny, je podieľať sa na exaktnom vyšetrení. Na to je treba mať správnu štipku pokory a stáť si za svojím. Existujú firmy svetového mena, ale aj drobní podnikatelia, ktorí pri podozrení na botulizmus prešli ťažkú cestu napriek tomu, že išlo o ich značku, ktorá sa po vyšetrení napokon objavila v renomovaných svetových vedeckých časopisoch a dnes vieme, aj vďaka odborným vedeckým článkom, že botulotoxín už dávno nie je len klobásový jed. Vo viacerých krajinách sú popísané epidemické výskyt po zjedení zeleninového pesta, pečených zemiakov, fermentovanej ryby, dokonca detskej mliečnej výživy, bylínok zaliatych v oleji, zeleninových a strukovinových nátiery, a u detí do 1 roka aj medu. Botulotoxín je jeden z najnebezpečnejších a najsilnejších jedov, ktorý má potenciál byť biologickou zbraňou. **Aj gazdinky na začiatku minulého storočia vedeli, že naľúknutá klobása alebo konzerva sa neotvára a pokazený výrobok sa neje. Pamätám sa, ako sme s mamou v obchode kupovali paštétu (to som mala možno 5 rokov) a mama prstami zatlačila na viečko a vyskúšala konzervu, či nie je naľúknutá. Potom som o tom opakovane počula aj v škole a neskôr som to naučila svoju dcéru. Človek, ktorý ochorel na botulizmus, asi o tom nič nevedel, nik ho to nenaučil, nezapamätal si to zo školy rovnako, ako niekto iný zabudol princíp výbušného motora. Možno bol taký hladný alebo žiadostivý po jedle, že mu bolo jedno, čo zje. A doplatil na to sám.** Botulotoxín je smrteľný jed. Pri intenzívnej starostlivosti, keď prístroje dýchajú za pacienta a lieky podporujú činnosť ochabnutých orgánov, špecifické antisérum zabráni účinku jedu skôr, ako vyvolá

ďalšie príznaky a ako skupina odborníkov – lekárov, ošetrovateľov, rehabilitačných pracovníkov, sestier robí všetko, čo je možné, a tak aj botulotoxikózu možno prežiť. Náš pacient prežil vďaka tým, ktorí rýchlo a správne stanovili diagnózu a začali účinnú liečbu. Pracovníci RÚVZ napriek tomu, že boli zahnaní do kúta a dodnes sa im nik nepoďakoval ani neospravedlnil, neprestali pracovať. V akreditovaných zahraničných laboratóriách bolo dokázané, že vykultivovaná baktéria bol kmeň *C. botulinum* schopný produkovať botulotoxín. To však nie je všetko. Boli identifikované typové znaky baktérie a toxínu, ktoré baktériu určili ako v Európe sa voľne nevyskytujúci typ, endemický pre oblasť Južnej Ameriky a dnes je vo svetovej databáze bakteriálnych kmeňov uznaná ako *Clostridium botulinum strain Banská Bystrica BoNT/A3* (9).

Nález *Clostridium botulinum* z obalu suspektnej potraviny je profesionálnym, mikrobiologickým výkonom, ktorý nie je izolovaný ani samoučelný a musí mať pokračovanie vedúce k zabezpečeniu alebo navráteniu zdravia. Našťastie, medicína je exaktná veda a väčšina lekárov je čestná a niektorí vedia aj trpezlivo vedecky pracovať. Jedna vec sú mediálne atraktívne príbehy a druhá uznávané, vo svete akceptované vedecké publikácie (10).

LITERATÚRA

1. Murray, P.R., Rosenthal, K.S., Tenover, M.A.: *Medical microbiology 8th edition*, Elsevier, 2015, s. 836, ISBN 978 0 323 29956 8
2. Albert, J.N.: *International Programme on Chemical Safety, Poisons Information Monograph 858: Bacteria* WORLDHEALTHORGANIZATION, reviewed 2002
3. Peck, M.W.: *Clostridium botulinum and the safety of minimally heated, chilled foods: an emerging issue?* *Journal of Applied Microbiology* 101 (2006) 556 – 570 ISSN 1364 – 5072, doi: 10.1111/j.1365 – 2672.2006.02987
4. Malakar, P.K., Plowman J., Peck, M.W.: *Quantification of non-proteolytic Clostridium botulinum spore loads in food materials*, Barker, G.C., *Applied and Environmental Microbiology* doi: 10.1128/AEM.03630-15
5. <http://www.vzbb.sk/index.php>
6. <https://prezi.com/yinkcyreq4lx/komunikacna-strategia-luntner-alfa-bio/>
7. <https://www.pohodafestival.sk/sk/novinky/lunter-nezatazi-na-pohode-zaludky-a-anizivotne-prostredie>
8. <http://www.netky.sk/clanok/zakladatel-spolocnosti-alfa>
9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/KU376389.1>
10. L. Maďarová, B.G. Dómer, L. Schaade, V. Donáth, M. Avdičová, M. Fatkulínová, J. Strhársky, I. Sedlačiková, C. Klement, M.B. Dómer: *Reoccurrence of botulinum neurotoxin subtype A3 inducing food-borne botulism, Slovakia, 2015: Eurosurveillance, Volume 22, Issue 32, 10 August 2017* <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=22853>