

Jak mikroorganismy unikají imunitnímu systému

Karolína Absolonová, Petr Matucha, Ivan Šterzl

Oddělení klinické imunoendokrinologie, Endokrinologický ústav, Praha

Mikroorganismy si během evoluce vyvinuly širokou škálu strategií, jak uniknout vrozenému i adaptivnímu imunitnímu systému, a některým těmto strategiím se věnujeme v našem přehledu. Mikroorganismy mohou využívat podobnost svých proteinů s proteiny hostitele, produkovat protizánětlivé faktory, narušovat komplementový systém, ovlivňovat funkci a blokovat syntézu cytokinů, inhibovat rozpoznávání imunoglobulinů, snižovat expresi a modifikovat antigeny na svém povrchu, narušovat zpracování a prezentaci antigenu imunitními buňkami, vstupovat do imunitních buněk, ovlivňovat apoptózu buněk, modulovat funkce imunitních buněk nebo ovlivňovat produkci hormonů. S těmito únikovými strategiemi je nutné počítat při léčbě infekčních onemocnění.

Klíčová slova: únikové strategie mikroorganismů, vrozená a adaptivní imunita.

How microorganisms evade the immune system

Microorganisms have evolved a wide variety of strategies to evade both the innate and adaptive immune systems during evolution, and some of these strategies are addressed in our review. Microorganisms can use the similarity of their proteins to host proteins, produce anti-inflammatory factors, disrupt the complement system, affect the function and block the synthesis of cytokines, inhibit the recognition of immunoglobulins, reduce the expression and modify antigens on their surface, disrupt the processing and presentation of antigen by immune cells, enter immune cells, influence cell apoptosis, modulate immune cell functions or influence hormone production. These escape strategies must be taken into account when treating infectious diseases.

Key words: escape strategies of microorganisms, innate and adaptive immunity.

Úvod

Imunitní systém má složku vrozenou a adaptivní. Vrozená imunita představuje první linii obrany a je zprostředkována hlavně fagocyty, NK buňkami (natural killer cells), dendritickými buňkami a komplementem. Vrozený imunitní systém identifikuje mikroorganismy prostřednictvím tzv. PAMPs (pathogen-associated molecular patterns) pomocí receptorů PRR (pattern-recognition receptors). Mezi tyto receptory patří například toll-like receptory (TLR). Rozpoznání typu patogenu (virus, bakterie, parazit) spustí odpovídající imunitní reakci hostitele – buňkami zprostředkovanou destrukci nebo tvorbu protilátek. Fagocyty v reakci na stimulaci TLR vylučují prozánětlivé cytokiny, které usnadňují zahájení a rozvoj imunitní odpovědi. Profesionální fagocyty přímo likvidují patogeny (neutrofilů, monocytů/makrofágů, dendritické buňky, eozinofily, žírné buňky), některé navíc ještě zpracovávají a prezentují antigen pro T lymfocyty (monocyty/makrofágů, dendritické buňky). Komplement ničí patogeny prostřednictvím svého terminálního produktu MAC (mem-

brane attack complex) nebo usnadňuje fagocytózu jejich opsonizací. V pozdějších stádiích infekce vede adaptivní imunita zprostředkovaná B a T lymfocyty k eliminaci patogenu a tvorbě imunologické paměti.

Mikroorganismy si během evoluce vyvinuly různé mechanismy, kterými se mohou vyhnout imunitní odpovědi hostitele. Obranné a únikové strategie mikroorganismů jsou různé. Mezi aktivní mechanismy obrany patří produkce proteinů blokujících primární nebo sekundární imunitní reakci. Tyto proteiny mohou narušovat komplementový systém, interferovat s hladinou nebo aktivitou cytokinů, blokovat syntézu cytokinů, modulovat apoptózu buněk imunitního systému, narušovat zpracování a prezentaci antigenu (1). Mezi další způsoby obrany můžeme zařadit inhibici rozpoznávání imunoglobulinů (2), ovlivnění a inhibici funkcí imunitních buněk (2, 3), vstup do imunitních buněk (1), modulaci produkce hormonů (4), snížení exprese imunogenních proteinů a změny povrchových antigenů za účelem uniknout detekci imunitním systémem (1, 5). Některé mikroorganismy vstupují přímo do