

## Käärmeiden sienitauti - uusi uhka?

Vuonna 1998 tunnistettiin sammakkoeläimiä tappava kytridiomykoosi eli *Batrachochytrium dendrobatidis* -sienen aiheuttama infektiio. Vuonna 2010 Aasiasta Eurooppaan levinnyt, samaan sukuun kuuluva *Batrachochytrium salamandrivorans* -sieni alkoi tappaa tulisalamantereita (*Salamandra salamandra*) Alankomaissa ja Belgiassa. Yhdysvaltojen itärannikolla sijaitsevasta lepakoiden talvehtimisluolastosta löydettiin vuonna 2006 *Pseudogymnoascus destructans* -sienen sairastuttamia lepakoita. Tähän mennessä valkokuonosyndroomaksi nimetty tauti on tappanut Pohjois-Amerikassa arviolta yli kuusi miljoonaa lepakkoa. Myös käärmeitä piinaa äskettäin tunnistettu sienitauti, jonka levinneisyyden, vaikutusten ja alkuperän selvittäminen on vasta alkutekijöissään.

Ensimmäiset varmennetut havainnot sienitaudista tehtiin Yhdysvaltojen itärannikolla, missä tutkijat ovat säännöllisesti seuranneet viimeistä New Hampshiren osavaltiossa sinnittelevää, muista populaatioista eristyksiin joutunutta metsäkalkkarokäärmeipopulaatiota (*Crotalus horridus*) (Clark ym. 2011). Vuonna 2006, neljäntoista vuoden seurannan jälkeen, monilla käärmeyksilöillä havaittiin todennäköisesti sieni-infektion aiheuttamia ihovaurioita päässä, leuassa tai muualla ruumiissa. Saman vuoden syksyllä monet kalkkarokäärmeet vetäytyivät talvipesäänsä poikkeuksellisen myöhään. Osa näistä viivytelleistä yksilöistä löydettiin kuolleena seuraavana keväänä, ja kaiken kaikkiaan populaation yksilömäärä hupeni puoleen vuosien 2006 ja 2007 aikana. Muissakin metsäkalkkarokäärmeipopulaatioissa oli vuosien varrella toki havaittu talvipesistä nousevan erilaisista haavaumista kärsiviä yksilöitä. Nämä ihovauriot parantuivat kuitenkin aina seuraavan nahanluonnin yhteydessä, eikä niiden tiedetty lisäävän kalkkarokäärmeiden kuolleisuutta. Tutkijat arvelivat New Hampshiren metsäkalkkarokäärmeitä tappavan sieni-infektion ilmaantumisen liittyvän alueella saatuihin ennätysellisen sateisiin.

Seuraavaksi sieni-infektio putkahti näkyville Illinoisin osavaltiossa vuonna 2008, kun tutkijat löysivät maastosta kolme sairasta suokalkkarokäärmettä (massasauga; *Sistrurus catenatus catenatus*) (Allender ym. 2011). Eläimillä oli turvotusta ja vakavia epämuodostumia pään alueella, ja ne kaikki menehtyivät kolmen viikon kuluessa. Vaivojen aiheuttajaksi määritettiin DNA-menetelmien avulla *Chrysosporium* -suvun sieni, tarkemmin *C. ophioidiicola*. Kuten New Hampshiren metsäkalkkaroiden tapauksessa, myös näiden uhanalaisten suokalkkarokäärmeiden elämää oli seurattu tiiviisti jo vuosia, eikä mitään vastaavaa ollut aiemmin havaittu. Sieni-infektioita alettiin kutsua käärmeiden sienitaudiksi (SFD, Snake Fungal Disease).

Tähän mennessä tautia on löydetty yli 30 eri käärmelajilta ympäri maailman. Pääosa luonnonvaraisilla eläimillä tehdyistä havainnoista keskittyy edelleen Yhdysvaltojen itäosiin, mutta tautia on löydetty myös Kanadasta sekä terraarioeläimistä mm. Isossa-Britanniassa, Saksassa ja Australiassa. Äskettäin tautia aiheuttavaa sientä on eristetty myös luonnonvaraisista eurooppalaisista käärmeistä; vuosina 2010–2016 kerätyistä näytteistä sientä löytyi brittiläisistä rantakäärmeistä (*Natrix natrix*) ja yhdestä kyystä (*Vipera berus*) sekä yhdestä tšekkiläisestä noppakäärmeestä (*Natrix tessellata*) (Franklinos ym. 2017). Sientä ja sienitautia on siis esiintynyt Euroopassa ainakin vuodesta 2010, mutta sitä ei ole aiemmin havaittu eikä myöskään etsitty.

## Taudinaiheuttajan tunnistaminen ja sienitaudin kehityskulku

Tutkimusten alkuvaiheessa taudista tiedettiin varmuudella ainoastaan se, että sen aiheutti joko yhden tai useamman lajin sieninfektio. Ensimmäiseksi tunnistettu *C. ophiodiicola* -sieni luettiin lajiryhmään, jonka tiedettiin entuudestaan aiheuttavan ihoinfektioita matelijoilla. Tarkemmat geneettiset tutkimukset kuitenkin siirsivät lukuisia lajiryhmän lajeja aivan uusiin sukuihin, ja samalla *C. ophiodiicola* -sieni sai uuden nimen *Ophidiomyces ophiodiicola*. Laji on siis sananmukaisesti "käärmesieni", ja tähän mennessä myös sukunsa ainoa tunnettu laji. Vaikka muutkin sienet aiheuttavat luonnonvaraisille käärmeille satunnaisia iho-ongelmia, laboratorio-oloissa tehdyt kokeelliset tartuntatutkimukset osoittavat nimenomaan *O. ophiodiicola*:n olevan syy käärmeiden sienitautina tunnettuun sairauteen.

Jotta käärme voisi sairastua sienitautiin, on sienirihmaston ensin läpäistävä ihon uloin, sarveisaineesta koostuva kerros. Periaatteessa sarveisaine suojaa tehokkaasti ihon syvempiä kerroksia, mutta käytännössä erilaiset sarveisaineen hankaumat ja vauriot ovat luonnonvaraisilla käärmeillä hyvin yleisiä ja tarjoavat sienelle helpon reitin syvemmälle ihon alle. *Ophidiomyces ophiodiicola* kykenee tosin tunkeutumaan myös täysin vahingoittumattoman sarveisainekerroksen läpi. Orvaskeden (epidermin) elävien solujen joukkoon kurkotteleva sienirihmasto herättää käärmeen elimistön puolustusjärjestelmän, jolloin tartunta-alueelle kerääntyy immuunipuolustuksen valko- ja syöjäsoluja ja se alkaa turvota. Muutamien päivien kuluessa infektoitunut iho paksuntuu ja menee kuolioon, jolloin tartunta-alue peittyy käärmeiden sienitaudille tyypillisten kellertävien-ruskeiden rupien alle. Rupien hiertyessä irti tartunta-alueelle syntyy yhä syvempiä haavoja. Sienirihmasto jatkaa kasvuaan haava-alueella ja sen levittäytyessä myös ihovaurioiden pinta-ala kasvaa entisestään. Rupia ja haavaumia löytyy sairailta käärmeiltä yleensä useita eri puolilta ruumista. Yleensä sienen kasvu rajoittuu ihon uloimpaan kerrokseen, ja vain satunnaiset rihmat kurottuvat verinahkaan (dermis) asti. Vaikeissa tapauksissa sieni voi kasvaa esimerkiksi lihaskudoksessa, silmän sarveiskalvossa, luustossa tai keuhkoissa ja muissa sisäelimissä. Luonnonvaraisilla käärmeillä niin laajalle levinneitä infektioita tavataan kuitenkin vain harvoin, sillä sairastaneet yksilöt luultavasti menehtyvät muista syistä ennen kuin sieni kasvaa niiden koko elimistöön.

Elimistön immuunipuolustuksen käynnistymisen lisäksi tartunnan saaneet käärmeet yrittävät torjua sienikasvustoa luomalla nahkansa tavallista useammin. Vanhan nahan mukana iholta poistuu sekä kuollutta kudosta että sienirihmastoja. Uusi nahka vaikuttaa usein terveeltä, joskin sienitaudista saattaa jäädä muistoksi esimerkiksi epämuodostuneita suomuja. Jos sienirihmaston kasvu on rajautunut aivan orvaskeden pintaan, käärme saattaa onnistua nahkansa luomalla parantamaan itsensä täysin. Tartunta voi tosin uusiutua nopeasti, jos nahanluonti jää vaillinaiseksi tai vanhaa ihoa on takertunut paikoin uuden ihon pintaan. Yksittäinen nahanluonti ei myöskään auta, jos sienirihmasto ehtii kasvaa kiinni uuteen orvasketteen ennen vanhan ihon irtoamista – tällöin käärme voi päätyä luomaan nahkansa monta kertaa peräkkäin. Esimerkiksi kokeellisesti sienellä infektoidut viljakäärmeet (*Pantherophis guttatus*) loivat nahkansa reilun kahden viikon välein, kun terveen verrokkiryhmän käärmeet loivat nahkansa vain kerran kuussa (Lorch ym. 2015).

Käärmeiden sienitaudin aiheuttamaa kokonaiskuolleisuutta on vaikea arvioida, mutta jotkin lajit vaikuttavat taudille selvästi alttiimmilta kuin toiset. Vakavat sieninfektiot ovat yleensä tappavia, mutta lopullinen kuolinsyy voi olla useamman tekijän summa. Esimerkiksi

keuhkoissa laajalle levinnyt sienikasvusto voi kudosisvaurioiden seurauksena johtaa suoraan eläimen menehtymiseen. Useimmiten käärmeiden sienitauti näyttäisi kuitenkin olevan krooninen sairaus, jonka erilaiset sivuvaikutukset lopulta nujertavat eläimen lopullisesti. Tällaisia sivuvaikutuksia ovat esimerkiksi taudin aiheuttama näkökyvyn tai haju- ja näköaistin heikentyminen, joka vaikeuttaa käärmeen ravinnonhankintaa johtaen lopulta eläimen nääntymiseen. Niin kokeellisesti laboratorio-oloissa tartutetut kuin luonnosta löydetyt sairastuneet käärmeet ovat yleensä nälkiintyneitä. Sienitaudin heikentämä käärme on myös alttiimpi monille muille taudinaiheuttajille; toisaalta on mahdollista, että muut infektiot altistavat käärmeitä sienitaudille.

Sienitaudin vaivaamat käärmeet saattavat käyttäytyä tavoilla, jotka vaarantavat niiden hengen. Esimerkiksi kokeellisesti infektoidut viljakäärmeet olivat terraarioissaan näkyvillä kaksi kertaa useammin kuin terveet eläimet (Lorch ym. 2015). Koska sairaat käärmeet yrittävät kohottaa ruumiinlämpöään taistellakseen tulehdusta vastaan, ne saattavat paistatella avoimilla paikoilla silloinkin, kun niiden pitäisi olla talvehtimassa. Paistattelu altistaa sairaat yksilöt erilaisten petojen saalistukselle. Ne ovat myös alttiina huonoille sääolosuhteille ja voivat esimerkiksi menehtyä yöpakkasiin, koska viivyttelivät maan pinnalla joko liian pitkään tai nousivat talvipesästä liian aikaisin. Talvehtimisen on arveltu liittyvän sienitaudin esiintymiseen: käärmeet voivat esimerkiksi olla talvisin alttiimpia infektiolle, koska niiden immuunipuolustus ja muut elintoiminnot käyvät säästöliekillä. Talvipesiin myös kerääntyy useita eläinyksiöitä lähelle toisiaan, jolloin tartunnan todennäköisyys saattaa nousta. Sienitautia havaitaan kuitenkin myös lajeilla, jotka ovat aktiivisia vuoden ympäri, kuten esimerkiksi kääpiökalkkarokäärmeillä (*Sistrurus miliarius barbouri*) Floridassa. Tällöinkin tauti on yleisempi ja oireet vakavampia kylmänä vuodenaikana. Vielä on siis selvittämättä, riippuuko infektion voimakkuuden vuodenaikaisvaihtelu käärmeiden energiatasapainon muutoksista vaiko itse sienipatogeenin fysiologiasta.

### **Mistä käärmeiden sienitauti on peräisin?**

Käärmeiden sienitaudin aiheuttava *O. ophioidiicola* ei ole osa käärmeiden ihon tavallista mikrobikasvustoa. Nyt kun tutkijat viimein tietävät mitä etsiä, on sientä löydetty myös vanhoista näytteistä – sitä on esimerkiksi esiintynyt terraarioeläimissä itäisessä USA:ssa jo vuonna 1986. Luonnosta lajia ei ole varmuudella tunnistettu ennen vuotta 2008. Periaatteessa taudin yhtäkkäinen viimeaikainen ilmaantuminen viittaisi siihen, että sieni on vasta äskettäin terraarioeläimistä luontoon päässyt karkulainen. Tautitapausten maantieteellinen eteneminen ei kuitenkaan vastaa äskettäin alueelle levinneen uuden taudinaiheuttajan tyypillistä levittäytymismallia, sillä tapausten sijainneissa ei ole havaittavaa säännönmukaisuutta.

Jälkikäteen on myös mahdotonta varmistua siitä, etteikö sientä olisi esiintynyt luonnossa jo aikaisemmin. Kirjallisuudesta löytyvät vuosikymmenten takaiset havainnot talvehtimasta nousseilla käärmeillä havaituista haavaumista ja ihovaurioista viittaavat siihen, että käärmeiden sienitautia on esiintynyt jo pidempään. Tällaiset vauriot ovat edelleen varsin yleisiä, mutta niitä ei ole aiemmin tutkittu yksityiskohtaisesti. Vanhoja tapauksia ei myöskään pystytä suoraan liittämään nykyisiin *O. ophioidiicola* -tartuntoihin ilman asianmukaisesti otettuja näytteitä. Floridassa levisi jo 2000-luvun alussa sekä kalkkarokäärmeitä että sukkanauhakäärmeitä (*Thamnophis* sp.) tartuttanut epidemia, jonka oireet jälkepäin tarkasteltuna täsmäivät käärmeiden

sienitautiin. Tautia ei tuolloin kuitenkaan tunnustettu sen tarkemmin. Muut kuin DNA-pohjaiset menetelmät voivat myös johtaa harhaan: pelkästään sienirihmaston rakenteellisten tuntomerkkien perusteella *O. ophioidicola* on nimittäin mahdollista sekoittaa muihin käärmellään ihotulehduksia aiheuttaviin sieniin. Esimerkiksi 1990-luvun puolivälissä kääpiökalkkarokäärmeitä piinaavan sieni-infektion aiheuttajaksi määritettiin aikoinaan *Geotrichum candidum* -laji, joka on kuitenkin ulkonäöltään valitettavan helppo sekoittaa *O. ophioidicola*:an.

Koska käärmepopulaatioiden terveydentilan seuranta ei lisäksi ole milloinkaan ollut kovin kattavaa, varmennetut havainnot sairastumisista ovat sekä ajallisesti että paikallisesti hajanaisia. Kaikki edellä mainitut seikat viittaavat yhdessä siihen, että *O. ophioidicola* on ollut maisemissa jo useampia vuosikymmeniä. Lisäksi Euroopasta äskettäin eristetyt luonnonvaraiset *O. ophioidicola* -näytteet sijoittuvat eri ryhmään kuin Pohjois-Amerikasta eristetyt, ja niiden kasvunopeus on huomattavasti hitaampi kuin itäisessä USA:ssa tutkittujen näytteiden (Franklinos ym. 2017). Käärmeiden sienitauti saattaa siis olla vanhempi kuin luulemmekaan, sitä ei ehkä vain ole aiemmin tunnustettu oikein.

Mikäli *O. ophioidicola* sitten on jo vanha tuttavuus, miksi se aiheuttaa ongelmia vasta nyt? Laboratoriotutkimusten mukaan laji on ilmeisen kestävä ja opportunistinen lahottajasieni: se selviytyy maaperässä ilman varsinaista isäntäeläintä ja sietää kuivuutta monia muita maaperän sieniä paremmin. Sieni kasvaa nopeasti lämpimissä ja kosteissa olosuhteissa, mutta kasvu hidastuu lämpötilan noustessa yli +30 °C. Yksi mahdollinen selitys *O. ophioidicola*:n runsastumiseen ja patogeenisuuden lisääntymiseen ovatkin muuttuneet olosuhteet - kasvanut sademäärä ja sopivasti kohonneet lämpötilat parantavat sienien elinmahdollisuuksia. Lajille otolliset olot ovat käärmeiden kannalta epämiellyttäviä: esimerkiksi pilvinen ja sateinen sää vaikeuttaa käärmeiden lämmönsäätelyä, eivätkä ne pysty kohottamaan ruumiinlämpötilaansa tulehdusten nujertamiseksi vaadittavalle tasolle. Ilmastonmuutoksen myötä yleistyvät leudot talvet ja talvipesissä vallitsevat korkeammat lämpötilat voivat lisätä infektiota etenkin talvehtimisen aikana. Toisaalta ilmastonmuutoksen ennustamat sään ääri-ilmiöt muina vuodenaikoina voivat myös edesauttaa tartuntoja; esimerkiksi erittäin kuumina ja kuivina päivinä monet käärmelajit hakeutuvat hellettä suojaan maanalaisiin onkaloihin, joissa sienellä on hyvät olosuhteet ympäri vuoden.

Tähän mennessä suurinta kuolleisuutta aiheuttaneet tautiepisodit on havaittu nimenomaan pienissä tai muista populaatioista eristyneissä käärmepopulaatioissa. Tällaiset uhanalaiset lajiesiintymät ovat usein poikkeuksellisen tehokkaassa seurannassa, jolloin tautiepidemiatkin todennäköisesti havaitaan paremmin. Yleisemmän ja laajalla alueella esiintyvän lajin sairastelua ei välttämättä huomattaisi yhtä helposti. Toisaalta on täysin mahdollista, että juuri pienten ja eristyneiden populaatioiden sukusiittoisuudesta johtuvat ongelmat altistavat ne vakavan epidemian kehittymiselle. Lähisukulaisten pariutuessa keskenään populaation geneettinen monimuotoisuus vähenee ja esimerkiksi yksilöiden immuunipuolustus voi heikentyä, jolloin ne ovat suuremmissa vaarassa sairastua. Myös käärmepopulaation eristymiseen johtaneet tekijät voivat altistaa sen sienitaudin leviämiseksi. Elinympäristön pirstoutuminen erottaa populaatioita toisistaan ja voi myös pakottaa kaikki alueen käärmeet käyttämään yhtä alueella jäljellä olevaa talvipesää, jolloin infektiot voivat levitä helpommin. Elinympäristön muutokset voivat myös pienentää käärmeiden saaliseläinkantoja, jolloin nälkiintyneet käärmeet

ovat alttiimpia taudeille. Muuttuneesta elinympäristöstä ei välttämättä myöskään löydy enää hyviä paistatteluapaikkoja, jotta käärmeet voisivat torjua infektioita nostamalla ruumiinlämpöään riittävän korkeaksi.

### **Sienitaudin merkitys käärmeille, niiden suojelulle ja tutkimukselle**

Sekä *O. ophioidiicola* -sienestä, sen aiheuttamasta taudista, että eri käärmelajien alttiudesta sairastua tautiin tiedetään vasta kovin vähän. Todennäköisesti monissa tapauksissa sairastuminen on useiden eri tekijöiden summa. Esimerkiksi New Hampshiren viimeisen metsäkalkkarokäärme populaation sairastumiseen vaikuttivat todennäköisesti sekä elinympäristön pirstoutumisesta johtunut populaation eristyminen ja geneettisen monimuotoisuuden häviäminen että poikkeukselliset sademäärät kahden peräkkäisen vuoden aikana. Joissakin käärme populaatioissa sienitaudin oireet ovat olleet vähäisiä eikä sairaus ole vaikuttanut populaatioiden kokoon. Tauti on kuitenkin selvästi uusi uhka monien käärmelajien suojelulle, koska se on tähän mennessä lisännyt huolestuttavasti nimenomaan uhanalaisten lajien kuolleisuutta.

Sienitauti voi heikentää populaatiota myös muulla tavoin kuin suoraan yksilöiden kuolleisuutta lisäämällä: pitkittyneen sieni-infektion vaikutus voi näkyä esimerkiksi heikentyneenä lisääntymismenestyksenä. Koska monet terveetkin käärmeet lisääntyvät varsin hitaasti, vähäiselläkin poikasmäärän pienenemisellä voi olla pidemmällä aikavälillä suuri vaikutus populaatiokokoon. Tämän vuoksi lukemattomista käärmeiden sienitaudin yksityiskohdista kaivataan nopeasti lisää tietoa. Millä kaikilla tavoilla sieni vaikuttaa tartuttamaansa eläinyksilöön ja mitkä seikat lopulta johtavat sairastuneen eläimen kuolemaan? Mikä tekee käärmeistä alttiita sieni-infektioille? Mitkä ovat käärmeiden sienitaudin populaatiotason vaikutukset eri lajeilla? Mitkä ympäristötekijät vaikuttavat sienien infektiodynamiikkaan?

Tarkemman tiedon puuttuessa käärmeiden sienitaudin maailmanlaajuisesta merkityksestä käärmeille ja niiden suojelulle ei ole vielä mahdollista arvioida. Tautiin perehtyvät tutkijat yrittävät luonnollisesti myös etsiä siihen erilaisia parannuskeinoja. Äärimmäisen uhanalaisten käärme populaatioiden ollessa kyseessä yhdenkin käärme yksilön henki on tärkeä; tällöin sairaan eläimen kuntouttaminen terraario-olosuhteissa on yksi hoitovaihtoehto. Jo eläimen yleiskuntoa parantava hoito voi auttaa taudin selättämisessä. Tautia vastaan testatut erilaiset sienimyrkyt eivät ole tähän mennessä tuottaneet haluttuja tuloksia. Kunnes tietoa taudista saadaan enemmän, luonnonvaraisia käärmeitä käsittelevien henkilöiden olisi syytä kiinnittää erityistä huomiota käsien ja välineiden desinfiointiin; lisäksi maastossa ja terraariossa käytettävät varusteet olisi syytä pitää erillään. Sienitaudin leviämisen mahdollisuus pitäisi huomioida myös kansainvälisessä eläinkaupassa, sillä käärmeet voivat olla taudin oireettomia kantajia. Kaiken kaikkiaan tutkijat toivovat käärmeiden julkisen kuvan parantuvan samalla tavalla kuin vaikkapa lepakoiden arvostus on viime aikoina lisääntynyt etenkin niiden tarjoamien ekosysteemi palveluiden rahallisen arvon määrittelyn myötä (esim. Kunz ym. 2011). Näin sekä tavalliset kansalaiset että päättäjät ymmärtäisivät käärmeiden ja muiden matelijoiden suojelun merkityksen, niin käärmeiden sienitaudin kuin muidenkin niitä uhkaavien tekijöiden osalta.

# lähdeluettelo

Allender, M.C., Dreslik, M., Wylie, S., Phillips, C., Wylie, D.B., Maddox, C., Delaney, M.A. & Kinsel, M.J. 2011: *Chrysosporium* sp. infection in eastern massasauga rattlesnakes. *Emerging Infectious Diseases* 17: 2383-2384.

Allender, M.C., Raudabaugh, D.B., Gleason, F.H. & Miller, A.N. 2015: The natural history, ecology, and epidemiology of *Ophidiomyces ophiodiicola* and its potential impact on free-ranging snake populations. *Fungal Ecology* 17: 187-196.

Cheatwood, J.L., Jacobson, E.R., May, P.G., Farrell, T.M., Homer, B.L., Samuelson, D.A. & Kimbrough, J.W. 2003: An outbreak of fungal dermatitis and stomatitis in a free-ranging population of pigmy rattlesnakes (*Sistrurus miliarius barbouri*) in Florida. *Journal of Wildlife Diseases* 39: 329-337.

Clark, R.W., Marchand, M.N., Clifford, B.J., Stechert, R. & Stephens, S. 2011: Decline of an isolated timber rattlesnake (*Crotalus horridus*) population: interactions between climate change, disease, and loss of genetic diversity. *Biological Conservation* 144: 886-891.

Franklinos, L.H.V., Lorch, J.M., Bohuski, E., Rodriguez-Ramos Fernandez, J., Wright, O.N., Fitzpatrick, L., Petrovan, S., Durrant, C., Linton, C., Baláz, V., Cunningham, A.A. & Lawson, B. 2017: Emerging fungal pathogen *Ophidiomyces ophiodiicola* in wild European snakes. *Nature Scientific Reports* 7: 3844.

Kunz, T.H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T. & Fleming, T.H. 2011: Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223: 1-38.

Lorch, J.M., Lankton, J., Werner, K., Falendysz, E.A., McCurley, K. & Blehert, D.S. 2015: Experimental infection of snakes with *Ophidiomyces ophiodiicola* causes pathological changes that typify snake fungal disease. *mBio* 6: e01534-15.

Lorch, J.M., Knowles, S., Lankton, J.S., Michell, K., Edwards, J.L., Kapfer, J.M., Staffen, R.A., Wild, E.R., Schmidt, K.Z., Ballmann, A.E., Blodgett, D., Farrell, T.M., Glorioso, B.M., Last, L.A., Price, S.J., Schuler, K.L., Smith, C.E., Wellehan Jr, J.F.X. & Blehert, D.S. 2016: Snake fungal disease: an emerging threat to wild snakes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 371: 20150457.

# tiivistelmä

Snake fungal disease (SFD) is an emerging threat to wild snakes. First identified in 2006, it is caused by the environmental saprobe *Ophidiomyces ophiodiicola*. The current distribution of SFD is focused on eastern United States, but the fungus has also been diagnosed in wild snakes in Canada and Europe. So far it has been isolated from over 30 different snake species. Several details of the fungus life cycle, environmental and other factors affecting host vulnerability and fungus pathogenicity, and long-term impacts of SFD on snake populations are still unknown. However, SFD poses a serious risk to isolated, small populations of already threatened snake species.

# kirjoittajan yhteystiedot

Pälvi Salo, Hollanterintie 7, 20660 Littoinen, pakisa@utu.fi, 050 533 6193

# KUVAT

Kuva 1a-d: Yhdysvalloista Louisianan osavaltiosta löydetty nuori nauhavesikäärme (*Nerodia fasciata confluens*), joka sairastaa *Ophidiomyces ophiodiicola* -sienen aiheuttamaa käärmeiden sienitautia. Päässä olevan haavauman lisäksi eläimen vartalosta löytyy useita sienen aiheuttamia rupia ja kyhmyjä.

Kuvaaja: Brad M. Glorioso / U.S. Geological Survey

Kuva 2: Sairaasta käärmeestä otetusta näytteestä eristettyä *Ophidiomyces ophiodiicola* -sienen kasvustoa petrimaljassa.

Kuvaaja: C. Schuman. CC-BY-SA-4.0

Kuva 3: *Ophidiomyces ophiodiicola* -sienen rihmastoa lähikuvassa.

Kuvaaja: L. Sigler, C. Gibas. CC-BY-SA-4.0

Kuva 4: Käärmeiden sienitaudin aiheuttamia haavaumia, rupia ja rakkuloita *Hoplocephalus bungaroides* -lajin käärmeellä Adelaiden eläintarhassa Australiassa. Käärmeillä esiintyy myös muita sienitauteja, joten sairaan eläimen diagnoosi varmennetaan usein DNA-testien avulla.

Kuvaaja: Adelaiden eläintarha. CC-BY-SA-4.0

Kuva 5: Pohjois-Amerikassa tavattavan *Coluber constrictor* -lajin käärmeiden sienitaudista kärsivä yksilö. Nuolet osoittavat sienitaudille tyypillisiä haavaumia ja rupia eläimen alaleuassa ja kaulassa.

Kuvaaja: David E. Green / U.S. Geological Survey