

VYBRANÉ PATOGÉNY AKO KONTAMINANTY VODNÉHO PROSTREDIA

SELECTED PATHOGENS AS CONTAMINANTS OF WATER ENVIRONMENT

*Jana Kalinová, Alexandra Valenčáková, Oľga Danišová, Antónia Hasajová, Pavol Bálent*¹

¹MVDr. Jana Kalinová, doc. MVDr. Alexandra Valenčáková, PhD., MVDr. Oľga Danišová, MVDr. Antónia Hasajová, prof. MVDr. Pavol Bálent, PhD.

¹Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Katedra biológie a genetiky, Ústav biológie, zoológie a rádiobiológie, Komenského 73, 041 81 Košice, mail:

jana.kalinova@student.uvlf.sk

Abstrakt: Protozoárne patogény a patogény kmeňa *Microsporidia* patria medzi časté kontaminanty vodných zdrojov, ktoré môžu vyvolať infekcie u ľudí. Do roku 2010 bolo globálne nahlásených viac ako 524 parazitických epidémií, ktoré boli spôsobené kontaminovanou vodou. Až 93 % epidémií sa vyskytlo v Severnej Amerike a Európe, pričom v samotnej Európe sa vyskytlo viac ako 30 % týchto prípadov. Väčšina epidémií bola spôsobená dvomi druhmi protozoí, a to *Giardia intestinalis* (40,6 %) a *Cryptosporidium parvum* (50,8 %). Medzi ďalšie významné patogény patria *Entamoeba histolytica*, *Naegleria fowleri*, *Toxoplasma gondii*, *Balantidium coli*, *Cystoisospora belli*, *Cyclospora cayetanensis*, *Acanthamoeba* spp., *Blastocystis* spp. a *Microsporidia* spp., ktoré sa vyskytovali v zastúpení 2,8 – 0,6 %.

Kľúčové slová: Protozoa, *Microsporidia*, voda, životné prostredie

Abstract: Protozoan pathogens and pathogens of phylum *Microsporidia* are among the greatest risks of waterborne infection. By the year 2010, more than 524 parasitic outbreaks caused by contaminated water were reported. Almost 93 % of outbreaks occurred in the North America and in the Europe, from which 30 % of cases occurred in Europe alone. Majority of these epidemic outbreaks was caused by two species of protozoan parasites - *Giardia intestinalis* (40.6 %) and *Cryptosporidium parvum* (50.8 %). Other important pathogens include *Entamoeba histolytica*, *Naegleria fowleri*, *Toxoplasma gondii*, *Balantidium coli*, *Cystoisospora belli*, *Cyclospora cayetanensis*, *Acanthamoeba* spp., *Blastocystis* spp. a *Microsporidia* spp., which were detected in 2.8 to 0.6 % of cases.

Key words: Protozoa, *Microsporidia*, water, environment

Úvod

Prenos patogénov prostredníctvom životného prostredia je významný pre mnoho protozárných a iných parazitov, pričom voda, pôda a potrava patria k najvýznamnejším cestám prenosu. Schopnosť týchto patogénov produkovať veľké množstvo infekčných štádií a ich odolnosť vo vonkajšom prostredí, kde sú schopné prežiť aj vo vlhkých mikroklimách aj dlhšie časové obdobie, z nich robí trvalé ohrozenie verejného zdravia a zdravia zvierat.

Voda môže byť faktorom prenosu ochorení najmä ak sú do nej vylučované patogény infikovaných ľudí a zvierat. Infekčný agens sa dostáva kontaminovanou vodou do tráviaceho traktu ľudí a zvierat. Ďalšou z možností nákazy je aj využívanie rekreačných zariadení, vodných nádrží a jazier.

Protozoárne patogény patria medzi najväčšie riziká nákaz z vody. Predstavujú jednu z hlavných skupín ríše *Protozoa* (doména *Eukaryota*). Protozoá sú najjednoduchšie, väčšinou jednobunkové eukaryotické organizmy, pričom v súčasnosti poznáme asi 65 000 druhov, z ktorých asi 10 000 je patogénnych (Lešníket al., 2005).

Patogénne protozoá spôsobujúce ochorenia u ľudí sa vo vode spravidla nemnožia, ale sú schopné prežívať niekoľko dní, mesiacov až rokov. Na vyvolanie ochorenia je potrebná určitá infekčná dávka, pričom veľkosť infekčnej dávky závisí od druhu mikroorganizmu, jeho schopnosti nakaziť organizmus jedinca, ale aj od kompetentnosti imunitného systému jedinca.

Veľké množstvo druhov parazitických protozoí patrí medzi pôvodcov vodou prenosných ochorení, pričom k tým najčastejším patria *Cryptosporidium* spp., *Toxoplasma* spp., *Giardia* spp., *Cyclospora* spp., *Blastocystis* spp., *Balantidium* spp., *Cystoisospora* spp. a *Entamoeba* spp.. K významným vodou prenosným parazitom patria aj zástupcovia z kmeňa *Microsporidia* (Karaniset al., 2007).

Voda ako zdroj infekcie

Kontaminácia vody parazitmi býva často spojená s jej kontamináciou fekáliami, ktoré slúžia ako hlavný prostriedok prenosu parazitov. Spóry niektorých druhov kmeňa *Microsporidia* (*Encephalitozooncuniculi*) sú však schopné kontaminovať životné prostredie aj cez moč hostiteľa. Infekčné štádia parazitov môžu kontaminovať vodu priamo, pomocou trusu alebo nepriamo. Priamu kontamináciu vody trusom opisujú v svojej štúdií napríklad Sulaimanet al. (2003) kedy zistili, že *Enterocytozoonbieneusi* objavený v truse divo žijúcich cicavcov môže byť zdrojom kontaminácie vody.

Voda je jedným z hlavných prostriedkov prenosu parazitov, pričom parazitmi kontaminovaná voda je dôležitý zdroj ľudskej infekcie, jednak po priamej konzumácii alebo napríklad po konzumácii jedla umytého kontaminovanou vodou. V Spojených Štátoch Amerických sa vyskytla v rokoch 1995 – 2000 nákaza spôsobená protozoárom parazitom *Cyclosporacayetanensis*, kde bolo malinami dovezenými z Guatemaly, ktoré boli umyté v kontaminovanej vode, nakazených viac ako 3 200 ľudí v 115 zaznamenaných epidémiách (Murrowet al., 2002). Voda tiež umožňuje ďalšie šírenie parazitov do zásobníkov pitnej vody, do vody v rekreačných oblastiach alebo do vody určenej na polievanie plodín, ktorá umožňuje kontamináciu týchto plodín. Potravinársky priemysel tiež používa veľké množstvo vody na spracovanie potravín, kde pri kontaminácii tejto vody parazitmi môže dôjsť k závažnému ohrozeniu zdravia ľudí.

Kontaminácia životného prostredia

Samotná kontaminácia životného prostredia závisí od viacerých faktorov ako napríklad počet infikovaných hostiteľov, množstvo vylúčených infekčných štádií parazita, správanie

hostiteľov, geografická distribúcia, hygiena a ošetrovanie pitnej vody, klimatických podmienok a hydrogeológie oblasti.

Napríklad jeden kus hovädzieho dobytku nakazeného parazitom *Cryptosporidium* môže denne vylúčiť $7,6 \times 10^5$ až $7,2 \times 10^8$ oocýst (Smith et al., 2000). Množstvo oocýst, ktoré môžu kontaminovať životné prostredie potom záleží aj od používaných poľnohospodárskych postupov, ako napríklad skladovanie hnoja a hnojovice alebo pasenie nakazeného dobytku v oblasti blízko vodných zdrojov. Na jednej farme vo Veľkej Británii, kde bola zaznamenaná kryptosporidióza bolo do vody vylúčených 550 oocýst/l⁻¹. Množstvo oocýst vylúčených do vody sa môže ešte zvýšiť, napríklad pri hnojení pôdy trusom postihnutých zvierat (Smith, 2000). Oocysty vylúčené do vodného prostredia prežívajú dlhšie ako tie, ktoré sú vylúčené na pastvu a potrebujú určitý čas aby sa dostali cez substrát do vody.

Ku kontaminácii životného prostredia môže tiež prispieť aj koprofágni transportní hostitelia ako prasatá, psy, sliedky ale aj muchy. Obzvlášť muchy môžu byť dôležitým prenášačom oocýst rodu *Cryptosporidium* (Graczyk et al., 1999) alebo cýst rodu *Giardia* (Sterling et al., 1987).

Epidémie spôsobené vodou

Do roku 2010 bolo globálne nahlásených viac ako 524 parazitických epidémií, ktoré boli spôsobené kontaminovanou vodou (Baldursson et al., 2010). *Giardia* a *Cryptosporidium* patria medzi najčastejšie vodou prenosné protozoa, pretože sa pomerne často vyskytujú ako patogény u rôznych druhov zvierat a sú schopné kontaminovať životné prostredia dostatočným množstvom cýst a oocýst, ktoré sú odolné voči bežne používaným dezinfekčným prostriedkom vody. Cysty rodu *Giardia* a oocysty rodu *Cryptosporidium* sú tiež dostatočne malé aby kontaminovali podzemné vody (CDC, 2012). Z týchto dôvodov boli epidémie spôsobené *Giardia intestinalis* nahlásené v 40,6 % prípadov a epidémie spôsobené *Cryptosporidium parvum* v 50,8 % prípadov (Baldursson et al., 2010). *Entamoeba histolytica*, *Naegleria fowleri*, *Toxoplasma gondii*, *Balantidium coli*, *Cystoisospora belli*, *Cyclospora cayentanensis*, *Acanthamoeba* spp., *Blastocystis* spp. a *Microsporidia* spp. sa vyskytovali v zastúpení 2,8 – 0,6 % (Baldursson et al., 2010). Tieto patogény sa vyskytujú menej často a tiež existuje menšie množstvo údajov o ich citlivosti k dezinfekčným prostriedkom a tiež odolnosti voči úprave vody. *Entamoeba histolytica* je odolná voči úprave vody chlórmi ale cysty majú veľkosť 10 – 20 μm, čo umožňuje ich zachytenie pri filtrácii vody. *Toxoplasma* spp. je tiež odolná voči dezinfekcii chlórmi. Spóry kmeňa *Microsporidia* majú veľmi malú veľkosť (1 – 5 μm) a sú odolné voči dezinfekcii chlórmi.

Entamoeba histolytica

Entamoeba histolytica (Schaudinn) je anaeróbny, unicelulárny, protozoárny parazit, ktorý spôsobuje amébiózu. Poznáme dve formy tohto parazita - trofozoit a cysta. Trofozoit predstavuje pohyblivé, aktívne štádium tohto parazita s veľkosťou 12 – 60 μm, ktoré obsahuje sférické jadro. Cysta predstavuje nepohyblivé, infekčné štádium parazita *Entamoeba histolytica* s veľkosťou 10 – 20 μm (Dobell, 1928).

K nákaze dochádza konzumáciou kontaminovanej potravy alebo vody, prípadne priamo orofekálnou cestou. Prenos pomocou vody je častý najmä v rozvojových krajinách s nedostatočne upravenou pitnou vodou, prípadne vodou kontaminovanou trusom zvierat (Bruckner, 1992).

Ochorenie môže prebiehať asymptomaticky alebo symptomaticky, akútne alebo chronicky a tiež ako intestinálna alebo extraintestinálna forma. Väčšina ľudských infekcií je asymptomatických. Poznáme štyri typy črevných symptomatických infekcií, pričom všetky

prebiehajú prevažne v akútnej forme: dyzentéria alebo krvavá hnačka, kolitída, amébový granulóm a amébová apendicitída (Reed, 1992).

Entamoeba histolytica patrí k najčastejším príčinám smrti spôsobenej parazitárnou nákazou hneď po malárii v Afrike (Aliet al., 2012). Najvyšší výskyt bol zaznamenaný v Mexiku, Indii, východnej a južnej Afrike a na niektorých územiach v centrálnej a južnej časti Ameriky. Častý je tiež výskyt u turistov, ktorí tieto oblasti navštívili a u imigrantov pochádzajúcich z týchto oblastí (Hughes et al., 2000). Prevalencia nákazy parazitom *Entamoeba histolytica* v rozvojových krajinách predstavuje 18 – 48 % (Haque et al., 2006). V rozvinutých krajinách predstavuje prevalencia tejto nákazy 0,2 – 10,8 %, avšak tieto údaje sú diskutabilné keďže jednak sa améboza môže vyskytovať aj v asymptomatickej forme a tiež môže byť pri mikroskopickom vyšetrení *Entamoeba histolytica* často zamieňaná za nepatogénnu amébu *Entamoeba dispar* (Mackey-Lawrence et al., 2010).

Entamoeba histolytica je zodpovedná za niekoľko epidémií spôsobených vodou. Medzi prvé prípady patrí 17 prípadov z roku 1950 kedy došlo ku kontaminácii pitnej vody splaškami v Royal Air Force Station, vo Veľkej Británii (Glberman et al., 2002). V rokoch 1961 – 1970 sa vyskytlo niekoľko epidémií v Spojených Štátoch Amerických kde bolo infikovaných 25 ľudí. Došlo tu ku kontaminácii verejného vodovodu cystami tohto parazita (Taylor et al., 1972). Na Vianoce v roku 1986 sa v lyžiarskom stredisku v meste Sälen (Švédsko) nakazilo viac ako 1 400 ľudí. Simultánna epidémia giardiázy a amébozy bola spôsobená prienikom splaškovej vody do vodovodného systému (Andersson et al., 1989). V roku 1993 v meste Taichung City, v Taiwane vznikla epidémia v súkromnej škole, kde bolo amébami a baktériou *Shigella sonnei* nakazených 730 študentov. Príčinou bola kontaminácia studne splaškami a starý vodovodný systém (Chen et al., 2001). V meste Tbilisi, v Gruzínsku došlo v roku 1998 k infekcii 177 ľudí v dôsledku fekálnej kontaminácie a nedostatočnej filtrácie vody (Kreidlet et al., 1999). V roku 2006 v Jiangshan City v Číne došlo k infekcii 31 ľudí parazitom *Entamoeba histolytica*. Príčina infekcie ostala neznáma (Mao et al., 2009).

***Acanthamoeba* spp.**

Améby z rodu *Acanthamoeba* (Volkonsky) patria k najbežnejším voľne žijúcim parazitom. Nachádzajú sa v sladkej aj v slanej vode, v pôde a aj v rastlinách. Boli tiež izolované z pitnej vody, z balenej vody, zo splaškov, zo vzduchu ale aj z nosnej sliznice zdravých ľudí (Martinez et al., 1997; Szenasiet al., 1998).

Vo vývinovom cykle rodu *Acanthamoeba* sa nachádzajú dve štádia - trofozoit a cista. Cista, ktorá predstavuje infekčné štádium parazita, má veľkosťou 13 – 20 µm a je rezistentná voči vysychaniu, nedostatku živín, zmenám teploty a pH. Veľkosť trofozoitov sa pohybuje od 25 po 40 µm (Khunkittiet al., 1998).

Vo vonkajšom prostredí sa *Acanthamoeba* môže vyskytovať vo forme cysty ale aj vo forme trofozoitu, pričom obidve štádia môžu byť pre človeka infekčné. Parazit vstupuje do organizmu hostiteľa cez oko, cez poškodenú kožu alebo cez dýchací trakt. Pri vstupe cez oko améba vyvoláva infekčnú keratitídu, zatiaľ čo pri vstupe cez poškodenú kožu alebo dýchací systém môže vyvolať ložiskovú amébovú meningoencefalitídu (Marciano-Cabralet et al., 2003).

Rod *Acanthamoeba* patrí medzi voľne žijúce améby a je v životnom prostredí ubikvitárny. Na základe tejto vlastnosti sa s ňou ľudia bežne dostávajú do kontaktu. Napríklad na Novom Zélande sa potvrdila pozitivita na anti-akantamébové protilátky až u 100 % zdravých jedincov. Zatiaľ čo v Londýne, u zahraničných prisťahovalcov, táto pozitivita dosahovala 85 % (Brindley et al., 2009). Keďže však infekcia touto amébou u imunokompetentných ľudí často prebieha bez klinických príznakov, bežne ostáva nedetegovaná. Skutočný výskyt infekcií spôsobených *Acanthamoeba* spp. je neznámy (Visvesaraet al., 2007).

Acanthamoeba spp. je zodpovedná za niekoľko prípadov infekcií z vody. Medzi prvé zaznamenané epidémie patrí infekcia 43 ľudí, ktorá sa vyskytla v rokoch 1993 až 1994 v Iowe (USA) kedy došlo ku kontaminácii vodného zdroja v dôsledku povodní (Meieret al., 1998). V rokoch 2003 až 2005 došlo v Chicagu (USA) k infekcii 40 ľudí akantamébovou keratitídou. Príčinou bol kontaminovaný vodný zdroj. Taktiež v rokoch 2005 – 2007 došlo k 138 prípadom akantamébovej keratitídy v Portoriku (Joslin et al., 2006).

Naegleria fowleri

Naegleria fowleri (Carter) je voľne žijúca, termofilná améba, ktorá spôsobuje infekcie u ľudí. Vyskytuje sa v pôde a vo vode, hlavne v horúcich prameňoch, v bazénoch ale tiež v riekach, v jazerách a v rybníkoch. Parazit prežije aj vo vode s teplotou nad 45 °C a je odolný voči zmenám teploty (DeJonckheere et al., 1977).

Naegleria fowleri má vo svojom vývinovom cykle tri štádiá: améboidný trofozoit, cystu a bičíkaté štádium. Trofozoit je aktívne štádium s veľkosťou 10 – 25 µm, ktoré predstavuje infekčné štádium. Cez *nervus olfactorius* (čuchový nerv) sa dostane do tkaniva mozgu a cerebrospinálnej tekutiny. Améboidný trofozoit sa pri zmene iónovej koncentrácie životného prostredia zmení na bičíkaté štádium. Bičíkaté štádium má veľkosť 10 – 16 µm a obsahuje dva bičíky. Toto štádium umožňuje rozptýlenie parazita v pôde alebo vode. Bičíkaté štádium sa pri úprave iónovej koncentrácie zmení naspäť na trofozoit. Pri nedostatku potravy alebo pri vysušení životného prostredia parazita sa trofozoit zmení na sférickú dvojstennú cystu, ktorá meria 7 – 14 µm (Marciano-Cabral, 1988).

Naegleria fowleri vyvoláva závažnú akútnu infekciu centrálnej nervovej sústavy zvanú primárna amébová meningoencefalitída. Postihuje hlavne imunokompetentných mladých ľudí a deti (Visvesvara et al., 2006).

Naegleria fowleri je rozšírená celosvetovo, pričom bola identifikovaná z pôdy, z vody, z klimatizačných systémov, z kúpeľov, z bazénov, zo splaškov, z akvárií a dokonca aj z prachu (Schuster et al., 2004). Väčšina infekcií u ľudí vzniká po plávaní vo vode počas letných mesiacov, pričom najväčší počet prípadov bol identifikovaný v USA (Yoder et al., 2010).

Medzi najvýznamnejšie infekcie spôsobené touto amébou patrí 16 prípadov a následných úmrtí z rokov 1962 – 1965 ktoré sa objavili v Ústí nad Labem, v Česku kedy došlo ku kontaminácii vnútorného bazénu z dôvodu nedostatočného ošetrovania vody. V roku 1977 došlo k nakazeniu ľudí amébou *Naegleria fowleri* v tom istom bazéne (Kadlec et al., 1980).

Balantidium coli

Balantidium coli (Malmsten) je jediný protozoárny parazit s cíliami, ktorý infikuje ľudí. Patrí tiež medzi najväčšie protozoárne parazity infikujúce ľudí a primáty. Normálne sa nachádza v hrubom čreve prasiat (Schuster et al., 2008).

Balantidium coli sa vyskytuje vo forme trofozoitu (pohyblivé, neinfekčné štádium, oválneho alebo vajcovitého tvaru s veľkosťou 30 – 150 µm) a vo forme cysty (nepohyblivé, infekčné štádium, okrúhleho tvaru s veľkosťou 40 – 60 µm). Trofozoity a cysty sú vylučované trusom z hostiteľa, po kontaminácii vody alebo potravy týmto trusom dochádza k šíreniu infekcie (Krascheninnikow et al., 1958).

Klinické príznaky sa pri infekcii týmto parazitom vyskytujú len u imunosuprimovaných pacientov kde *Balantidium coli* spôsobuje zápal hrubého čreva, ktorý je sprevádzaný krvavými hnačkami, bolesťami brucha a tvorbou vredov, kedy sa môže črevo perforovať a spôsobiť peritonitídu (Anargyrou et al., 2003).

Infekcia parazitom *Balantidium coli* patrí k menej častým, pretože tento parazit je málo virulentný. Celosvetová prevalencia sa odhaduje na 0,2 až 1 %, najvyššia je v tropických a subtropických oblastiach u ľudí, ktorý chovajú prasatá. Infekcie parazitom *Balantidium coli* boli však zaznamenané aj v Dánsku a Poľsku (Anargyrouet al., 2003).

Najvýznamnejšia a najznámejšia epidémia spôsobená týmto parazitom vznikla v roku 1971 u 110 ľudí v meste Truk (USA). Príčinou bola fekálna kontaminácia vodného zdroja zapríčinená tajfúnom (Walzeret al., 1973).

***Blastocystis* spp.**

Blastocystis spp. (Alexeev) patrí medzi jednobunkové črevné parazity, ktoré infikujú veľké množstvo stavovcov a bezstavovcov. Bolo opísaných šesť štádií životného cyklu tohto parazita s veľkosťou od 2 – 200 µm. Hrubostenná cysta predstavuje infekčné štádium a taktiež štádium, ktoré môže prežiť vo vonkajšom prostredí. Medzi ďalšie štádiá životného cyklu parazita patrí améboidné štádium, avakuolárne štádium, vakuolárne štádium, multivakuolárne štádium a granulárne štádium (Clarket al., 2013).

K nakazeniu dochádza buď priamo, alebo nepriamo, hlavne oro-fekálnou cestou pomocou kontaminovanej vody. Pri infekcii sa vyskytujú hlavne poruchy tráviaceho traktu – hnačka, abdominálna bolesť, nadúvanie a zvracanie (Lederet al., 2005).

Rod *Blastocystis* bol zistený v mnohých krajinách pričom prevalencia sa pohybuje od 0,5 do 62 %. Prevalencia v Európe predstavuje asi 30 % (Scanlanet al., 2013). Odhaduje sa, že blastocystózou sú celosvetovo nakazené 1 – 2 milióny ľudí (Stensvoldet al., 2010).

Medzi prvé prípady blastocystózy spôsobenej vodou patrí epidémia z roku 1985, ku ktorej došlo v Katmandu (Nepál). Nakazených bolo 247 vystaľovalcov, pričom etiológia nebola nikdy objasnená (Babcocket al., 1985). V roku 1988 sa vyskytlo 5 prípadov nákazy rodom *Blastocystis* v talianskom meste Siena, pričom nákaza bola pravdepodobne zavlečená zo zahraničia (Guglielmettiet al., 1989). Najväčšia epidémia blastocystózy sa objavila v roku 1996, v meste Hengshui (Čína), kde bolo kontaminovanou vodou nakazených 1 122 ľudí (Wuet al., 2000). Medzi posledné známe epidémie vyvolané rodom *Blastocystis* patrí ochorenie 102 ľudí z Malajzie, v roku 2013. Príčinou bola nedostatočne ošetrená pitná voda (Anuaret al., 2013).

Cyclospora cayetanensis

Cyclosporacayetanensis (TheTaxonomicon) je vnútrobunkový parazit spôsobujúci črevné nákazy. Infekčné štádium parazita *Cyclospora cayetanensis* je sférická oocysta s veľkosťou 7,7 – 9,9 µm. Ďalšími štádiami sú vnútrobunkový trofozoit s veľkosťou 4 µm, ktorý je neschopný pohybu, dva typy merozoitov, mikrogamonty a makrogamonty (Ortega et al., 1993).

K nákaze dochádza oro-fekálnou cestou, pričom zdrojom nákazy býva fekáliami kontaminovaná potrava alebo voda (Bern et al., 1999). Priebeh cyklosporidiózy môže byť asymptomatický alebo symptomatický. Symptomatický priebeh je veľmi podobný chrípke s príznakmi myalgie a artralgie. Neskôr sa vyskytujú hnačky (Ghimireet al., 2008).

Cyclospora cayetanensis je rozšírená celosvetovo, pričom v niektorých krajinách (napr. Nepál, Haiti, Peru a Guatemala) je cyklosporidióza endemická. Najčastejšie sú postihnutí imunodeficientní pacienti a deti. Nákazy sa tiež vyskytujú u turistov, čo radí cyklosporidiózu do skupiny takzvaných „cestovateľských hnačiek“ (Chacín-Bonilla, 2010). Prevalencia je uvádzaná najmä v endemických krajinách a krajinách tretieho sveta, a preto je výskyt tohto ochorenia v Európe a na Slovensku neznámy.

Cyklosporidióza bola prvýkrát zaznamenaná ako infekcia spôsobená vodou v rokoch 1989 – 1990 kedy vypukli dve epidémie v meste Katmandu (Nepál). Pri prvej epidémii v roku 1989 bolo nakazených 55 cudzincov, v druhom prípade v roku 1990 bolo nakazených 85 cudzincov, pričom etiológia ostala neznáma (Raboldet al., 1994). V roku 1990 bolo v nemocnici v Chicagu (USA) nakazených 21 ľudí, kde príčinou ochorenia bol kontaminovaný zdroj vody (Huang, 1995). V Spojených Štátoch Amerických sa vyskytla v rokoch 1995 – 2000 už spomínaná nákaza spôsobená malinami dovezenými z Guatemaly (Murrowet al., 2002). V roku 2005 došlo v tureckom meste Izmir ku kontaminácii pitnej vody pričom sa infikovalo 191 ľudí (Aksoyet al., 2007).

Giardia intestinalis

Giardia intestinalis (The Taxonomicon) je bilaterálne symetrický protozoárny parazit, ktorý infikuje široký okruh cicavcov, vrátane človeka. V priebehu vývinového cyklu sa *Giardia intestinalis* vyskytuje v dvoch formách. Ako trofozoit s dĺžkou 9,5 – 21 µm a ako cysta s dĺžkou 8 – 12 µm. Parazit je vylučovaný do vonkajšieho prostredia pomocou trusu vo forme cysty (Feng et al., 2011).

K infikovaniu dochádza oro-fekálnou cestou pri konzumácii kontaminovanej potravy alebo vody, prenosom medzi ľuďmi navzájom, alebo zoonotickým prenosom (CDC, 2012). Na nakazenie človeka stačí 10 cyst (Rendtorff, 1954). Priebeh nákazy býva akútny s hnačkou, abdominálnymi kŕčmi, nafukovaním a nauzeou. Často sa tiež vyskytuje asymptomatický priebeh ochorenia (Robertson et al., 2010).

Výskyt giardiázy za rok 2010 predstavoval v Európe 6 prípadov na 100 000 ľudí, pričom najviac prípadov sa vyskytlo v Bulharsku. Väčšie množstvo prípadov sa vyskytlo u detí do 4 rokov (ECDC, 2012). V Spojených štátoch amerických sa v roku 2010 zistilo menej prípadov, konkrétne 3 na 100 000 ľudí. Najčastejším zdrojom nákazy bola voda, či už neupravená povrchová voda, alebo voda využívaná na rekreačné účely (CDC, 2012). Na Slovensku sa za rok 2010 vyskytlo 169 prípadov čo predstavuje 3 prípady na 100 000 ľudí (ECDC, 2012). Za rok 2012 sa počet prípadov zvýšil až na 243, pričom najviac prípadov sa vyskytlo v Žilinskom kraji (RÚVZ, 2012). V roku 2013 bolo nahlásených 180 ochorení (ÚVZ, 2013).

Giardiáza patrí k závažným epidémiám prenosných vodou. Prvá epidémia prepukla v Portlande (USA) v rokoch 1954 – 1955, kde príčinou ochorenia bola nedostatočná úprava pitnej vody (Veazie, 1969). V rokoch 1974 – 1975 sa vyskytla epidémia v New Yorku (USA), kde sa v dôsledku nedostatočnej filtrácie a dezinfekcii nakazilo okolo 5 000 ľudí (Shawet al., 1977). V New Hampshire (USA) prepukli dve, súbežné epidémie v roku 1977. Príčinou epidémií boli cysty *Giardia intestinalis* v nedostatočne upravenej pitnej vode. V roku 1978 došlo v meste Vail (USA), ku kontaminácii vodného zdroja splaškami, pričom sa nakazilo viac ako 5 000 ľudí. O rok neskôr v meste Bradford (USA) došlo ku kontaminácii vodného zdroja trusom infikovaných bobrov. V následnej epidémii sa nakazilo 3 500 ľudí (CDC, 1980). Na Vianoce v roku 1986 sa v lyžiarskom stredisku v meste Sälen (Švédsko) nakazilo viac ako 1 400 ľudí. Simultánna epidémia giardiázy a amébózy bola spôsobená prienikom splaškovej vody do vodovodného systému (Andersson et al., 1989). V roku 1995 v New Yorku (USA) došlo k ochoreniu 1 449 ľudí cystami *Giardia intestinalis* pri nedostatočnom ošetrovaní vody v jazere (Levy et al., 1998). V nórskom meste Bergen v roku 2004 vypukla epidémia, pri ktorej bolo nakazených viac ako 1 300 ľudí. Príčinou bola kontaminácia vodného zdroja giardiami (Nygårdet al., 2006).

***Cryptosporidium* spp.**

Parazity z rodu *Cryptosporidium* (Tyzzer) sú malé protozoá, ktoré infikujú epiteliálne bunky mikroklkov čreva v tráviacom trakte stavovcov. Poznáme 30 druhov kryptosporidií, pričom k medicínsky významným druhom patria hlavne *Cryptosporidium parvum* a *Cryptosporidium hominis*. K ďalším druhom, ktoré infikujú ľudí v oveľa menšej miere patria *Cryptosporidium meleagridis*, *Cryptosporidium canis*, *Cryptosporidium felis*, *Cryptosporidium suis*, *Cryptosporidium ubiquitum* a *Cryptosporidium muris* (Cho, 2013).

V životnom cykle kryptosporidií predstavuje oocysta exogénne štádium parazita. Veľkosť oocýst sa pohybuje od 4 do 6 µm. K nakazeniu dochádza oro-fekálnou cestou, najčastejšie pomocou kontaminovanej vody, alebo potravy. Možný je tiež prenos medzi ľuďmi, prípadne zoonotický prenos (Fayeret al., 2008).

Kryptosporidiami infikovaní jedinci vykazujú široké spektrum klinických príznakov, najčastejšie gastroenteritídu. U ľudí aj u zvierat sa však vo väčšine prípadov vyskytuje asymptomatické ochorenie (Boradet al., 2010).

Výskyt kryptosporidiózy v Európe v roku 2010 predstavoval 2 – 3 prípady na 100 000 ľudí, pričom najviac prípadov sa vyskytovalo vo Veľkej Británii. V tomto roku nebol na Slovensku hlásený žiadny prípad (ECDC, 2012). V USA bol v roku 2010 výskyt nákazy 3 prípady na 100 000 ľudí, pričom podobne ako v Európe, bolo najväčšie množstvo prípadov zaznamenané vo vekovej skupine do 4 rokov (CDC, 2012). V roku 2012 bol na Slovensku hlásený jeden prípad, zatiaľ čo v roku 2013 bolo nahlásených až 12 prípadov kryptosporidiózy. Keďže sú však klinické príznaky nešpecifické a nákaza často prebieha asymptomaticky, je tento údaj otázný (RÚVZ, 2012; ÚVZ, 2013).

Medzi prvé epidémie kryptosporidiózy spôsobené kontaminovanou vodou patrí prípad z roku 1987 v meste Carrollton (USA), kde bolo nakazených 13 000 ľudí. Príčinou nákazy bolo znečistenie riečnej vody kryptosporidiami (Hayes et al., 1989). Kryptosporidióza sa zapísala do povedomia širšej verejnosti počas veľkej epidémie v Milwaukee (USA), v roku 1993. Príčinou tejto epidémie bolo znečistenie vody v jazere oocystami kryptosporidií, pričom nakazených bolo viac ako 400 000 ľudí a 112 ľudí pri tejto epidémii zomrelo (MacKenzie et al., 1994). V roku 1995 sa objavil prvý prípad v Európe, v Taliansku. V rehabilitačnom centre Emiglia Romana sa nakazilo 294 ľudí, pričom sedem HIV pozitívnych pacientov zomrelo na následky nákazy. Ohniskom nákazy boli kryté skladovacie nádrže na vodu (Pozio et al., 1997). V roku 1996 bolo v Kelowne (Kanada) infikovaných 4 000 ľudí. V tom istom roku sa vyskytla epidémia v Cranbrook (Kanada), kde bolo nakazených 2 000 ľudí. V oboch prípadoch bola príčinou kontaminovaná voda v jazere a v nádrži. V roku 1996 vypukla epidémia v Saitame (Japonsko), kde počet infikovaných ľudí bol 8 705. Príčinou bola pitná voda kontaminovaná oocystami (Craunet al., 1998). V roku 2001 sa v oblasti Dracyle Fort County (Francúzsko) infikovalo 563 ľudí oocystami *Cryptosporidium parvum*. V tomto prípade bola verejná vodovodná sieť kontaminovaná odpadovými vodami (Dalle et al., 2003). V roku 2010, v Östersunde (Švédsko) bolo nahlásených viac ako 12 700 prípadov kryptosporidiózy. Príčinou kontaminácie bola pitná voda, ktorá bola pravdepodobne infikovaná splaškami (ECDC, 2013).

Toxoplasma gondii

Jediný zástupca rodu *Toxoplasma* a pôvodca toxoplazmózy je *Toxoplasma gondii* (Nicolle a Manceaux), ktorá spôsobuje najčastejšie parazitické ochorenia ľudí a homoiotermných zvierat. Infikuje široký okruh hostiteľov, pričom definitívny hostiteľ je vždy mačka (Dubey et al., 1998).

Existujú tri infekčné formy parazita: tachyzoity, bradyzoity nachádzajúce sa v tkanivových cystách a sporozoity nachádzajúce sa v oocystách. Tachyzoity s veľkosťou 2 – 6 µm po určitom počte delení vytvoria tkanivovú cystu s veľkosťou 5 – 70 µm, ktorá obsahuje niekoľko stoviek bradyzoitov. Oocysty, ktoré vznikajú len u mačiek, majú veľkosť 10 – 12 µm. Po vysporulovaní obsahuje každá oocysta dve sporocysty, pričom v každej sa nachádzajú 4 sporozoity (Dubey et al., 1998).

Človek a ostatné homioietermné živočíchy, sa môže nakaziť horizontálnou alebo vertikálnou cestou. Horizontálny prenos je možný ingesciou oocyst, alebo tkanivových cyst. Oocysty sa môžu nachádzať v kontaminovanej vode alebo potrave a tkanivové cysty v surovom alebo nedostatočne upravenom mäse. Vertikálny prenos prebieha transplacentárnou cestou (Montoya et al., 2004).

Väčšina ľudí infikovaných po narodení má asymptomatický priebeh choroby, ktorý sa pri oslabení imunity môže zmeniť na symptomatický s príznakmi ako horúčka a zápal lymfatických uzlín (Remington et al., 2006). Niekedy sa vyskytuje postihnutie očí vo forme retinohorionitídy. Najťažšie klinické príznaky sa vyskytujú u detí infikovaných transplacentárnou cestou teda počas tehotenstva. Takto infikovaná matka môže byť potratit' alebo sa jej môže narodiť dieťa s hydrocephalom, microcephalom, postihnutím CNS alebo retinohorionitídou (Holland, 2003).

V roku 2012 bolo na Slovensku hlásených 103 prípadov toxoplazmózy (RÚVZ, 2012). V roku 2013 bolo nahlásených 158 ochorení a jeden prípad kongenitálnej toxoplazmózy, pričom najvyššia chorobnosť bola zaznamenaná v Prešovskom a Nitrianskom kraji. Najvyšší výskyt choroby bol vo vekovej kategórii od 10 do 14 rokov (ÚVZ, 2013). V Európe bolo v roku 2010 zaznamenaných 279 prípadov kongenitálnej toxoplazmózy, z toho až 87 % prípadov vo Francúzsku. V rok 2011 bolo v Európe nahlásených 214 prípadov kongenitálnej toxoplazmózy (ECDC, 2012).

Jeden z prvých prípadov nákazy toxoplazmózou spôsobenej vodou sa objavil v roku 1979, keď bolo 32 amerických vojakov infikovaných pri konzumácii riečnej vody v Paname. V rokoch 1994 – 1995 sa v meste Victoria (Kanada) vyskytla epidémia, pri ktorej sa nakazilo 7 718 ľudí. Príčinou ochorenia bola fekálna kontaminácia pitnej vody pumami a divokými mačkami (Bowie et al., 1997). V Brazílii, v meste Santa Isabel do Ivaí sa v roku 2001 infikovalo 290 ľudí z vodného rezervoáru, ktorý bol kontaminovaný oocystami *Toxoplasma gondii* (Taverne, 2002). V rokoch 2004 – 2005 došlo v Coimbatore City (India) k nákaze okúlárnej toxoplazmózy u 249 ľudí. Príčinou bola kontaminácia vodného zdroja následkom silných zrážok (Balasundaram et al., 2010).

***Microsporidia* spp.**

Mikrosporídie sú intracelulárne spórotvorné parazity, ktoré infikujú článkonožce, ryby, obojživelníky, plazy, vtáky a cicavce. Kmeň *Microsporidia* tvorí viac ako 1300 druhov, medzi najdôležitejšie patria *Enterocytozoon bieneusi* (Desportes) a *Encephalitozoon intestinalis* (Cali, Kotler a Orenstein), *Encephalitozoon cuniculi* (Levaditi, Nicolau a Schoen). K častým pôvodcom mikrosporidiálnych infekcií patrí aj *Encephalitozoon hellem* (Valenčáková et al., 2012).

Spóry predstavujú jediné štádium životného cyklu parazita prebiehajúce mimo bunky. Majú veľkosť 1 – 5 µm. Do prostredia sa dostávajú prostredníctvom stolice, moču a respiračných sekrétov. Možnými zdrojmi nákazy sú mikrosporídiami nakazené osoby alebo zvieratá, infikovaná voda alebo krmivo (Anane et al., 2010). *Encephalitozoon intestinalis* bol detegovaný v splaškových vodách, odpadových vodách, v povrchových, podzemných, rekreačných a pitných vodách (Fournier et al., 2000).

Mikrosporidióza môže mať asymptomatický a symptomatický priebeh. Pri symptomatickej infekcii sa najčastejšie vyskytujú príznaky postihnutia gastrointestinálneho traktu (chronická hnačka), môžu sa však vyskytovať aj príznaky postihnutia očí, dýchacieho traktu, svalov, mozgu a močovopohlavnej sústavy (Didieret al., 2000).

Kmeň *Microsporidia* patrí medzi celosvetovo rozšírené oportúnne patogény. Mikrosporídie sú rozšírené vo vodách po celom svete a boli hlásené v rozvinutých i rozvojových krajinách vrátane Argentíny, Botswany, Brazílie, Kanady, Českej republiky, Francúzska, Nemecka, Indie, Talianska, Japonska, Holandska, Španielska, Holandska, Srí Lanky, Anglicka, Spojených štátov Amerických a Zambie (Lucy et al., 2008). Výskyt tejto infekcie je monitorovaný hlavne u imunosuprimovaných pacientov. *Enterocytozoonbieneusi* patrí medzi najčastejšie zistené druhy mikrosporídií, pričom u HIV pozitívnych je prevalencia v Severnej Amerike a Európe medzi 2 – 78 % (Matoset al., 2012). V štúdií z Českej republiky bolo u klinicky zdravých ľudí zistených 15 % pozitívnych prípadov (Saket al., 2011). Na Slovensku bola najvyššia séropozitivita zaznamenaná u imunodeficientných pacientov a celková séropozitivita na *Encephalitozooncuniculi* predstavovala v roku 2003 5,7 % (Halánová et al., 2003). Vysoká pozitivita bola tiež zistená u detí žijúcich v Rómskych komunitách (Halánová et al., 2013, Hasajová et al., 2014).

Jediná zaznamenaná epidémia mikrosporidiózy spôsobená kontaminovanou vodou sa objavila v roku 1995 vo francúzskom meste Lyon kde bolo kvôli nedostatočnej úprave pitnej vody a jej kontaminácii nakazených 200 ľudí (Cotteet al., 1999).

Záver

Protozoárne patogény a patogény z kmeňa *Microsporidia* patria k významným pôvodcom ochorení spôsobených vodou. Keďže väčšina týchto patogénov spôsobuje asymptomatické infekcie skutočná prevalencia sledovaných patogénov sa od tej zaznamenatej líši. V Európe je pitná voda ošetrená smernicou Komisie 98/83/ES, ktorá stanovuje potrebu detegovať fekálne bakteriálne indikátory, niektoré mikroorganizmy a parazity. Mikrosporídie a protozoá však nie sú špecificky monitorované. Kvalitu vody určenej na rekreačné účely stanovuje Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2006/7/ES a zákon č. 355/2007 Z.z. a využitie čistiarenských kalov určuje Smernica Rady 86/278/EHS. Tieto zákony však nenariaďujú rutinné monitorovanie protozoí a mikrosporídií vo vodách a preto sa tie môžu prenášať vodou. Na Slovensku existuje vysoká pravdepodobnosť zachytenia patogénnych protozoárnych parazitov v povrchových vodách, ako to dokázali napríklad Velická et al. (2007) a Onderíková (1999). Preto je nutné monitorovať pitnú vodu a vodu používanú na rekreačné účely, ktorá môže byť potenciálnym zdrojom ohrozenia verejného zdravia a zdravia zvierat.

Pod'akovanie

Táto práca bola riešená v rámci grantového projektu VEGA MŠ SR č. 1/0063/13 a projektu APVV-14-0172.

Literatúra

- Aksoy, U. et al. 2007. First reported waterborne outbreak of cryptosporidiosis with *Cyclospora* co-infection in Turkey. *Euro Surveillance*, vol. 12, no. 7, p. 31-42.
- Ali, I. K. et al. 2012. Evidence for a link between locus R-R sequence type and outcome of infection with *Entamoeba histolytica*. *Clinical Microbiology and Infection*, vol. 18, no. 7, p. 235-237.
- Anane, S.; Attouchi, H. 2010. Microsporidiosis: Epidemiology, clinical data and therapy. *Gastroentérologie Clinique et Biologique*, vol. 34, p. 450-464.
- Anargyrou, K. et al. 2003. Pulmonary *Balantidium coli* infection in a leukemic patient. *American Journal of Hematology*, vol. 73, p. 180-183.

- Andersson, Y., De Yong, B. 1989. An outbreak of giardiasis and amoebiasis at a ski resort in Sweden. *Water Science and Technology*, vol. 21, no. 3, p. 143-146.
- Anuar, T. S. et al. 2013. *Blastocystis* infection in Malaysia: evidence of waterborne and human-to-human transmission among Proto-Malay, Negrito and Senoi tribes of Orang Asli. *Parasites and Vectors*, vol.6, p. 21-32.
- Babcock, D. 1985. *Blastocystishominis* in Kathmandu, Nepal. *New England Journal of Medicine*, No. 313, p. 1419.
- Balasundaram, M. B. et al. 2010. Outbreak of acquired ocular toxoplasmosis involving 248 patients. *Archives of Ophthalmology*, No. 128, p. 28-32.
- Baldursson, S., Karanis, P. 2011. Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks – An update 2004–2010. *Water Research*, vol. 45, p. 6603-6614.
- Borad, A., Ward, H. 2010. Human immune responses in Cryptosporidiosis. *Future Microbiology*, vol. 5, no. 3, p. 507-519.
- Bowie, W. R. et al. 1997. *Outbreak of toxoplasmosis associated with municipal drinking water*. *The Lancet*, vol. 150, p. 173-177.
- Brindley, N., Martin, A., Khan, N. A. 2009. *Acanthamoebacastellani*: high antibody prevalence in racially and ethnically diverse populations. *Experimental Parasitology*, vol. 121, p. 254-256.
- Bruckner, D. A. 1992. Amebiasis. *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 5, no. 4, p. 356-369.
- Center for Disease Control and Prevention. 1980. *Waterborne giardiasis*. California, Colorado, Oregon, Pennsylvania. MMWR, vol. 29, p. 155.
- Center for Disease Control and Prevention. 2012. *Cryptosporidiosis Surveillance – United States, 2009-2010 and Giardiasis Surveillance – United States, 2009-2010*. MMWR, vol. 61, p. 1-28.
- Chacín-Bonilla, L. 2010. Epidemiology of *Cyclospora cayetanensis*: A review focusing in endemic areas. *ActaTropica*, vol. 115, no. 3, p. 181-193.
- Chen, K. T., Chen, C. J., Chiu, J. P. 2001. A school waterborne outbreak involving both *Shigellasonnei* and *Entamoeba histolytica*. *Journal of Environmental Health*, vol. 64, p. 9-13.
- Cho, E. J. et al. 2013. A waterborne outbreak and detection of *Cryptosporidium* oocysts in drinking water of an older high-rise apartment complex in Seoul. *Korean Journal of Parasitology*, vol. 51, no. 4, p. 461-466.
- Clark, C. G. et al. 2013. Recent developments in *Blastocystis* research. *Advances in Parasitology*, vol. 82, p. 1-32.
- Cotte, L. et al. 1999. Waterborne outbreak of intestinal microsporidiosis in persons with and without immunodeficiency virus infection. *Journal of Infectious Disease*, vol. 180, p. 2003-2008.
- Craun, G. F. et al. 1998. Waterborne outbreaks of cryptosporidiosis. *Journal of American Water Works Association*, vol. 90, p. 81-91.
- Dalle, F. et al. 2003. Molecular characterization of isolates of waterborne *Cryptosporidium* spp. collected during an outbreak of gastroenteritis in South Burgundy. *France Journal of Clinical Microbiology*, vol. 41, p. 2690-2693.
- De Jonckheere, J., Van De Voorde, H. 1977. The distribution of *Naegleria fowleri* in man-made thermal waters. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 26, p. 10-15.
- Didier, E. S. et al. 2000. Microsporidiosis in mammals. *Microbes and Infection*, vol. 2, p. 709-720.
- Dobell, C. 1928. Research on the intestinal protozoa of monkeys and man. *Parasitology*, vol. 42, p. 16-39.
- Dubey, J. P., Lindsay, D. S., Speer, C. A. 1998. Structure of *Toxoplasma gondii* tachyzoites, bradyzoites and sporozoites, and biology and development of tissue cysts. *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 11, no. 2, p. 267-299.
- European Centre for Disease Prevention and Control. 2013. *Annual epidemiological report 2012*. Stockholm: ECDC, 2013, p. 266. [online]. [cit. 2015-24-02.]. Dostupné na internete: <http://www.ecdc.europa.eu/en/publications/publications/annual-epidemiological-report-2012.pdf>.
- Fayer, R., Xiao, L. 2008. *Cryptosporidium and Cryptosporidiosis*. Boca Raton: CRC Press, p. 1-560. ISBN 978-1-4200-5226-8.
- Feng, Y., Xiao, L. 2011. Zoonotic potential and molecular epidemiology of *Giardia* species and giardiasis. *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 24, no. 1, p. 110-140.
- Fournier, S. et al. 2000. Detection of microsporidia in surface water: a one-year follow-up study. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, vol. 29, no. 2, p. 95-100.

- Ghimire, T. R., Sherchan, J. B. 2008. Human infection of *Cyclospora cayetanensis*: A review on its medicobiological and epidemiological pattern in global scenario. *Journal of Nepal Health Research Council*, vol. 4, no. 2, p. 25-40.
- Globerman, S. et al. 2002. Three drinking-water-associated cryptosporidiosis outbreaks, Northern Ireland. *Emerging Infectious Diseases*, vol. 8, p. 631-633.
- Graczyk, T. K. et al. 1999. House flies (*Musca domestica*) as transport hosts of *Cryptosporidium parvum*. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 61, p. 500-504.
- Guglielmetti, P. et al. 1989. Family outbreak of *Blastocystis hominis* associated gastroenteritis. *The Lancet*, vol. 2, p. 1394.
- Halánová, M. et al. 2003. Serological screening of occurrence of antibodies to *Encephalitozooncuniculi* in humans and animals in eastern Slovakia. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, vol. 10, no. 1, p. 117-120.
- Halánová, M. et al. 2013. Occurrence of *Microsporidia* as emerging pathogens in Slovak Roma children and their impact on public health. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, vol. 20, no. 4, p. 695-698.
- Haque, R. et al. 2006. *Entamoeba histolytica* infection in children and protection from subsequent amebiasis. *Infection and Immunity*, vol. 74, no. 2, p. 904-909.
- Hasajová, A. et al. 2014. Significantly higher occurrence of *Cryptosporidium* infection in Roma children compared to non-Roma children in Slovakia. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, vol. 33, no. 8, p. 1401-1406.
- Hayes, E. B. et al. 1989. Large community outbreak of cryptosporidiosis due to contamination of a filtered public water supply. *The New England Journal of Medicine*, vol. 320, p. 1372-1376.
- Holland, G. N. 2003. Ocular toxoplasmosis: a global reassessment. *American Journal of Ophthalmology*, vol. 136, no. 6, p. 973-988.
- Huang, P. 1995. The first reported outbreak of diarrheal illness associated with *Cyclospora* in the United States. *Annals of Internal Medicine*, vol. 123, p. 409-414.
- Hughes, M., PETRI, W. 2000. Amebic liver abscess. *Infectious Disease Clinics of North America*, vol. 14, no. 3, p. 565-582.
- Joslin, C. et al. 2006. Epidemiological characteristics of a Chicago-area *Acanthamoeba* keratitis outbreak. *American Journal of Ophthalmology*, vol. 142, p. 212-217.
- Kadlec, V. et al. 1980. Virulent *Naegleria fowleri* in indoor swimming pool. *Folia Parasitologica*, a.198027, p.11-17.
- Karanis, P., Koumeti, C., Smith, H. 2007. Waterborne transmission of protozoan parasites: A worldwide outbreaks and lessons learned. *Journal of Water and Health*, vol. 5, no. 1, p. 1-38.
- Khunkitti, W. et al. 1998. *Acanthamoebacastellanii*: growth, encystment, excystment and biocide susceptibility. *Journal of Infection*, vol. 36, p. 43-48.
- Krascheninnikow, S., Wendrich, D. H. 1958. Some observations on morphology and division of *Balantidium coli* and *Balantidium caviae*. *Journal of Protozoology*, vol. 5, p. 196-202.
- Kreidl, P. et al. 1999. Investigation of an outbreak of amoebiasis in Georgia. *Eurosurveillance Monthly*, vol. 4, no. 10, p. 103-104.
- Leder, K. et al. 2005. No correlation between clinical symptoms and *Blastocystis* in immunocompetent individuals. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, vol. 20, no. 9, p. 1390-1394.
- Lešník, F. et al. 2005. *Medicínska lymfológia*. Bratislava: H&H, s. 253-264. ISBN 80-88700-62-0.
- Levy, D. A. et al. 1998. *Surveillance for waterborne disease outbreaks: United States 1995-1996*. MMWR, vol. 47, p. 1-34.
- Lucy, F. E. et al. 2008. Biomonitoring of surface and coastal water for *Cryptosporidium*, *Giardia* and human virulent *Microsporidia* using molluscan shellfish. *Parasitology Research*, vol. 103, no. 6, p. 1369-1375.
- Murrow, L. B., Blake, P., Kreckman, L. 2002. Outbreak of cyclosporiasis in Fulton County, Georgia. *Georgia Epidemiology Report*, vol. 18, p. 1.
- Mackenzie, W. R. et al. 1995. A massive outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water supply. *Epidemiology and Infection*, vol. 115, p. 545-553.
- Mackey-Lawrence, N. M., Petri, W. A. Jr. 2010. Amoebic dysentery. *Clinical Evidence*, vol. 1, p. 1-17.
- Mao, L. et al. 2009. Epidemiological investigation on an outbreak of amoebic dysentery in Jiangshan City of Zhejiang Province. *Zhongguo Ji Sheng Chong Xue Yu Ji Sheng Chong Bing Za Zhi*, vol. 27, p. 182-183.

- Marciano-Cabral, F. 1988. Biology of *Naegleria* spp.. *Microbiology Reviews*, vol. 52, p. 114-133.
- Marciano-Cabral, F., Cabral, G. 2003. *Acanthamoeba* spp. as agents of disease in humans. *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 16, p. 273-307.
- Martinez, A. J., Visvesvara, G. S. 1997. Free-living amphizoic and opportunistic amebas. *Brain Pathology*, vol. 7, p. 583-598.
- Matos, O., Lobo, M. L., Xiao, L. 2012. Epidemiology of *Enterocytozoon* infection in humans. *Journal of Parasitology Research*, a. 981424.
- Meier, P. A. et al. 1998. An epidemic of presumed *Acanthamoeba* keratitis that followed regional flooding. Results of a case-control investigation. *Archives of Ophthalmology*, a. 1998116, p. 1090-1094.
- Montoya, J. G., Liesenfeld, O. 2004. Toxoplasmosis. *The Lancet*, vol. 363, p. 1965-1976.
- Nygard, K. et al. 2006. A large community outbreak of waterborne giardiasis - delayed detection in a non-endemic urban area. *BMC Public Health*, vol. 6, p. 141.
- Onderíková, V. 1999. *Giardialamblia* v zdrojoch pitných vôd. Záverečný správa, p. 14-15.
- Ortega, Y. R. et al. 1993. *Cyclospora* species: new protozoan pathogen of humans. *New England Journal of Medicine*, vol. 328, p. 1308-1312.
- Pozio, E. et al. 1997. Clinical cryptosporidiosis and Human Immunodeficiency Virus (HIV)-induced immunosuppression: Findings from a longitudinal study of HIV-positive and HIV-negative former injection drug users. *Journal of Infectious Diseases*, vol. 176, p. 969-975.
- Rabold, J. G. et al. 1994. *Cyclospora* outbreak associated with chlorinated drinking water. *The Lancet*, vol. 344, p. 1360-1361.
- Reed, S. L. 1992. Amebiasis: an update. *Clinical Infectious Diseases*, vol. 14, no. 2, p. 385-393.
- Remington, J. S. et al. 2006. Toxoplasmosis. In Remington, J. S. et al. *Infectious diseases of the fetus and newborn infant*. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2006. p. 947-1091. ISBN 978-1-4160-6400-8.
- Rendtorff, R. C. 1954. The experimental transmission of human intestinal protozoan parasites: *Giardia intestinalis* cysts given in capsules. *American Journal of Hygiene*, vol. 59, no. 2, p. 209-220.
- Robertson, L. J. et al. 2010. Giardiasis – why do the symptoms sometimes never stop? *Trends in Parasitology*, vol. 26, no. 2, p. 75-82.
- Regionálny úrad verejného zdravotníctva, 2012. *Analýza epidemiologickej situácie a činnosti odborov epidemiológie v Slovenskej republike za rok 2012*. Banská Bystrica: RÚVZ, 2012, 241 s. [online]. [cit. 2015-22-02.]. Dostupné na internete: http://www.epis.sk/InformacnaCast/Publikacie/VyroczneSpravy/Files/-VS_SR_2012.aspx.
- Sak, B. et al. 2011. Unapparent microsporidial infection among immunocompetent humans in the Czech Republic. *Journal of Clinical Microbiology*, vol. 49, no.3, p. 1064-1070.
- Scanlan, P. D., STENSVOID, C. R. 2013. *Blastocystis*: getting to grips with our guileful guest. *Trends in Parasitology*, vol. 29, no. 11, p. 523-529.
- Schuster, F. L., Visvesvara, G. S. 2004. Free-living amoebae as opportunistic and non-opportunistic pathogens of humans and animals. *International Journal of Parasitology*, vol. 34, p. 1001-1027.
- Schuster, F. L. – Ramirez-Avila, L. 2008. Current world status of *Balantidium coli*. *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 21, no. 4, p. 626-638.
- Saw, P. K. et al. 1977. A community wide outbreak of giardiasis with evidence of transmission by municipal water supply. *Annals of Internal Medicine*, vol. 87, p. 426-432.
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2006/7/ES*, Council of European Communities 2006.
- Smernica Komisie 98/83/EC*. Council of European Communities 1998.
- Smernica Rady 86/278/EHS*, Council of European Communities 1986.
- Smith, H. V., Nichols, R. A. B. 2000. Case study of health effects of *Cryptosporidium* in drinking water. Article 4.12.4.8. UNESCO-EOLSS Encyclopaedia of Life Support Systems – Theme – Environmental Toxicology and Human Health.
- Stensvold, C. R. et al. 2010. Eradication of *Blastocystis* carriage with antimicrobials: reality or delusion? *Journal of Clinical Gastroenterology*, vol. 44, no. 2, p. 85-90.
- Sterling, C. R., Miranda, E. Gilman, R. H. 1987. The potential role of flies (*Musca domestica*) in the mechanical transmission of *Giardia* and *Cryptosporidium* in a Pueblo Joven community of Lima, Peru. *American Society of Tropical Hygiene and Medicine*, vol. 233, p. 349.

- Sulaiman, I. M. et al. 2003. Molecular characterization of *Microsporidia* indicates that wild mammals harbor host-adapted *Enterocytozoon* spp. as well as human-pathogenic *Enterocytozoonbieneusi*. *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 69, no. 8, p. 4495-4501.
- Szenasi, Z. et al. 1998. Isolation, identification and increasing importance of “free-living” amoebae causing human disease. *Journal of Medical Microbiology*, vol. 47, p. 5-16.
- Taverne, J. 2002. Toxoplasmosis in Brasil. *Trends in Parasitology*, vol. 18, p. 203-204.
- Taylor, A. Jr. et al. 1972. Outbreaks of waterborne diseases in the United States, 1961-1970. *Journal of Infectious Diseases*, vol. 125, p. 329-331.
- Úrad verejného zdravotníctva. 2013. *Výročná správa o činnosti Regionálnych úradov verejného zdravotníctva v Slovenskej republike*. Bratislava: ÚVZ, 2013, 1035 s. [online]. [cit. 2015-24-02.]. http://www.uvzsr.sk/docs/vs/vyroczna_sprava_2013.pdf.
- Valenčáková, A., Halánová, M. 2012. Immune response to *Encephalitozoon* infection review. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, vol. 35, no. 1, p. 1-7.
- Veazie, L. 1969. Epidemic giardiasis. *New England Journal of Medicine*, vol. 281, p. 853.
- Velická, Z., Tóthová, L., Mogoňová, E. 2007. Sledovanie výskytu *Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia* a *Clostridium perfringens* vo vybraných nádržkách a skupinovom vodovode na Slovensku. *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae* (Bratislava), 2007, vol. 15, p. 190-199.
- Visvesvara, G. S., Maguire, J. H. 2006. Pathogenic and opportunistic free-living amoebae. *Acanthamoeba* spp., *Balamuthia mandrillaris*, *Naegleria fowleri*, and *Sappinia diploidea*. *Tropical Infectious Diseases*, vol. 2, p. 1114-1125.
- Visvesvara, G. S., Moudra, H., Schuster, F. L. 2007. Pathogenic and opportunistic free-living amoebae: *Acanthamoeba* spp., *Balamuthia mandrillaris*, *Naegleria fowleri* and *Sappinia diploidea*. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, vol. 50, p. 1-26.
- Walzer, P. D. et al. 1973. Balantidiasis outbreak in Truk. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 22, p. 33-41.
- Wu, G. et al. 2000. Investigation of an epidemic outbreak of blastocystiasis. *Chinese Journal of Parasitologic Disease Control*, vol. 13, no. 1, p. 25.
- Yoder, J. S. et al. 2010. The epidemiology of primary amoebic meningoencephalitis in the USA, 1962-2008. *Epidemiology and Infection*, vol. 138, p. 968-975.
- Zákon č. 355/2007 Z. z.