

# BACILLUS CLAUSII – PROBIOTIKUM REZISTENTNÍ VŮČI ANTIBIOTIKŮM

MUDR. PAVEL FRÜHAUF, CSc.<sup>1</sup>, MUDR. JIŘÍ SLÍVA, PH.D.<sup>2</sup>),  
MUDR. HELENA AMBROŽOVÁ, PH.D.<sup>3</sup>), MGR. LUCIE KOTLÁŘOVÁ<sup>4</sup>)

1) KLINIKA DĚTSKÉHO A DOROSTOVÉHO LÉKAŘSTVÍ 2) 1. LF UK A VFN, PRAHA 2 ÚSTAVY FARMAKOLOGIE 2. A 3. LF UK, PRAHA  
3) INFEKČNÍ KLINIKA 2. LÉKAŘSKÉ FAKULTY UK A FN NA BULOVCÉ, PRAHA 4) EDUKAFARM, PRAHA

**Častým nežádoucím účinkem podávání širokospektrých antibiotik v dětském věku je střevní dysmikrobie, která se může projevat např. průjmem. V prevenci tohoto stavu se osvědčilo podávání některých probiotik. Pro účinnost probiotik v této indikaci je důležitá rezistence vůči antibiotikům. Z hlediska bezpečnosti je však také důležité, aby se tato rezistence nešířila z probiotika na patogenní mikroorganismy. Sporulující probiotikum *Bacillus clausii*, používané řadu let v různých indikacích včetně postantibiotických průjmů, se vyznačuje vysokou rezistencí vůči antibiotikům, která není přenosná na ostatní mikroorganismy, čímž splňuje standardní požadavky účinnosti a bezpečnosti terapie.**

Častým nežádoucím účinkem podávání širokospektrých antibiotik v dětském věku je střevní dysmikrobie, která se může projevat např. průjmem. V prevenci tohoto stavu se osvědčilo podávání některých probiotik. Pro účinnost probiotik v této indikaci je důležitá rezistence vůči antibiotikům. Z hlediska bezpečnosti je však také důležité, aby se tato rezistence nešířila z probiotika na patogenní mikroorganismy. Sporulující probiotikum *Bacillus clausii*, používané řadu let v různých indikacích včetně postantibiotických průjmů, se vyznačuje vysokou rezistencí vůči antibiotikům, která není přenosná na ostatní mikroorganismy, čímž splňuje standardní požadavky účinnosti a bezpečnosti terapie

## POSTANTIBIOTICKÁ DYSMIKROBIE A PROBIOTIKA

Střevní mikroflóra představuje významnou součást lidského organismu a její narušení má za následek různé zdravotní problémy, jejichž závažnost závisí na míře poruchy fyziologické mikroflóry a následném pomnožení patogenních mikroorganismů. Při léčbě širokospektrými antibiotiky (např. po aminopenicilinech, makrolidech, cefalosporinech či chinolonech) se objevuje střevní dysmikrobie v 5–30 % případů. Projevem postantibiotické dysmikrobie jsou obvykle průjmy, které mohou mít závažný až fatální průběh. Jejich podkladem je nejčastěji postantibiotická kolitida vyvolaná toxinem *Clostridium difficile*.

Jak ukázala metaanalýza klinických studií, byla v rámci prevence i terapie těchto stavů prokázána prospěšnost některých probiotik.<sup>2</sup> V doporučení Evropské společnosti pro pediatrickou gastroenterologii, hepatologii a výživu (ESPGHAN) z roku 2008 se probiotika na základě řady klinických studií, v kterých byl prokázán jejich vliv na potlačení patogenních kmenů a obnovu fyziologické mikroflóry, uvádějí jako účinný doplněk k léčbě akutních průjmových onemocnění.<sup>3</sup> Mezi nejslibnější patří například některé kvasinky rodu *Saccharomyces* a bakterie rodu *Lactobacillus* a *Bacillus*.<sup>4</sup> Pro prospěšnost

aplikace probiotik v průběhu antibiotické léčby je důležitá nejen jejich účinnost, ale i rezistence zvoleného probiotika vůči užívaným antibiotikům. Jen některé z probiotických kmenů mají prokázanou tuto rezistenci a jsou přitom bezpečné i z hlediska šíření rezistence vůči antibiotikům na patogenní mikroorganismy. Třebaže se největšímu zájmu na preklinické i klinické úrovni výzkumu těší například bakterie rodu *Lactobacillus*, jako velmi zajímavé z hlediska možného využití v prevenci postantibiotické dysmikrobie se jeví bakterie rodu *Bacillus*, např. *B. subtilis*, *B. coagulans*. K významným probiotikům z této skupiny patří i *B. clausii*, který patří k nejprozkoumanějším probiotikům z hlediska rezistence vůči antibiotikům a nepřenosnosti této rezistence na patogenní mikroorganismy.

## BACILLUS CLAUSII

### Charakteristika

*Bacillus clausii* je probiotikum široce využívané především v Itálii od 60. let 20. století pro léčbu virových průjmů a prevenci projevů postantibiotické dysmikrobie.<sup>5</sup> Spóry *B. clausii* procházejí intaktní kyselým prostředím žaludku a ve střevě přecházejí ve vegetativní formy.<sup>6,7</sup> Spóry i vegetativní formy *B. clausii* se vyznačují vysokou adhezivitou ke střevní sliznici, kterou kolonizují.<sup>8</sup> Významné působení *B. clausii* na patogenní mikroorganismy mapuje studie, sledující inhibiční aktivitu tohoto probiotického kmene vůči širokému spektru patogenů.<sup>9</sup>

### Rezistence vůči antibiotikům

Důležitou vlastností probiotika užívaného při antibiotické léčbě je rezistence vůči antibiotikům. V případě *B. clausii* je tato vlastnost studii in vitro dobře zmapovaná. Důležitým genem přítomným u *B. clausii* je gen, kódující laktamázu BCL-1, který se shoduje s geny kódující penicilinázy PenP. Přítomnost těchto genů u *B. clausii* je důvodem jeho rezistence nejenom vůči penicilinovým antibiotikům, ale současně i vůči cefalosporinům.<sup>10</sup> Je dokumentována i rezistence *B. clausii* k makrolidům – erytromycinu, spiramycinu, azithromycinu, streptograminu B a linkosamidům, jako jsou linkomycin či clindamycin.<sup>11</sup>

Pro bezpečnost užití probiotik je důležité, aby se rezistence vůči antibiotikům nešířila přenosem genů na patogenní mikroorganismy. V případě *B. clausii* ani při opakované snaze přenést cestou konjugace gen *erm*, který je označován za klíčový pro rezistenci vůči antibiotikům působícím na ribosomální úrovni, nedošlo k přenosu rezistence na žádný ze studovaných mikroorganismů (např. *Enterococcus faecalis*).<sup>11</sup> Zatímco v případě rezistence *B. clausii* vůči makrolidům či linkosamidům se uplatňuje gen *erm*, v rezistenci k aminoglykosidům se uplatňuje enzym kódovaný genem *aadD2*. V práci, v které byla prokázána rezistence *B. clausii* ke kanamycinu, tobramycinu a amikacinu autoři zdůrazňují, že tento gen nebyl přenosný na testované patogenní mikroorganismy.<sup>12</sup>

Klonováním bylo dále zjištěno, že *B. clausii* obsahuje ve svém genomu rovněž gen pro chloramfenikol acetyltransferázu, *cat(Bcl)*, jejíž struktura byla z 85 % identická s tímž enzymem pocházejícím z gram-pozitivních bakteriálních kmenů. Jedná se o enzym, který inaktivuje chloramfenikol cestou jeho acetylace. I v tomto případě nebyl přenosný tento gen z *B. clausii* na ostatní mikroorganismy.<sup>13</sup>

Klonováním bylo dále zjištěno, že *B. clausii* obsahuje ve svém genomu rovněž gen pro chloramfenikol acetyltransferázu, *cat(Bcl)*, jejíž struktura byla z 85 % identická s tímž enzymem pocházejícím z gram-pozitivních bakteriálních kmenů. Jedná se o enzym, který inaktivuje chloramfenikol cestou jeho acetylace. I v tomto případě nebyl přenosný tento gen z *B. clausii* na ostatní mikroorganismy.<sup>13</sup>

## BAKTERIOCINY – INHIBITORY RŮSTU PATOGENNÍCH BAKTERIÍ

Při hodnocení účinnosti probiotických mikroorganismů v prevenci střevní dysmikrobie je důležitá schopnost inhibovat růst patogenních bakterií, čehož je dosahováno nejrůznějšími mechanismy. Jedním z nich je schopnost produkce látek s antimikrobiálním účinkem, jakými jsou např. bakteriociny. Jednou z podskupin bakteriocinů jsou tzv. lantobiotika – antimikrobiální látky, syntetizované na ribosomech probiotických mikroorganismů. Tyto látky produkuje i *B. clausii*. Část lantobiotik vyvolává vznik pórů v cytoplazmatické membráně gram-pozitivních bakterií, což vede k bakteriolýze. Jiná lantobiotika jsou namí-

řena proti peptidoglykanům, které tvoří strukturální síť, složenou z disacharidových jednotek, navzájem spojených peptidovými řetězci. Peptidoglykanová síť umožňuje bakteriální buňce odolávat lýze díky udržování osmotického gradientu bakterie oproti vnějšímu prostředí. Clausin a další lantibiotika produkovaná *B. clausii* interferují se syntézou prekursorů peptidoglykanů a tím inhibují růst patogenních bakterií.<sup>14</sup>

## ZÁVĚR

Probiotika mají v prevenci postantibiotických dysmikrobií důležité místo. Probiotický kmen *Bacillus clausii*, používaný již řadu desetiletí v Itálii k léčbě virových průjmů a postantibiotických dysmikrobií, disponuje nejen rezistencí vůči většině běžně podávaných antibiotik, ale i schopností inhibovat růst řady jiných, patogenních mikroorganismů. Z hlediska bezpečnosti hraje důležitou roli skutečnost, že zmíněná odolnost vůči antibiotikům není vázána plazmidově, ale chromosomálně, což znemožňuje transfer odpovídajících genů do populace patogenních mikroorganismů. Tyto vlastnosti jsou výhodné pro probiotickou léčbu postantibiotických dysmikrobií.

## Literatura

- Hickson M. Probiotics in the prevention of antibiotic-associated diarrhoea and *Clostridium difficile* infection. *Therap Adv Gastroenterol* 2011;4:185-97.
- Szajewska H, Rusczyński M, Radzikowski A. Probiotics in the prevention of antibiotic associated diarrhoea in children; a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Pediatr*. 2006;149:367-372.
- Guarino A. European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition/European Society for Paediatric Infectious Diseases evidence-based guidelines for the management of acute gastroenteritis in children in Europe: executive summary. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2008;46:619-621.
- Johnston BC, Supina AL, et al. Probiotics for the prevention of pediatric antibiotic-associated diarrhea. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007, Issue 2. Art. No.: CD004827. DOI: 10.1002/14651858.CD004827.pub2.
- Benoni G, Marcer V, Cuzzolin L, et al. Antibiotic administration and oral bacterial therapy in infants. *Chemioterapia* 1984;3:291-4.
- Ciffo F, Da Carro C, Giovannetti M. Gastric resistance of *Bacillus subtilis* spores used in oral bacteriotherapy: in vitro studies. *Farmacia e terapia* 1987;3:163-169.
- Urdaci MC, Bressollier P, Pinchuk I, *Bacillus clausii* probiotic strains: antimicrobial and immunomodulatory activities. *J Clin Gastroenterol* 2004;38:S86-90.
- Angioi A, Zanetti S, Sanna A. Adhesiveness of *Bacillus subtilis* strains to epithelial cells cultured in vitro. *Microbial Ecology in Health and Disease* 1995;8:71-77.
- Urdaci MC. *Bacillus clausii* probiotic strains antimicrobial and immunomodulatory activities. *J Clin Gastroenterol* 2004;38(suppl 2):86-90.
- Girlich D, Leclercq R, Naas T, Nordmann P. Molecular and biochemical characterization of the chromosome-encoded class A beta-lactamase BCL-1 from *Bacillus clausii*. *Antimicrob. Agents Chemother* 2007;51:4009-4014.
- Bozdogan B, Galopin S, Leclercq R. Characterization of a new erm-related macrolide resistance gene present in probiotic strains of *Bacillus clausii*. *Appl Environ Microbiol* 2004;70:280-284.
- Bozdogan B, Galopin S, Gerbaud G, et al. Chromosomal aadD2 encodes an aminoglycoside nucleotidyltransferase in *Bacillus clausii*. *Antimicrob Agents Chemother* 2003;47:1343-1346.
- Galopin S, Cattoir V, Leclercq R. A chromosomal chloramphenicol acetyltransferase determinant from a probiotic strain of *Bacillus clausii*. *FEMS Microbiol Lett* 2009;296:185-189.
- Bouhss A, Al Dabbagh B, Vincent M et al. Specific interactions of clausin, a new lantibiotic, with lipid precursors of the bacterial cell wall. *Biophys J* 2009;97:1390-1397.

