PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK / REVIEW ARTICLE

ARMÁDNÍ OPATŘENÍ V REAKCI NA NEBEZPEČÍ INFEKČNÍCH VIROVÝCH ONEMOCNĚNÍ PŘENÁŠENÝCH INVAZIVNÍMI DRUHY KOMÁRŮ

ARMY MEASURES IN RESPONSE TO THE RISK OF INFECTIOUS VIRAL DISEASES TRANSMITTED BY INVASIVE MOSQUITO SPECIES

Vanda Boštíková¹✉, Hana Strítecká²

¹ Katedra epidemiologie, Fakulta vojenského zdravotnictví, Univerzita obrany, Česká republika

² Katedra vojenského lékařství a vojenské hygieny, Fakulta vojenského zdravotnictví, Univerzita obrany, Česká republika

Přijato 19. července 2018.

Akceptováno 28. listopadu 2018.

Zveřejněno 7. června 2019.

Souhrn

Virové infekční nemoci přenášené hmyzím vektorem (komár, klíště) jsou celosvětově na vzestupu. Severní Amerika zaznamenala v roce 2016 například více než čtyřicet tisíc případů Lymeské boreliózy, oproti 12 000 případů v roce 1995. Od roku 1999 do současnosti bylo na území USA zachyceno 38 000 nemocných West Nile virem, více než patnáct set osob onemocnění podlehl. Onemocnění dengue, stejně jako chikungunya se začaly pravidelně vyskytovat mezi obyvatelstvem západní polokoule. Hmyzí vektor nerozlišuje mezi civilní a vojenskou populací. A jsou to právě vojáci, kdo velmi často žijí, pracují, trénují, operují ve venkovním prostředí dnes a denně na celém světě, vystaveni riziku expozice hmyzím vektorem, přenosu infekční nemoci, potenciálně i letální. Jen některá z těchto onemocnění jsou preventabilní očkováním, eventuálně lékovou profylaxí (př. malárie, pomíneme-li rezistentní kmeny). Základním prostředkem proti tomuto typu virových nemocí proto stále zůstávají osobní ochranné pomůcky – u cestovatelů v první linii repelenty, u vojáků chemicky speciálně ošetřené uniformy.

Klíčová slova: Armáda; Aedes aegypti; žlutá zimnice; Zika virus; dengue; západonilská horečka; chikungunya; prevence; očkování; dezinfekce; permethrin; DEET; repelent; uniforma

Summary

Viral infectious diseases transmitted by insect vectors such as mosquito or tick are growing world-wide. For example, more than forty thousand cases of Lyme Disease were detected in North America during 2016 year, compared to 12 000 cases in 1995. Since 1999 up today we have found 38 000 US patients infected by West Nile Virus. More than one thousand five hundred patients died. Dengue fever, as well as Chikungunya have begun to regularly occur between the population in the Western Hemisphere.

Insect vector does not distinguish between civilian and military populations. And there are exactly soldiers, who often live, work, train, operate in the outdoors every day around the world, at risk of exposure of insect vector, infectious disease, potentially lethal. Just some of these diseases are preventable by vaccines. Anyway a personal protective equipment is still the basic protection for humans.

Key words: Army; Aedes aegypti; yellow fever; Zika virus; dengue virus; West Nile virus; chikungunya; prevention; vaccination; disinfection; permethrin; DEET; repellent; uniform

Úvod

Význam studia arbovirových nákaz přenášitelných invazivními druhy komárů jako jsou *Aedes aegypti*, *A. albopictus*, *A. stropalpus*, *A. koreicus*, *A. triseriatus*, *A. japonicus*, stejně jako malárii přenášející *Anopheles atroparvus*, *An. labrianchiae*, *An. plumbeus* a *An. Sacharovi*, v posledních letech výrazně vzrůstá, v důsledku úspěšného etablování těchto vektorů v nových lokalitách (1).

Komáři (známe více než 3 200 druhů) se vyskytují přirozeně na všech kontinentech s výjimkou Antarktidy. Sají krev teplokrevných živočichů a přitom jsou schopni přenášet nebezpečné nemoci. Za noc dokážou některé druhy urazit až 10 km a mohou létat až 4 hodiny bez přestávky rychlostí 1–2 km/hod. Většina druhů je aktivní a shání potravu v noci, večer či ráno. Samičkám obvykle trvá asi 50 sekund, než prorazí savci kůži a sání krve obvykle trvá zhruba 2,5 minuty. Mohou žít po dobu několika týdnů nebo měsíců, v závislosti na podmínkách prostředí (1,2).

V boji proti zmiňovaným infekčním nemocem je nesmírně důležitá prevence. Ideálním prostředkem je očkovací látka, bohužel v tomto případě máme k dispozici pouze vakcínu proti žluté zimnici. Na druhou stranu pravidelně jsou publikovány informace o kandidátních vakcínách, jejich vývoji a různých stádiích testování – v tomto případě vede snaha o vakcínu proti dengue, malárii a Zika viru (3,4).

Preventivní opatření

I v současnosti je velmi důležitým preventivním opatřením přímá likvidace komárů a lokalit, ve kterých se mohou úspěšně množit, stejně jako maximální opatření pro zamezení kontaktu mezi komárem a člověkem. To znamená aktivní používání repelentů na bázi různých organických látek, elektrických lapačů hmyzu (vaporizérů), spirál (mosquito coils), které uvolňují hořéním repelent spolu s odpuzujícím kouřem. Je třeba věnovat dostatečnou pozornost oblečení, přednostně světlejších barev a s dlouhými rukávy a nohavicemi, používání moskytiér (napuštěných chemikáliemi odpuzujícími hmyz), sítí v oknech a ve dveřích. Pomáhá i zapnutá klimatizace nebo větrák, protože proudění vzduchu nemá tento hmyz v oblibě (1,29,30).

Repelenty jsou obvykle určeny pro aplikaci přímo na kůži nebo na různý materiál. Další možnost zahrnuje repelenty obsahující permethrin, který není primárně určen na kůži, ale občas se na ni v kombinaci s dalšími látkami používá. Na pokožku můžeme aplikovat produkty s aktivními složkami DEET (*N,N*-diethyl-*m*-toluamid; *N,N*-diethyl-3-methyl-benzamid), IR3535 (3-[*N*-butyl-*N*-acetyl]-aminopropionová kyselina, ethyl ester), picaridin (1-methylpropylester kyseliny 2-(2-hydroxyethyl)piperidin-1-karboxylové) nebo PMD (para-menthane-3,8-diol; olej z eukalyptu citrónového), které poskytují dlouhotrvající protekci. Aktivní složky DEET a picaridin jsou podle americké organizace pro ochranu životního prostředí (Environmental Protection Agency, EPA) charakterizovány jako „konvenční repelenty“, zatímco PMD a IR3535 jako „pesticidní repelenty“. Některé účinné látky schválené například pro Spojené státy není povoleno používat v Evropě. Mnohé komerční výrobky pak obsahují specifikace pro který typ biotopu jsou určeny, a od toho se také odvíjejí obsahy a druhy účinných látek v nich obsažené (1,32,33,39).

Infekční nemoci přenášitelné invazivními druhy tropických komárů představují permanentní ohrožení jak pro cestovatele, zemědělské nebo lesní pracovníky, civilisty, tak pro vojenské jednotky působící obzvláště v tropických endemických oblastech. Vojáci stejně jako civilisté vracení se z oblastí s výskytem těchto infekcí představují potenciální zdroj importu daných nemocí do svých domovských zemí (2,5,8,21).

Vojenský výzkum

Carlos Finlay, kubánský lékař jako první publikoval názor, že komár *A. aegypti* by mohl být přenašečem žluté zimnice. Americký vojenský lékař, patolog a bakteriolog Walter Reed (1851-1902), po němž je pojmenováno významné lékařské centrum Walter Reed Army Medical Center (WRAMC) ve Washingtonu, |D.C., tuto hypotézu potvrdil. Díky těmto znalostem pak americká armáda při anexi Kubu (1898) a Panamy (1903) prováděla množství preventivních opatření vůči *A. aegypti* – všechny nádoby s vodou byly uzavřené, byly likvidovány kaluže, stojatá voda, buď vysušením nebo byl aplikován petrolej (6, 7, 12).

V období od konce druhé světové války po osmdesátá léta minulého století se vojenské uniformy impregnovaly repelenty na ochranu proti vši šatní, klíšťatům a blechám coby možným přenašečům skvrnitého tyfu. Nejčastěji byl používán dimethyl-ftalát, ester kyseliny ftalové. Bylo nutno ho používat často, opakovaně, byl schopen účinkovat jen krátkodobě. Tato organická sloučenina spolu s dalšími devatenácti ftaláty je předmětem dlouhodobých studií, které mimo jiné prokázaly toxické vlastnosti a podíl na demaskulinizaci populace (blokaci mužských hormonů). Swan S. a kol. (2005) (25) prokázali souvislost mezi množstvím ftalátů a jejich metabolitů u těhotných a následných změnách pohlavního ústrojí jejich synů. Ženy s nejvyššími hodnotami ftalátů v moči (sledováno ve 3. trimestru gravidity) rodily syny s nesestouplými varlaty a menšími penisy. Postižení chlapci současně vykazovali kratší vzdálenost mezi řitním otvorem a genitáliemi (u mužů je běžně tato vzdálenost 2x oproti ženám).

Daný ester byl ke konci minulého století nahrazen DEETem. Uniformy lépe snášely praní, celkově působila tato chemikálie déle. DEET byl vyvinut armádou Spojených států, na základě zkušeností z bojů v džungli během druhé světové války. Původně byla tato chemikálie testována jako pesticid v zemědělství. Vojáci ho začali využívat v roce 1946 (boje ve Vietnamu a jihovýchodní Asii), civilní sektor v roce 1957 (7).

Francouzský armádní výzkum vyvinul pro své vojáky „long-lasting permethrin treated battlefield uniform“ (BFU). Materiál uniformy je tvořen z 65 % bavlnou a 35 % polyesterem. Firma Athanor S. A. (Vieux-Thann, Francie) je zodpovědná za impregnaci látky permethrinem 25/75 (25 % cis isomer, 75% trans isomer), 1 250 mg/m². Používání těchto uniforem obvykle předchází dlouhodobý výzkum nejen účinnosti (dobrovolníci oblečení v testovaných uniformách tráví sledovanou dobu v uzavřených laboratorních prostorách osazených známým počtem vybraného druhu komára), ale i velmi podrobné toxikologické studie (1,31).

Armáda německého Bundeswehru sledovala skupinu vojáků a vojaček v Německu a v Afgánistánu. Část používala uniformy nenapuštěné permethrinem, část nosila přesně určenou dobu uniformy chemicky ošetřené. Všem sledovaným osobám byla odebrána a vyšetřována moč na hladiny permethrinových metabolitů. Zdraví ohrožující dávky nebyly v žádné skupině překročeny. Permethrin nevykázal v daných dávkách dermatotoxické, oftalmotoxické ani neurotoxické účinky. Nicméně u vojáků a vojaček – kuřáků (kontakt ruka – ústa) byly metabolity permethrinu v moči průkazně vyšší než u nekuřáků. Pozornost byla ve studiích věnována faktu vojaček a jejich možného těhotenství. Studie prokázaly bezpečnost permethrinu, nicméně u žen vojaček (ať už gravidních nebo matek, které kojí) je požadováno lékařské povolení k nošení takto impregnované uniformy (10).

Nejaktuálnější výzkum se zaměřuje na chemikálie s protrahovaným účinkem, schopné se uvolňovat řízeně. Upřednostňují se látky, které není nutné kombinovat s repelenty aplikovanými na kůži, protože komáry dostatečně odpudí chemikálie uvolňovaná z látky oblečení. Jako číslo jedna byla zvolen pirimifos-methyl (PM), ze skupiny organofosfátů. V současnosti probíhají studie, které porovnávají jeho účinek vůči permethrinem napuštěným uniformám, stejně jako zachování jeho účinnosti při kontrolovaném počtu pracích cyklů. Zároveň probíhají toxikologické testy. Obecně jsou uniformy (amerických vojáků) vždy po dvaceti vypráních vyřazeny, takže podmínkou studované chemické impregnace je účinnost impregnace pro dobu dvaceti pracích cyklů (Obr.č.1). PM má výborné odpuzovací účinky vůči *A. aegypti*, což je právě základní armádní požadavek pro vojáky pracující v jižní Evropě, kde tento druh komára dělá velké problémy (9-12).

Aedes aegypti

Dospělí jedinci *A. aegypti* se vyznačují bíločernými skvrnami jak na nohou, tak na těle. V maximálním počtu se vyskytují v přírodě v období února, posléze pak v květnu a jejich počty opětovně stoupají v září. Nejvyšší snůška

vajíček je typická pro únor a červen, o měsíc později se larvy líhnou. *A. aegypti* saje přednostně na savcích, zvláště pak na člověku. V minulosti tento druh komára upřednostňoval les a vodní plochy, zatímco v současnosti se velmi dobře adaptuje ve městech. Nacházíme ho v nejrůznějších nádržích na vodu, ve starých nepoužívaných pneumatikách, septicích, ale i uvnitř domácností, například ve vázách. Ukazuje se, že samičky kladou vajíčka co nejblíže lidským obydlím, pokud možno na nehybné vodní plochy (1,7,13).

Obrázek 1. Schéma využívané americkou armádou pro seznámení s aplikacemi ochrany proti hmyzu u uniforem (<https://slideplayer.com/slide/9543176/>)

V první polovině dvacátého století se tento druh komára vyskytoval pouze sporadicky, a to v oblastech kolem Brestu a Oděsy. Posléze kolonizoval Madeiru, stejně jako Gruzii. V poslední době je opakovaně nalézán v Holandsku, a stal se nejrozšířenějším druhem z hlediska celosvětového sledování - nalézáme ho na Krétě, Kypru, ve Francii, včetně Korsiky, v Řecku, Izraeli, Itálii, Portugalsku, jižním Rusku, na Sardinii, ve Španělsku, v Turecku, v bývalé Jugoslávii, na středním Východě, v Alžíru, Egyptě, Libyii, Maroku a v Tunisu. Stejně tak je rozšířen v jihovýchodní USA, východní a jihovýchodní Asii, Pacifiku na Indických ostrovech a v neposlední řadě i v severní Austrálii (1,8,35,36).

Historicky se *A. aegypti* stěhoval z kontinentu na kontinent plachetnicemi, a to ze západní Afriky (první zprávy o jeho výskytu jsou z roku 1919 z Velké Británie a Francie, 1953 ze Španělska). Dnes je transportován kamiónovou dopravou hlavně v oblasti Černého moře a námořní dopravou.

Neexistují žádné klimatické důvody, proč by tento druh komára neměl úspěšně masivně osidlovat a přežívat (nejen) v jižní Evropě. Jakmile se tak ve velkém rozsahu stane, pak se zásadně zvýší pravděpodobnost transmise takových onemocnění, jako je žlutá zimnice a dengue pro tuto zeměpisnou oblast. Úspěšnost procesu osidlování nových oblastí je u tohoto druhu komára zaručena globalizací, zvyšující se hustotou populace, problémy z hlediska zásobování vodou, zacházením s odpady, a sanitací (1,13,14,28).

Žlutá zimnice

Pro onemocnění žlutou zimnicí, stejně jako Zika virem funguje *A. aegypti* jako tzv. „bridge vector“. Jak napovídá anglický termín, komár v tomto případě funguje jako tzv. přemostující vektor, umožňující přenos viru mezi různými druhy. V praxi je to zařízeno tak, že komár saje na jednom druhu zvířete, později na jiném, či na člověku. To vede k mezidruhové cirkulaci patogenu.

Žlutá zimnice vyvolává onemocnění typické horečkou, žloutenkou, může dospět do hemoragického stádia a být fatální pro pacienta, díky renálnímu selhání. Symptomaticky se toto onemocnění projevuje u jednoho ze sedmi nakažených a jeho mortalita je udávána okolo 20 - 50 %. Přibližně tři milióny turistů cestují ročně do oblastí s výskytem žluté zimnice. Importované případy jsou často hlášeny z Německa, Belgie, Španělska, Francie, Holandska, stejně jako ze Švýcarska.

Máme k dispozici účinnou prevenci - očkování, které je v tuto chvíli doporučováno (v některých zemích přímo vyžadováno) (1,15,16).

Zika virus

Zika virus je v současnosti hlášen z více než 40 zemí světa. Jedná se například o Nikaraguu, Kostariku, Panamu, Panenské ostrovy, Dominikánskou republiku, Jamajku, Martinik, Nový Zéland. Evropa se potýká s importovanými nákazami, které hlásí Portugalsko, Švédsko, Itálie, Holandsko, Španělsko, Švýcarsko, Dánsko či Rakousko.

Přenašečem (vektorem) Zika viru jsou komáři rodu *Aedes* (*A. aegypti*, *A. albopictus*, *A. africanus*, *A. luteocephalus*, *A. vittatus*, *A. furcifer*). Největší obavy v souvislosti s globálním rozšířením viru vyvolávají komáři druhů *A. aegypti* a *A. albopictus*. Oba dva tyto druhy jsou schopny globální migrace a přizpůsobení se změnám klimatu.

Poprvé byl identifikován u opic *Macaca mulata* v ugandském pralese Zika v roce 1947. O sedm let později byl nalezen u tří pacientů. Šlo o záchyt v průběhu vyšetřování a péče o pacienty postižené epidemií žloutenky v Nigérii. Během následujících desetiletí se virus rozšířil do dalších zemí afrického kontinentu, stejně jako do jihovýchodní Asie a oblastí Pacifiku. Většina humánních infekcí byla nicméně asymptomatická nebo s nekomplikovaným průběhem, a tak tento problém nebyl nikdy v centru pozornosti zdravotníků.

Poprvé, mimo Afriku či Asii, byly informace o tomto onemocnění dány do souvislosti s epidemií na ostrově Yap (Mikronésie), v roce 2007. Zde bylo laboratorně potvrzeno celkem 185 nemocných. V letech 2013 a 2015 proběhly masivní epidemie Zika virem ve Francouzské Polynésii (32 000 infekcí v populaci o 270 000 lidech, 80 % infekcí proběhlo asymptomaticky) a v Brazílii, stejně jako v Kolumbii a v Africe (Cape Verde). Vědci se domnívají, že virus se dostal do Brazílie z Francouzské Polynésie během mezinárodního závodu kánoí v srpnu 2014.

Byly zaznamenány neurologické a autoimunitní komplikace, přičtené působení Zika viru. Brazílie zaznamenala vyšší výskyt novorozenců trpících mikroencefalií, konkrétně v severovýchodní části země. V roce 2014 to bylo 150 případů, v říjnu roku 2015 to už bylo 4700 případů. Bylo vydáno doporučení těhotným ženám necestovat do zasažených oblastí. Zika virus je považován za nebezpečný pro matku a plod po celou dobu těhotenství.

Postupně se rozšiřují znalosti o transmissi viru, kdy kromě již podrobně diskutovaného přenosu pomocí komářích vektorů, byl Zika virus detekován v mateřském mléce, ale zatím nebyl tímto způsobem potvrzen přenos na kojené dítě. Spojené státy vydaly 2. února 2016 informaci o přenosu Zika viru pohlavním stykem u pacienta z texaského Dallasu. Došlo k přenosu od partnera, který si přivezl Ziku z tropické oblasti po kousnutí komárem. CDC (Centers for Disease Control and Prevention) vydalo následně doporučení o používání kondomů u mužů, kteří cestovali či cestují do oblastí s výskytem infikovaných komárů a doporučení k sexuální abstinenci s těhotnými partnerkami. Tento tak diskutovaný přenos pohlavní cestou není prvním známým případem. V roce 2008 infikoval americký vědec, zabývající se problematikou virů, přenášených moskyty v Senegal, svoji ženu a publikoval tuto informaci v rámci své studie vydané v roce 2011. Taktéž je popsán případ, kdy se v roce 2014 vrátil muž z Cookových ostrovů a jeho ejakulát byl pozitivní na Ziku po dobu 62 dnů od té chvíle, kdy onemocnění vypuklo. Jsou publikovány informace o přítomnosti Zika viru ve slinách a moči, ale patogeneze je neznámá (17-19).

Dengue a Západonilská horečka (West Nile virus)

Pro přenos dengue a západonilské horečky funguje *A. aegypti* jako primární vektor. Horečka dengue se vyskytuje ve více než sto zemích světa. WHO udává, že pro 40 % lidské populace představuje hrozbu. Epidemie probíhají ve všech zemích tropického pásu. V těchto oblastech se jedná o jednu z nejčastějších diagnóz u hospitalizovaných dětských pacientů, stejně jako o velmi častou příčinu úmrtí.

Evropa, donedávna kontinent, kde se toto onemocnění vyskytovalo téměř výhradně jako importovaná infekce, začíná řešit jak se bránit infekcím na domácí půdě, v důsledku rozšiřujícího se výskytu vektorů. Z Evropy je známa například velká epidemie dengue, která proběhla v Athénách a Pireu mezi lety 1927 – 1928. Onemocněl přibližně milión obyvatel, a okolo tisíce pacientů nemoci podlehl. V poslední době se množí informace i o jednotlivých případech autochtonního výskytu například ve Francii a Chorvatsku (2010). Výše byla již zmíněna epidemie dengue v roce 2012 na Madeiře.

Nárůstá četnost a druhy neurologických komplikací. Postižena jsou obě pohlaví, napříč věkovým spektrem, i když nejčastěji vidíme neurologické potíže u dětí. Správné diagnózy jsou v našich zeměpisných šířkách problémem. Je to dáno jak minimální zkušeností, tak atypickými průběhy tohoto virového onemocnění u našich pacientů na rozdíl od domorodého obyvatelstva v místech původního výskytu nemoci. Díky postupnému šíření výskytu vektoru směrem na sever je nezbytná včasná a správná diagnostika (20-22).

Aedes aegypti je zodpovědný i za další masivní epidemie dengue mimo evropský kontinent, a to jak v Americe, tak v jihovýchodní Asii. Globální incidence dengue je v posledních dvaceti letech jednoznačně na vzestupu.

Rozlišujeme čtyři klinické formy horečky dengue: inaparentní horečku dengue, klasickou horečku dengue, hemoragickou formu horečky dengue a šokový syndrom dengue.

První forma, tj. inaparentní dengue je zřejmě nejčastějším typem onemocnění. Je popisována hlavně u dětské populace v endemických oblastech, kdy pacienti mají minimální nebo vůbec žádné příznaky choroby. Usuzuje se, že takto chorobu prodělá zhruba 80 % dětí žijících v postižených oblastech.

Druhá forma, tj. klasická horečka dengue je charakterizována febrilním stavem (38 – 41 °C) s bolestmi hlavy, svalstva, kloubů, zad a zvracením. Nástup je typický pro druhou fázi nemoci, kdy se objevují i drobné známky krvácení (kožní léze, hematurie). Často se setkáváme s jaterními lézemi a mohou být přítomny neurologické symptomy. Exantém vymizí zhruba za tři až čtyři dny po ústupu teplot. Jako možné komplikace bývají popisovány myokarditidy, selhání ledvin a jater, může dojít k poškození nervové soustavy. I u mírného průběhu onemocnění bývá rekonvalescence dlouhodobá (několik týdnů) a je spojená s nechutenstvím, únavou a depresemi.

Třetí formou je hemoragická forma horečky dengue, kterou lze mimo již výše popsáné symptomy charakterizovat čtyřmi základními kritérii - teplotou, krvácivými projevy, snížením počtu trombocytů pod 100 000/mm³ a únikem plazmy mimo krevní řečiště. Počáteční příznaky se neliší od klasické horečky dengue. K rozvoji závažného stavu dochází během dvou až sedmi dnů od nástupu teplot a často se tato forma onemocnění rozvine až po ústupu teplot.

Riziko rozvoje této formy onemocnění je vyšší u pacientů, kteří mají protilátky proti dengue, získané při předcházející infekci nebo transplacentárně. Po primární infekci virem cirkulují v lidském organismu preexistující protilátky IgG, které jsou však neschopné neutralizace jiného sérotypu. Ty pak tvoří imunokomplexy s viriony heterologního sérotypu, což vede k potenciaci tvorby cytokinů jak v monocitech, tak v makrofázích. Poslední, čtvrtou formou je šokový syndrom dengue. Může se projevit jako iniciální šok se známkami oběhového selhání, eventuálně přejít do rozvinutého šoku s nehmotným pulsem a neměřitelným krevním tlakem.

West Nile virus je neurotropní virus, přenášený opětovně komáry. Poprvé byl izolován v Ugandě v roce 1937 od pacientky trpící horečkami. V padesátých a šedesátých letech dvacátého století byly dokumentovány malé epidemie a jednotlivé případy onemocnění převážně v Africe, na Blízkém východě i v Evropě. V roce 1996 propukla významná epidemie v Rumunsku, charakterizovaná vysokou úmrtností nemocných (10%). Více než 350 lidí mělo neurologické potíže. V roce 1999 byl poprvé virus nalezen v New Yorku. Následně atlantské CDC sledovala jeho dramatické rozšíření v oblasti celé západní polokoule.

Dosud rozeznáváme osm virových linií, z nichž WNV 1 a WNV 2 jsou důležité pro člověka. Linie 1 je rozšířena prakticky po celém světě, zatímco linie 2 byla typická do roku 2000 pro oblast subsaharské Afriky. V roce 2004 se WNV 2 objevil poprvé v Maďarsku a v jižním Rusku. Epidemie zasáhla divoké ptactvo a sporadicky člověka. Rok 2010 znamenal epidemii pro severní Řecko – z 262 nemocných mělo 197 neurologické komplikace a 33 zemřelo. Itálie oznamuje výskyt WNV 2 od roku 2011 pravidelně každý rok (22-24,27).

Chikungunya

Zásadním vektorem je *A. aegypti* pro onemocnění chikungunya. V tomto případě se jedná o onemocnění typické horečkami, myalgiemi, kožní vyrážkou a ataralgiemi, které trápí až 65 % nemocných po řadu měsíců. Během epidemie chikungunya na ostrově Reunion byla řada pacientů postižena hepatitidou a mikroencefalitidami. Další velká epidemie se odehrála v roce 2004 v Keni a následující rok postihla Komodorské souostroví. Bylo postiženo 63 % populace. Obdobně je *A. aegypti* zodpovědný za epidemii této nemoci mezi lety 2010 a 2011 v Jemenu (25,28).

Závěr

Pentagon, stejně jako Bundeswehr, armády Itálie, Řecka, Španělska, Portugalska a Brazílie zavádějí postupně opatření, která řeší danou problematiku možného ohrožení jejich vojáků infekčními nemocemi přenášenými hmyzími vektory.

Historicky se nejedná o novinku. Už v letech 1741 – 42 se nepodařilo britské armádě získat kolumbijskou Cartagenu, stejně jako Santiago de Cuba od Španělů, díky naprostému zdecimování svých jednotek nikoli v boji, ale úmrtími tisíců vojáků na horečku přenášenou komáry. O dvacet let později zemřely další tisíce evropských vojáků na žlutou zimnici poté, co dobyly Havanu. Obdobně žlutá zimnice a malárie likvidovaly evropské armády v oblastech dnešního Haiti a Venezuely.

V 21. století se repelenty stávají povinnou součástí vojáka při práci a pohybu v přírodě, uniformy jsou chemicky ošetřeny, preferují se dlouhé rukávy a nohavice. Vojákům je velmi zdůrazňováno a platí pravidlo okamžitého odstraňování kapek vody z povrchu uniforem. Permethrinem impregnovaná uniforma chrání vojáka na 99 %. Po dvaceti vypráních ji je ale nutné vyřadit. Uniforma musí být prána přesně podle předpisů v určených pracích prášcích, nesmí být nikdy použit tzv. bleach, pro odstraňování skvrn. Stejně tak nesmí být pro impregnované uniformy používány chemikálie, které látky změkčují a parfémují, a nesmí být žehleny. Je povoleno uniformu po vyprání pouze vyvěsit a sušit na vzduchu, eventuálně sušit v sušičce, ale pouze při nejnižší teplotě. Pravidlem při nošení jsou shrnuté rukávy, kalhoty přichycené v botách, triko zasunuté do kalhot pod opaskem. Vojenské objekty jsou dovybavovány sítěmi proti hmyzu, do vnitřních prostor vojenských objektů jsou instalovány větráky a nebo klimatizační jednotky. Prozatím nejsou aplikována nová pravidla pro cvičení a pobyt v přírodě, stejně jako pro výsadky v tropech a subtropích. Nicméně se na nich pracuje a budou postupně zaváděny do praxe (10,11,26,29-34).

Daná problematika je velmi aktuální i pro obyvatelstvo, potažmo armádu České republiky. Letošní rok (2018) je ve znamení odborných sdělení o nových záchytech invazivních komárů *Aedes albopictus* nyní již na východě, jihu, západě i ve střední oblasti Čech. První záchyt pochází z roku 2012, z okolí Mikulova, jižní Moravy. *Culex modestus* a *Culex pipiens* byli zachyceni na jižní Moravě v okolí rybníků Lednicko-valtického areálu. V případě těchto komárů u nich byl detekován West Nile virus, neuroinvazivní linie 2, která cirkuluje v jižní a střední Evropě (35-39).

Ideálním stavem by bylo pokrytí hrozících infekčních nemocí vakcínami. Protože tato situace není v současnosti reálná, je prevence a impregnace uniforem velmi důležitou záležitostí. Vzhledem k vysoké schopnosti komárů se adaptovat v nových lokalitách, mutovat a stávat se rezistentními na používané repelenty, je velmi významný vojenský i civilní výzkum na poli nových chemických látek, které dokáží tohoto přírodního nepřítele účinně likvidovat.

Poděkování

Práce byla podpořena grantem DZRO HZN.

Prohlášení o střetu zájmu

Autoři prohlašují, že v souvislosti s uvedeným příspěvkem, nemají žádný střet zájmů.

Conflict of Interest Statement

None declared.

Literatura

1. Medlock JM, et al. An entomological review of invasive mosquitoes in Europe. *Bulletin of Entomological Research*. 2015;23:1-27.
2. Schaffner F, et al. The mosquitoes of Europe. Montpellier, France: IRD Edition and EID Méditerranée; 2001.
3. Leisnham PT, et al. Impacts of climate, land use, and biological invasion on the ecology of immature *Aedes* mosquitoes: implications for La Crosse emergence. *EcoHealth*. 2012;9(2):217-228.
4. Zammarchi D, et al. Zika virus infection in a traveller returning to Europe from Brazil, March 2015. *Euro Surveill*. 2015;23:21153.
5. Kesavaraju B, et al. Effect of malathion on larval competition between *Aedes albopictus* and *Aedes atropalpus* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol*. 2011;48(2):479-484.
6. Turell MJ, et al. An update on the potential of North American mosquitoes (Diptera: Culicidae) to transmit West Nile Virus. *J Med Entomol*. 2005;42(1):57-62.
7. McNeill JR. *Mosquito Empires: Ecology and War in the Greater Caribbean, 1620-1914*. ISBN-13:978-0521459105.
8. Capelli G, et al. First report in Italy of the exotic mosquito species *Aedes* (Finlaya) *koreicus*, a potential vector of arboviruses and filariae. *Parasit Vectors*. 2011;4:188.
9. Pannetier C, et al. New protective battle-dress impregnated against mosquito vector bites. *Parasit Vectors*. 2010;3:81.
10. Appel KE, et al. Risk assessment of Bundeswehr permethrin-impregnated battle dress uniforms. *Int J Hyg Environ Health*. 2008;211:88-104.
11. Deparis X., et al. Disease vector control strategy in the French army. *Med Trop* 2001;61:87-90.
12. Turell MJ, et al. Vector competence of North American mosquitoes for West Nile virus. *J Med Entomol*. 2001;38:130-134.
13. Versteirt V, et al. Bionomics of the established exotic mosquito species *Aedes koreicus* in Belgium, Europe. *J Med Entomol*. 2012;49(6):1226-1232.
14. Jansen CC, et al. The dengue vector *Aedes aegypti*: what comes next? *Microbes Infect*. 2010; 12(4):272-279.
15. Kudlacek ST, et al. Physiological temperatures reduce dimerization of dengue and Zika virus recombinant envelope proteins. *J of Biological Chemistry*, 2018, doi 10.1074/jbc.RA118.002658.
16. Nawrocki SJ, et al. Further extension of the range of the rock pool mosquito, *Aedes atropalpus*, via tire breeding. *J Am Mosq Control Assoc*. 1989; 5(1):110-114.
17. Enfissi J, et al. Zika virus genome from the Americas. *Lancet*. 2016;387:227-228.
18. Haddow MC, et al. Twelve isolations of Zika virus from *Aedes* (*Stegomyia*) *africanus* (Theobald) taken in and above a Uganda forest. *Bull World Health Organ*. 1964;34:57-69.
19. Wong SS. Zika virus – the next wave after dengue? *J Formosan Medical Assoc*. 2016;3:56-67.
20. Soumahoro MK, et al. Imported chikungunya virus infection. *Emerg Infect Dis*. 2010;16:162-163.
21. Solomon T, et al. Neurologic manifestation of dengue infection. *Lancet*. 2000;344:1053-1059.
22. Gulati S, et al. Atypical manifestation of dengue. *Trop Med Internat Health*. 2007;12(9):1087-1095.
23. Idrees UA, et al. RNA: antiviral therapy against dengue virus. *Asian Pac J Trop Biomed*. 2013;13:232-236.
24. Choumet V, et al. Dengue and other flavivirus infections. *Rev Sci Tech*. 2015;34(2):473-472.
25. Swan SH, et al. Prenatal phthalate exposure and reduced masculine play in boys. *Int J Androl*. 2010;33(2):259-269.
26. Pages F, et al. The past and present threat of vector-borne diseases in deployed troops. *Clin Microbiol Infect*. 2010;16(3):209-224.
27. Leggat PA. Dengue in northern Queensland, Australia: risk from travelers or risk to travelers? *Travel med Infect Dis*. 2009;7(4):123-137.
28. Simon F, et al. Chikungunya infection: an emerging rheumatism among travelers returned from Indian Ocean islands. Report of 47 cases. *Medicine (Baltimore)*. 2007;86(3):123-137.
29. Rozendaal J. *Vector Control: Methods for use by individuals and communities*. Geneva: WHO 1997.
30. Hougard JM, et al. Comparative performances, under laboratory conditions, of seven pyrethroid insecticides used for impregnation of mosquito nets. *Bull World Health Organ*. 2003;81(5):324-333.
31. Deparis X, et al. Disease vector control strategy in the French army. *Med Trop (Mars)* 2001;61(1):87-90.
32. Faulde M, et al. A new clothing impregnation method for personal protection against ticks and biting insects. *Int J Med Microbiol*. 2006;296(Suppl 40):225-229.

33. Faulde MK, et al. Factory-based permethrin impregnation of uniforms: residual activity against *Aedes aegypti* and *Ixodes ricinus* in battle dress uniforms worn under field conditions, and cross-contamination during the laundering and storage process. *Mil Med.* 2006;171(6):472-477.
34. Catts EP. Deet-impregnated net shirt repels biting flies. *J Econ Entomol.* 1968;61(6):1765.
35. Sebesta O, et al. An invasive mosquito species *Aedes albopictus* found in the Czech Republic, 2012. *Euro Surveill.* 2012;17(43):20301.
36. Sebesta O. Current presence of invasive mosquitoes species in Europe and risk their spreading to the Czech Republic. *Hygiena.* 2016;61(1):24-28.
37. Rudolf I, et al. West Nile virus (linie 2) v komárech na jižní Moravě – očekávání prvních autochtonních lidských případů. *Epidemiologie, Mikrobiologie, Imunologie.* 2018;1(67):44-46.
38. Rettich F, et al. The invasive mosquitoes *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) firstly recorded in Bohemia, Czech Republic. *Epidemiologie, Mikrobiologie, Imunologie.* 2018;1(67):32-35.
39. Zehender G, et al. Reconstructing the recent West Nile virus lineage 2 epidemic in Europe and Italy using discrete and continuous phylogeography. *Plos One.* 2017;12(7):e0179679.