

Ruska Rimhanen-Finne

# Zoonootiset alkueläimet vesivälitteisen epidemian aiheuttajina

## Zoonotic protozoa causing waterborne outbreaks

Zoonootiset alkueläimet, *Cryptosporidium parvum*, *Giardia intestinalis* ja *Toxoplasma gondii*, vesivälitteisen epidemian aiheuttajina.

### YHTEENVETO

Vesivälitteiset alkueläinepidemiat ovat viime vuosikymmenten aikana aiheuttaneet kansanterveydellistä huolta ja taloudellisia tappioita teollistuneissa maissa. *Cryptosporidium parvum*, *Giardia intestinalis* ja *Toxoplasma gondii* ovat alkueläimiä, jotka tarttuvat veden välityksellä ihmisiin ja eläimiin. Loisen tartuntaa aiheuttavat kehitysasteet joutuvat vesiin pääasiassa lannan ja jätevesien mukana. Veden kautta välittyvien epidemioiden ehkäisemiseksi on tärkeää estää alkueläinten saastuttamien valumien pääsy vesistöihin.

### SUMMARY

Waterborne outbreaks caused by zoonotic protozoans, *Cryptosporidium parvum*, *Giardia intestinalis* and *Toxoplasma gondii*, have led to public health concern and economical losses during the past decades in industrialized countries. The infective forms of these parasites are excreted in feces, leading to contamination of surface and ground water mainly by sewage effluent or manure run-off. To prevent waterborne outbreaks, the overflow of infective parasite forms to water has to be controlled.

### JOHDANTO

Puhdasta juomavettä pidetään teollistuneissa maissa itsestäänselvyytenä. Kehitysmaissa lasten yleisin kuolinsyy on puhtaan juoma- ja pesuveden puutteesta aiheutuvat tarttuvat ripulitaudit. Vesivälitteiset alkueläinepidemiat ovat viime vuosikymmenten aikana aiheuttaneet kansanterveydellistä huolta ja taloudellisia tappioita myös teollistuneissa maissa. *Cryptosporidium parvum*, *Giardia intestinalis* ja *Toxoplasma gondii* ovat alkueläimiä, jotka tarttuvat veden välityksellä sekä ihmisiin että eläimiin.

*C. parvum* ja *G. intestinalis* ovat eräitä ihmisten merkittävim-

piä vesivälitteisten suolistoinfektioiden aiheuttajia. Kryptosporidioosia ja giardiaasia esiintyy kliinisenä ripulitautina vasikoilla; aikuisilla naudoilla infektio voi olla subkliininen. *C. parvum* ja *G. intestinalis* infektoivat myös useita muita eläinlajeja (Marshall ym. 1997). Toksoplasman pääisäntiä ovat kissaeläimet, joilla tartunta on subkliininen. Kissa erittää ulosteissaan infektiivisiä ookystia, jotka joutuessaan ihmisen tai muun nisäkkään suolistoon lisääntyvät ja levittyvät elimistöön koteloituen aivoihin ja lihaksiin. Toksoplasmoosi on ihmisellä usein oireeton, mutta saattaa aiheuttaa myös lieviä flunssankaltaisia oireita. Raskauden aikana saatu tartunta

voi siirtyä äidistä sikiöön aiheuttaen keskenmenon, sikiön kuoleman tai synnytyksen toksoplasmoosiin. Synnytyksen toksoplasmoosiin sairastuneet lapset kärsivät keskushermostovaurioista (Tenter ym. 2000). Immuunipuutteisille henkilöille *C. parvum*, *G. intestinalis* ja *T. gondii* voivat aiheuttaa hengenvaarallisia infektiota.

### MITEN IHMINEN SAA TARTUNNAN?

Ihminen saa tartunnan ruuansulatuskanavan kautta juoma-, pesu- tai uimaveden välityksellä. Tartunta voi tapahtua myös saastuneella vedellä kasteltujen tai pestyjen elintarvikkeiden kautta. Vedet saastuvat pääasiassa jätevedenpuhdistamoiden päästöistä. Pinta- ja pohjavesi voivat saastua viemäriputkien rikkoutuessa. Pintavedet saattavat saastua myös pelloille levitetyn lannan tai viherrakentamisessa käytetyn puhdistamolietteen sisältämien loisen tartuntaa aiheuttavien kehitysasteiden, ookystien ja kystien, valuessa vesistöihin. Jäteveteen, lietteeseen ja lantaan nämä tartuntamuodot joutuvat eläinten ja ihmisten ulosteen mukana. Yhdysvalloissa on vuosina 1992–2000 raportoitu 20 kryptosporidioosiepidemiaa, joissa tartunta on saatu, kun vettä on nautittu vahingossa esimerkiksi uidessa. Näissä epidemioissa sairastuneita epäillään olleen yli 10 000. Uimavesiepidemioissa tärkein tartunnan lähde on ihmisen uloste (Rose ym. 2002), mutta myös infektoituneen karjan tai villieläinten uloste voi saastuttaa vesistöjä (Slifko ym. 2000).

## VESIVÄLITTEISIÄ ALKUELÄINEPIDEMIOITA

*C. parvum* ja *G. intestinalis* -alkueläinten merkitys vesivälitteisten epidemioiden aiheuttajana tunnetaan hyvin. Yhteensä yli 160 vesivälitteistä kryptosporidioosi- ja giardiaasiepidemiaa on kuvattu eri puolilla maailmaa viime vuosikymmenten aikana. Suurimmat epidemiat on raportoitu Yhdysvalloissa, Englannissa ja Walesissa. Laajimmassa kuvatussa vesiepidemiassa (Milwaukee, 1993) sairastui *C. parvum* -alkueläimen aiheuttamaan ripulitautiin yli 400 000 ihmistä. Vesiepidemian aiheuttajana *T. gondii* on harvinainen. Vuonna 1995 kuvattiin Kanadassa vesivälitteinen toksoplasmoosiepidemia, jossa 110 ihmistä sairastui infektoituneiden koti- ja villikissojen ulosteen saastutettua vesilaitoksen raakaveden. Panamassa brittiläiset sotilaat sairastuivat toksoplasmoosiin juotuaan viidakossa villikissan (jungle cat) ulosteen saastuttamaa purovettä (Slifko ym 2000).

### MIKSI *C. PARVUM*, *G. INTESTINALIS* JA *T. GONDII* OVAT MERKITTÄVIÄ VESI- EPIDEMIAN AIHEUTTAJIA?

#### Infektion seuraukset vakavia

*Cryptosporidium parvum*, *Giardia intestinalis* ja *Toxoplasma gondii* ovat merkittäviä vesiepidemioiden aiheuttajia, koska tartunnan aiheuttamat seuraukset ovat vakavia. Raskauden aikana saatu toksoplasmatartunta infektoi sikiön aiheuttaen keskenmenon, sikiön kuoleman tai sikiön kehityshäiriön. Osalla raskauden aikana infektoituneista lapsista on syntyessään toksoplasmoosiin viittaavia oireita (korioretiniitti, intrakraniaaliset kalkkeumat ja hydrokefalus). Vastasyntyneillä voi myös ilmetä keskushermosto-oireita tai muita epäspesifisiä oireita, kuten kuume ja anemia. Osalla vastasyntyneistä oireet johtavat kuolemaan. Enemmistöllä lapsista, jotka ovat saaneet infektion raskauden aikana, tartunta on

syntymähetkellä subkliininen. Heille näkö-, kuulo- ja aivovaurion oireet voivat kehittyä myöhemmällä iällä (Tenter ym. 2000).

*C. parvum* ja *G. intestinalis* aiheuttavat pitkittynyttä ripulitautia immuunipuolustukseltaan normaaleille aikuisille. Lapsilla ja vanhuksilla oireet voivat olla vakavampia. Immuunipuutteisille henkilöille *C. parvum*, *G. intestinalis* ja *T. gondii* voivat aiheuttaa henkeäuhkaavia infektoita. Vastustuskyvyn heikentyessä aikaisemmin saatu piilevä toksoplasmoosi voi aktivoitua aiheuttaen yleistyneen taudin, johon voi liittyä enkefaliitti tai pneumonia (Tenter ym. 2000). *C. parvum*in elinkierrossa muodostuvat ohutseinäiset ookystat ylläpitävät kroonista kryptosporidioosia immuunipuutteisilla henkilöillä (Marshall ym. 1997). Myös *G. intestinalis* voi aiheuttaa persistoivia tartuntoja immuunipuutteisille, lapsille ja vanhuksille (Lane ja Lloyd 2002).

#### Vesilaitoksella vaikeita valvottavia

Kryptosporidien, giardian ja toksoplasman tartuntamuodot, ookystat ja kystat, ovat vastustuskykyisiä vesilaitosten puhdistustoimenpiteille. Pienen koonsa vuoksi ookystat läpäisevät herkästi vedensuodatuskäsittelyn, ja paksun kuorensa vuoksi ookystat ja kystat ovat vastustuskykyisiä veden klooraukselle. Niiden havaitseminen on hankalaa vesilaitoksilla, koska raaka- tai juomavedestä infektiivisten ookystien ja kystien toteamiseen ei ole olemassa helppoa, halpaa ja nopeaa testiä. Perinteisten veden laatua mittaavien indikaattorien, koliformisten bakteerien määrän ja veden sameuslueman, perusteella ei voida ennustaa ookystien esiintymistä (Steiner ym. 1997).

#### Infektiivisyys ja säilyvyys ympäristössä

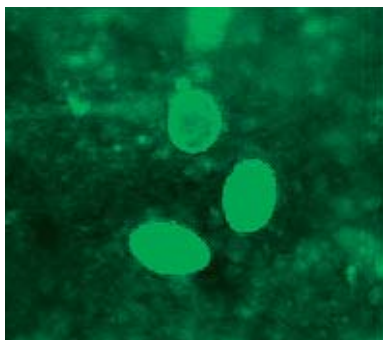
Kryptosporidien, giardian ja toksoplasman merkitys vesivälitteisten epidemioiden aiheuttajina perustuu osaltaan niiden infektiivisyyteen; vain 10 toksoplasman ookystaa ja giardian kystaa riittää

aiheuttamaan infektion ihmiselle. Kryptosporidit ja giardiat ovat yleisiä useilla eläinlajeilla ja sairastuneet yksilöt erittävät ulosteissaan suuria määriä tartuntamuotoja, jopa  $10^{11}$  ookystaa/ulostegramma (Rose ym. 2002). Sairas yksilö voi erittää tartuntamuotoja useita viikkoja. Ympäristöön kulkeutuviin ookystien ja kystien määrää on huomattavan suuri niiden suuren erittymismäärän ja pitkän eritysajan vuoksi. Maaperässä ja vesiympäristössä ookystat ja kystat ovat erittäin kestäviä. Giardian kystat voivat säilyä infektiivisinä vedessä usean kuukauden ajan, toksoplasman ookystat maaperässä jopa 1,5 vuotta (Lane ja Lloyd 2002, Tenter ym. 2000).

Suomessa kryptosporideja ja giardiaa on todettu pintavesissä ja puhdistamolietteessä metodologisen tutkimuksen yhteydessä (Rimhanen-Finne ym. 2001, 2002). Kansanterveyslaitoksen vuositilastossa raportoitiin 12 *C. parvum*- ja 302 *G. intestinalis*-infektiota Suomessa vuonna 2001. Norjassa tehdyssä tutkimuksessa kryptosporideja ja giardiaa löydettiin 32 prosentissa tutkituista vesistöistä ( $n = 147$ ), jotka toimivat raakavetenä vesilaitoksille. Tutkimuksessa todettiin yhteys ookystien ja kystien löytymisen ja alueella olevien kotieläinten välillä. Lisäksi osoitettiin yhteys ookystien ja kystien löytymisen ja veden sameuden (turbiditeetti  $> \text{tai} = 2,0$  NTU) välillä (Robertson ja Gjerde 2001). Ookystat ja kystat esiintyvät usein kiinnittyneinä toisiin partikkeleihin, kuten humukseen. Seuraamalla vesilaitoksen ilmoittamia juomaveden sameuslukumia ja poliklinikkakäyntejä on epäilty, että Milwaukeeen kryptosporidioosiepidemia (1993) oli vain jäävuoren huippu (Morris ym. 1998). On mahdollista, että vesivälitteistä kryptosporidioosia esiintyi jo yli vuosi ennen dokumentoitua taudinpurkausta.

#### MITEN TARTUNTOJA VOIDAAN ENNALTA- EHKÄISTÄ?

Lannan ja puhdistamolietteen käyttö maanviljelyssä ja viherra-



Kuva: Raska Rimhanen-Finne

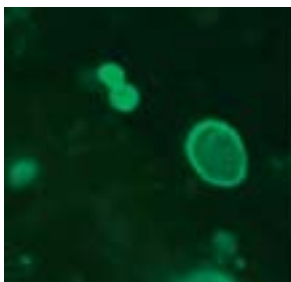
**KUVA 1 PICTURE**

*Giardiacystia kissan ulosteesta  
200x suurennoksella.*

*Immunofluorescence stained  
Giardia cysts from cat faeces  
with magnification of 200x.*

kentämisessä altistaa ympäristön alkuelänsaastutukselle. Kompostoinnilla pyritään vähentämään patogeenien pääsyä lannasta tai lietteestä ympäristöön.

Vesivälitteisten epidemioiden ennaltaehkäisemiseksi on tärkeää estää alkueläimiä sisältävät valumat vesistöihin. Vesilaitoksella pelkkä suodatuskäsittely ei riitä poistamaan ookystia vedestä, kun taas giardian kystien poistamiseen se on ainoa tehokas keino (Lane ja Lloyd 2002). Koeolosuhteissa rautasulfaatti  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ -saostuksen on todettu poistavan jopa pieniä määriä kryptosporidien ookystia juomavedestä (Karanis ja Kimura 2002). Koska ookystat ja kystat ovat vastustuskykyisiä klooraukselle, vaihtoehtoisia desinfektiokeinoja on pyritty kehittämään. UV-valo ja otsonikäsittely ovat osoittautuneet lupaaviksi mene-



Kuva: Raska Rimhanen-Finne

**KUVA 2 PICTURE**

*Kryptosporidiumin ookystia ja  
Giardiakystia (IFA-kontrolleja)  
200x suurennoksella.*

*Cryptosporidium oocysts and  
Giardia cysts (immunofluores-  
cence control organisms) with  
magnification of 200x.*

telmiksi. UV-valo ei tapa alkueläimiä, mutta vahingoittaa niiden DNA:ta siten, että lisääntyminen ja infektiokyky estyy. Otsoni muodostaa vedessä vapaita radikaaleja, jotka saavat aikaan muutoksia ookystien ja kystien seinämään ja DNA:han. Myös lyhyet sähköimpulssit muuttavat tartuntamuotojen seinämän läpäisevyyttä siten, että pienemmät klooripitoisuudet voivat inaktivoida kystat. Koti- tai retkioloissa paras tartuntamuotojen tuhoamiskeino on veden keittäminen. Ulostusvahingon sattuessa paras keino tartuntojen ehkäisemiseksi on ulosteen nopea poisto altaasta. Klooratussa uima-vedessä *C. parvum*in ookystat voivat säilyä infektiivisinä jopa kaksi vuorokautta (Lane ja Lloyd 2002, Rose ym. 2002).

Perinteisesti alkueläimet tutkitaan konsentroiduista vesinäyt-

teistä mikroskopoimalla. Molekyylibiologisia menetelmiä kehitetään jatkuvasti, koska niiden avulla on mahdollista saada tarkempaa tietoa tartuntojen epidemiologiasta. Vesivälitteisten alkueläintartuntojen estämiseksi on tärkeää, että epidemia tunnistetaan mahdollisimman nopeasti.

**KIRJALLISUUS**

- Karanis, P. & Kimura, A. Evaluation of three flocculation methods for the purification of *Cryptosporidium parvum* oocysts from water samples. Lett. Appl. Microbiol. 34, 2002: 444-449.
- Lane, S. & Lloyd, D. Current trends in research into the waterborne parasite *Giardia*. Crit. Rev. Microbiol. 28, 2002: 123-147.
- Marshall, M., Naumovitz, D., Ortega, Y. & Sterling, C. Waterborne protozoan pathogens. Clin. Microbiol. Rev. 10, 1997: 67-85.
- Morris, R., Naumova, E. & Griffiths, J. Did Milwaukee experience waterborne cryptosporidiosis before the large documented outbreak in 1993? Epidemiology 9, 1998: 264-270.
- Robertson, L. & Gjerde, B. Occurrence of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts in raw waters in Norway. Scand. J. Public Health 29, 2001: 200-207.
- Rose, J., Huffman, D. & Gennaccaro, A. Risk and control of waterborne cryptosporidiosis. FEMS Microbiol. Rev. 26, 2002: 113-123.
- Rimhanen-Finne, R., Ronkainen, P. & Hänninen, M-L. Simultaneous detection of *Cryptosporidium parvum* and *Giardia* in sewage sludge by IC-PCR. J. Appl. Microbiol. 91, 2001: 1030-1035.
- Rimhanen-Finne, R., Hörman, A., Ronkainen, P. & Hänninen, M-L. An IC-PCR method for detection of *Cryptosporidium* and *Giardia* in natural surface waters in Finland. J. Microbiol. Methods 50, 2002: 299-303.
- Slifko, T., Smith, H. & Rose, J. Emerging parasite zoonoses associated with water

and food. Int. J. Parasitol. 30, 2000: 1379–1393.

Steiner, T., Thielman, N. & Guerrant, R. Protozoal agents: What are the dangers for the public water supply? Annu. Rev. Med. 48, 1997: 329–340.

Tenter, A., Heckeroth, A. & Weiss, L. Toxoplasma gondii: from animals to humans. Int. J. Parasitol. 30, 2000: 1217–1258.

Kirjoitus on osa tarttuvien eläintautien ja zoonoosien ekologia, epidemiologia ja vastustus – ABS jatkokoulutuskurssia.

#### KIRJOITTAJAN OSOITE

*Ruska Rimhanen-Finne  
ELL, tutkijakoulutettava  
Elintarvike- ja ympäristö-  
hygienian laitos  
PL 57, 00014 Helsingin yliopisto  
Pub. 191 49719  
ruska.rimhanen@helsinki.fi*