

Hevosten hengitystieviroosit Suomessa

Kirjallisuuskatsaus

ELK Krista Pennanen

Lisensiaatin tutkielma

Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto

Eläinlääketieteellinen tiedekunta

Helsingin yliopisto

2015



Tiedekunta - Fakultet - Faculty		Osasto - Avdelning – Department	
Eläinlääketieteellinen tiedekunta		Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto	
Tekijä - Författare - Author			
Krista Pennanen			
Työn nimi - Arbetets titel - Title			
Hevosten hengitystievirukset Suomessa - kirjallisuuskatsaus			
Oppiaine - Läroämne - Subject			
Hevossairaudet			
Työn laji - Arbetets art - Level	Aika - Datum - Month and year	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages	
Lisensiaatin tutkielma	Huhtikuu 2015	43	
Tiivistelmä - Referat – Abstract			
<p>Hevosten hengitystieviruseja esiintyy maailmanlaajuisesti. Ne tarttuvat helposti hevosesta toiseen ja aiheuttavat siten nopeasti laajoja epidemioita. Epidemioiden seurauksena saatetaan joutua perumaan erilaisia hevostapahtumia ja muuttamaan toimintatapoja, minkä takia hengitystieviruseilla on myös taloudellinen merkitys hevososalalle. Hevosten runsas tuonti, vienti ja kilpailumatkustaminen maiden välillä lisäävät hengitystievirusien leviämisen riskiä. Siksi tietoisuutta näistä riskeistä tulisi lisätä. Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on esitellä Suomessa esiintyvät hengitystievirukset ja arvioida kirjallisuuden avulla hengitystievirusien esiintyvyyttä Suomessa. Työssä käsitellään myös hengitystievirusien diagnostiikkaa, rokotuksia ja epidemiologiaa.</p> <p>Tärkeimmät hevosten hengitystievirukset Suomessa ovat influenssavirus, tyyppien 1 ja 4 herpesvirukset ja arteriittivirus, jotka kuuluvat myös kuukausittain ilmoitettaviin eläintauteihin. Todennäköisesti Suomessa esiintyy myös tyyppien 2 ja 5 herpesviruksia, riniitti-, adeno- ja reoviruksia. Tarkkaa tietoa hengitystievirusten esiintyvyydestä Suomessa ei ole, koska aiheesta ei ole tehty kattavaa tutkimusta. Hevosinfluenssan, tyyppien 1 ja 4 herpesvirusten ja arteriittivirusten osalta Evira (Elintarviketurvallisuusvirasto) julkaisee vuosittain todettujen tautien määrät sinne lähetettyjen näytteiden perusteella. Näytteitä lähetetään kuitenkin vuosittain melko vähän, minkä takia näiden virusten esiintyvyyttä Suomessa ei voi täysin luotettavasti arvioida julkaistujen lukujen perusteella. Muiden virusten osalta ei ole olemassa lainkaan julkaistua tietoa niiden esiintyvyydestä Suomessa. Muita viruksia esiintyy kuitenkin ulkomaisen tutkimuksen perusteella maailmanlaajuisesti, joten todennäköisesti niitä esiintyy myös Suomessa.</p> <p>Hengitystievirukset ovat erityisen yleisiä nuorten hevosten keskuudessa, ja nuoret hevoset ovatkin kilpailevien hevosten lisäksi merkittävä ryhmä virusten leviämisen kannalta. Rokotusten avulla voidaan hillitä tyyppien 1 ja 4 herpesvirusten ja influenssavirusten leviämistä, mutta rokotteet eivät anna täyttä suojaa infektioita vastaan. Tämän vuoksi hengitystieviruseja on tärkeä ennaltaehkäistä myös muilla keinoin, kuten hevosten ryhmittelyllä iän ja käyttötarkoituksen mukaan, hoitojärjestyksellä ja hyvällä tallihygienialla. Epäiltäessä tarttuvaa tautia myös nopea diagnostiikka on tärkeää.</p> <p>Tulevaisuudessa Suomessa olisi tarpeen toteuttaa laaja hengitystievirusten esiintyvyyttutkimus, jotta eri hengitystievirusten yleisyydestä saataisiin luotettavaa tietoa. Myös tietoisuutta tarttuvien tautien riskeistä tulisi lisätä hevosharrastajien ja elinkeinonharjoittajien keskuudessa, jotta virusten leviämisen ennaltaehkäisyyn osattaisiin jatkossa kiinnittää entistä enemmän huomiota.</p>			
Avainsanat - Nyckelord - Keywords			
Hevonen, hengitystiet, virus, influenssa, hevosen herpesvirus, arteriittivirus, riniittivirus, adenovirus, reovirus, hendravirus, afrikkalainen hevosrutto, epidemiologia			
Säilytyspaikka - Förvaringställe - Where deposited			
Viikin kampuskirjasto			
Työn johtaja (tiedekunnan professori tai dosentti) ja ohjaaja(t) - Instruktor och ledare - Director and Supervisor(s)			
Työn johtaja: Dosentti Marja Raekallio Työn ohjaaja: ELT Anna Mykkänen			

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 KIRJALLISUUSKATSAUS	2
2.1 Yleistä	2
2.1.1 Hengitystievirosien merkitys	2
2.1.2 Hengitystievirosien oireet	3
2.1.3 Hengitystievirosien diagnostiikka	4
2.1.3.1 Hematologia	4
2.1.3.2 Näytteenotto ja näytteiden lähetys	6
2.1.3.3 Serologia	7
2.1.3.4 Polymeerasiketjureaktio (PCR)	7
2.1.3.5 Viruseristys	8
2.1.3.6 Täydentävät tutkimukset	9
2.1.4 Hengitystievirosien hoito	9
2.2 Hevosten hengitystievirosit patogeeneittain	11
2.2.1 Hevosinfluenssa	11
2.2.1.1 Influenssaviruksen ominaisuudet	11
2.2.1.2 Influenssaviruksen patogeneesi	12
2.2.1.3 Hevosinfluenssan oireet	13
2.2.1.4 Hevosinfluenssan hoito	15
2.2.1.5 Hevosinfluenssan epidemiologia ja ennaltaehkäisy	16
2.2.2 Herpesvirukset	18
2.2.2.1 Herpesvirusten ominaisuudet	18
2.2.2.2 Herpesvirusten 1 ja 4 patogeneesi	19
2.2.2.3 Herpesvirusten 2 ja 5 patogeneesi	20
2.2.2.4 Herpesvirusten 1 ja 4 aiheuttamat oireet	20
2.2.2.5 Herpesvirusten 2 ja 5 aiheuttamat oireet	21
2.2.2.6 Herpesvirustartunnan hoito	23
2.2.2.7 Herpesvirusten epidemiologia ja ennaltaehkäisy	24
2.2.3 Arteriittivirus	25
2.2.3.1 Arteriittiviruksen ominaisuudet	25

2.2.3.2	<i>Arteriittiviruksen patogeneesi</i>	25
2.2.3.3	<i>Virusarteriitin oireet</i>	26
2.2.3.4	<i>Virusarteriitin hoito ja ennaltaehkäisy</i>	27
2.2.4	Riniittivirukset	28
2.2.4.1	<i>Riniittivirusten ominaisuudet</i>	28
2.2.4.2	<i>Riniittivirusten patogeneesi</i>	28
2.2.4.3	<i>Riniittivirustartunnan oireet</i>	29
2.2.4.4	<i>Riniittivirustartunnan hoito ja ennaltaehkäisy</i>	29
2.2.5	Muut hevosten hengitystievirukset	29
2.2.5.1	<i>Adenovirukset</i>	30
2.2.5.2	<i>Reovirukset</i>	30
2.2.5.3	<i>Hendravirus</i>	31
2.2.5.4	<i>Afrikkalainen hevosrutto</i>	32
2.3	Hengitystieviroosit Suomessa.....	33
2.3.1	Hevosten rokotukset Suomessa	35
2.3.1.1	<i>Influenssarokotus</i>	36
2.3.1.2	<i>Herpesrokotus</i>	37
2.4	Epidemioiden ennaltaehkäisy ja toiminta epidemiatilanteessa.....	38
2.4.1	Taudinpurkausten ennaltaehkäisy.....	38
2.4.2	Toiminta epidemiatilanteessa	39
3	POHDINTA	40
4	LÄHDELUETTELO	43

1 JOHDANTO

Hevosten hengitystieviroosit on merkittävä hevosten sairausryhmä kaikkialla maailmassa. Hevosten runsas tuonti, vienti ja kilpailumatkustaminen lisäävät entisestään hengitysviroosien tartuntariskiä. Virusten aiheuttamista sairastumisista ja epidemioista voi aiheutua suuriakin taloudellisia tappioita hevosten valmennus- ja kilpailutaukojen sekä kokonaisten kilpailujen peruuntumisten vuoksi (teoksessa Morley & Pusterla 2014).

Hengitystieviroosien esiintyvyydestä tutkimuksia on tehty jonkin verran ulkomailla (Diaz-Mendez ym. 2010, Pusterla ym. 2011, McBrearty ym. 2013). Eniten löytyy Yhdysvalloissa, Kanadassa ja Uudessa Seelannissa tehtyjä tutkimuksia. Suomessa varsinaisia esiintyvyydestä tutkimuksia ei ole tähän mennessä tehty, eikä hengitystieviroosien esiintyvyydestä Suomessa ole tarkkaa tietoa. Elintarviketurvallisuusvirasto (Evira) julkaisee vuosittain Eläintaudit Suomessa – julkaisun, jonka tiedot perustuvat Eviraan lähetettyjen näytteiden tutkimustuloksiin. Julkaisusta voi saada suntaa antavaa tietoa hengitystieviroosien esiintyvyydestä, mutta hevosten hengitystieviroosien yleisyyttä Suomessa ei voi arvioida täysin luotettavasti näiden tietojen perusteella, koska Eviraan lähetetään vuosittain vain vähän hevosten hengitystienäytteitä (Evira 2012c).

Jotta tietoa saataisiin enemmän, Evira käynnisti vuoden 2012 loppupuolella yhteistyössä Suomen Hippoksen ja Helsingin yliopiston kanssa hieman yli vuoden pituisen hankkeen ”Tarttuvien tautien hallinta hevostalouden tukena”, jonka tavoitteena oli selvittää tarkemmin tarttuvien tautien esiintyvyyttä Suomessa. Tutkimus kohdistui erityisesti tuontihevosiin ja siitosoreihin, mutta eläinlääkäreitä pyydettiin lähettämään näytteitä myös Suomessa asuvista sairastuneista hevosista (Evira 2015a). Hanke lisäsi selvästi Eviraan lähetettyjen hevosenäytteiden määrää (Evira 2014a). Tulevaisuudessa tavoitteena on kehittää hevostautien seurantarjestelmä ja tautivastustusohjelma (Evira 2015a).

Hevosala on kasvava ala Suomessa, ja Suomeen tuodaan paljon hevosia ulkomailta (Hippolis ym. 2015), mikä lisää uusien taudinaiheuttajien Suomeen leviämisen riskiä. Lisäksi Suomesta lähtee säännöllisesti hevosia kilpailumatkoille ulkomaille. Tämän takia on tärkeää lisätä tietoisuutta hevosten tarttuvista taudeista ja kiinnittää huomiota

hevosten tuontiin ja matkustamiseen liittyviin riskeihin. Myös Suomen rajojen sisällä tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota tartuntatautien leviämisen ehkäisyyn päivittäisillä toimintatavoilla hevostalleilla.

Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on koota tietoa hevosten hengitystieviruseista ja arvioida niiden esiintyvyyttä ja merkitystä Suomessa. Työssä käsitellään myös hengitystievirusten diagnostiikkaa sekä lyhyesti rokotuksia ja epidemiatilanteiden hallintaa, joten työ voi toimia myös oppaana eläinlääkäreille näissä tilanteissa.

Työssä käsitellään kaikkia Suomessa tällä hetkellä esiintyviä hengitystievirusia ja niiden ominaisuuksia, patogeneesiä, tyypillisiä oireita, hoitoa sekä epidemiologiaa ja ennaltaehkäisyä. Lisäksi työssä esitellään hendravirus ja afrikkalainen hevusruttovirus, joita ei esiinny Suomessa, mutta joiden aiheuttama taudinkuva on vakava, minkä takia virukset sisällytettiin työhön.

Kirjallisuuskatsaus jakautuu kolmeen osaan. Kirjallisuuskatsauksen alussa käsitellään yleisesti hengitystievirusten merkitystä, oireita, diagnostiikkaa ja hoitoa. Toisessa osiossa käsitellään hengitystievirusten aiheuttajapatogeenit yksityiskohtaisemmin, ja lopuksi tarkastellaan Suomen tilannetta, rokotuksia sekä toimintaa epidemiatilanteessa.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Yleistä

2.1.1 Hengitystievirusten merkitys

Hengitystievirukset ovat yksi yleisimmistä sairauksista hevosilla kaikkialla maailmassa (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Niiden merkitys hevosostaloudelle on suuri, koska hengitystieinfektiot voivat aiheuttaa pitkiä harjoitus- ja kilpailutaukoja (Mumford ym. 1998). Akuutin hengitystievirusepidemian seurauksena voidaan jopa joutua perumaan kokonaisia kilpailuja (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Etenkin nuorten hevosten keskuudessa hengitystievirusinfektiot ovat yleisiä (Pusterla ym. 2011, Carlson ym.

2013), ja erään australialaisen tutkimuksen mukaan yskä ja sierainvuoto olivat yleisempiä syitä, miksi 2- ja 3-vuotiaat laukkahevoset joutuivat kokonaan tai osittain pois valmennuksesta (Bailey ym. 1999). Toisen tutkimuksen mukaan hengitystieviroosit ovat eläinlääkäreiden luokitteluun toiseksi tärkein aikuisten hevosten sisätautinen sairausryhmä ähkyjen jälkeen (Traub-Dargatz ym. 1991).

Tärkeimpiin hevosten hengitystieinfektioita aiheuttaviin viruksiin kuuluvat influenssa-, herpes- ja arteriittivirukset (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Muita hengitystievirooseja aiheuttavia patogeeneja ovat riniitti-, adeno-, reo- ja hendravirukset sekä afrikkalainen hevosruttovirus (teoksessa Browning 1996, teoksessa Wood ym. 2007, teoksessa Savage ym. 2013, teoksessa Morley & Pusterla 2014).

Hengitystieviroosit ovat merkittäviä myös niistä mahdollisesti aiheutuvien jälkitautilien vuoksi. Esimerkiksi herpesviruksen on todettu olevan joissakin tapauksissa yhteydessä tulehdukselliseen hengitystiesairauteen (IAD, inflammatory airway disease) (Wood ym. 2005). Hevosinfluenssan jälkitauteina voi esiintyä bakteriellia keuhkokuumeita tai sydänlihastulehdus (katsauksessa Myers & Wilson 2006). Lisäksi osa hengitystievirusista voi aiheuttaa muitakin kuin hengitystieoireita, kuten herpesvirukset, jotka voivat aiheuttaa abortteja ja neurologisia oireita, tai arteriittivirus, joka voi myös aiheuttaa abortteja (teoksessa Morley & Pusterla 2014).

Suomeen tuodaan paljon hevosia ulkomailta, mikä lisää hengitystieviroosien leviämisen riskiä. Esimerkiksi vuonna 2014 Suomeen tuotiin miltei 1300 hevosta ja ponia muista maista (Hippolis ym. 2015).

2.1.2 Hengitystieviroosien oireet

Hengitystieviroosien oireet ovat useimmiten melko samanlaiset riippumatta siitä, mikä taudinaiheuttaja on kyseessä (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Yleisimpiin oireisiin kuuluu mukopurulentti sierainvuoto sekä osassa tapauksista myös yskä. Sierainvuoto on usein aluksi kirkasta, minkä jälkeen se muuttuu paksummaksi (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Kanadan Ontariossa tehdyssä kahden vuoden hengitystieinfektioiden seuranta-tutkimuksessa yleisimpiä oireita olivat kova, kuiva yskä sekä kirkas sierainvuoto (Diaz-Mendez ym. 2010). Osalla seuranta-tutkimuksen hevosista oli kuitenkin myös limaista tai märkäistä sierainvuotoa. 29 hevosella 86:sta oli tihentynyt hengitys, mutta vain 18:lla oli yli 39 °C kuumetta. Vielä pienemmällä osalla hevosista

oli suurentuneet leuanalusimusolmukkeet tai silmävuotoa. Noin neljäsosa oireilevista hevosista oli apaattisia ja huonosyöntisiä ja muutamalla oli lihaskipuja (Diaz-Mendez ym. 2010). Morleyn ja Pusterlan mukaan (2014) monet hevoset ovat kuitenkin miltei oireettomia tai oireilevat vain lievästi hengitystievroosin aikana. Näin voi olla etenkin, jos kyseessä on vanhempi hevonen, jolla on jo vastustuskykyä taudille (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Vaikka keuhkokuumetta voi esiintyä jälkitautina etenkin hevosinfluenssan aiheuttaessa epidemioita vastustuskyvyttömille populaatioille (Begg ym. 2011), useimmissa hengitystievrooseissa keuhkokuume on harvinainen komplikaatio (teoksessa Morley & Pusterla 2014).

2.1.3 Hengitystievroosien diagnostiikka

Usein diagnoosi hengitystievroosista tehdään ainoastaan oireiden ja anamneesin perusteella ja tautia hoidetaan oireenmukaisesti (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Kuitenkin tarkka ja nopea diagnoosi olisi tärkeä tieto, jotta osattaisiin ryhtyä oikeisiin toimenpiteisiin epidemian rajoittamiseksi (teoksessa Morley & Pusterla 2014, Galvin ym. 2014).

Virusinfektio voidaan diagnosoida toteamalla virus esimerkiksi polymeerasiketjureaktiolla (PCR) tai viruseristyksellä tai toteamalla viruksen aiheuttama vasta-aineiden nousu seerumissa pariseeruminäytteiden avulla (Evira 2014e). Suomessa Evira tutkii hevosten virusnäytteet influenssaviruksen, tyyppien 1 ja 4 herpesvirusten ja arteriittiviruksen varalta. Evira käyttää menetelminä PCR-menetelmää, viruseristystä ja vasta-ainetutkimusta pariseeruminäytteistä (Evira 2014e).

2.1.3.1 Hematologia

Hematologian avulla saadaan selville taudin alkuvaiheessa, onko kyse tulehduksellisesta vai ei-tulehduksellisesta taudista (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Paras ajankohta verinäytteen otolle on kuumejakson ensimmäinen vuorokausi (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Mieluiten näytteenotto uusitaan tämän jälkeen vielä muutaman kerran, koska valkosoluvaste on vain hetkellinen, eikä sitä välttämättä huomata, jos otetaan vain yksi näyte (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Selkeimmät löydökset virusinfektion alkuvaiheessa ovat lymfopenia, lievä normosyyttinen ja normokrominen anemia sekä joillakin hevosilla lievä trombosytopenia (Gross ym.

1998, teoksessa Morley & Pusterla 2014). Myös neutrofiilien ja monosyyttien tasot voivat hieman laskea, mutta ne pysyvät yleensä viiterajoissa (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Lymfosyytit ovat matalimmillaan noin päivinä 4-8 ja neutrofiilit noin päivänä 4 (Gross ym. 1998). Yleensä fibrinogeeni nousee hieman (teoksessa Morley & Pusterla 2014) ollen korkeimmillaan noin viikon kuluttua infektion alkamisesta (Gross ym. 1998). Esimerkiksi Grossin ym. (1998) tekemässä tutkimuksessa lymfosyytit olivat alimmillaan keskimäärin $3,6 \times 10^9/l$, kun lymfosyytit ennen infektiota olivat keskimäärin tasolla $5,2 \times 10^9/l$. Neutrofiilit taas olivat alimmillaan $1,9 \times 10^9/l$, kun ne ennen infektiota olivat keskimäärin $3,7 \times 10^9/l$, ja fibrinogeeni oli korkeimmillaan keskimäärin 7,4 g/l, kun se ennen infektiota oli keskimäärin 3,0 g/l (Gross ym. 1998).

Myös seerumin amyloidi-A (SAA) nousee infektion akuutissa vaiheessa (Hultén ym. 1999). SAA nousee aikaisemmassa vaiheessa infektiota kuin fibrinogeeni, eli ensimmäisten 48 tunnin aikana oireiden alkamisesta. Hultén ym. (1999) totesivat, että SAA oli suurimmalla osalla influenssavirustartunnan saaneista hevosista alle 50 mg/l ensimmäisten 48 tunnin aikana, mutta kuitenkin yli viiterajan. Heidän aineistossaan korkeimmat SAA-arvot ensimmäisten 48 tunnin aikana olivat jopa 401-450 mg/l. Komplisoitumattomissa tapauksissa SAA palautuu lähtötasolle 11-22 päivän kuluessa (Hultén ym. 1999). SAA:n todettiin myös nousevan sitä korkeammalle, mitä vakavammat oireet olivat (Hultén ym. 1999).

Valkosolujen lukumäärät normalisoituvat muutaman päivän sisällä, ja akuutin vaiheen jälkeen havaitaan usein ohimenevä lievä monosytoosi ja suhteellinen lymfosytoosi (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Grossin ym. (1998) tekemässä tutkimuksessa neutrofiilit olivat hieman koholla päivinä 14-21 infektion jälkeen ja olivat taas laskussa päivänä 28. Lymfosytoosi havaittiin tutkimuksessa päivänä 14, ja lymfosyytit kääntyivät laskuun hieman aiemmin kuin neutrofiilit.

Jos hevoselle kehittyy sekundaarinen bakteriellinen keuhkokuume, havaitaan verinäytteissä vielä selkeämpi leukosytoosi, selvä fibrinogeenin nousu ja hyperglobulinemia (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Vakavissa tapauksissa voi kehittyä neutropenia ja epäkypsiä neutrofiilien määrä lisääntyy valkosolujen erittelylaskennassa (katsauksessa Harless & Pusterla 2006).

2.1.3.2 Näytteenotto ja näytteiden lähetys

Eviran suositus on, että akuutisti oireilevasta hevosesta otettaisiin näytteet sekä virusosoitusta että vasta-ainemääritystä varten mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Toinen verinäyte vasta-ainemääritystä varten lähetetään 2-3 viikkoa myöhemmin (Evira 2014e). Virusosoitusta varten tarvitaan sierainlima-, sidekalvo- tai keuhkokuuhtelunestenäyte. Näyte tulisi ottaa taudin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jolloin hevonen vielä erittää virusta, ja virus on siten todettavissa (Evira 2014e). Esimerkiksi Influenssaviruksen erityksessä kestää yleensä 7-10 päivää, mutta osittain puolustuskykyisillä hevosilla se saattaa kestää vain 1-2 päivää (Mumford ym. 1994, katsauksessa Cullinane & Newton 2013).

Eviran (2014e) näytteenotto-ohjeiden mukaan ennen näytteenottoa tulee puhdistaa sieraimet näkyvästä liasta, minkä jälkeen näyte otetaan virusnäytteenottoon tarkoitetulla nukkatikulla. Näyte olisi hyvä ottaa molemmista sieraimista ja mahdollisimman syvältä sierainontelon limakalvolta. Vaihtoehtoisesti, jos nukkatikkuja ei ole saatavilla, voidaan näytteenotossa käyttää tavallisia steriilejä pumpulipuikkoja. Tällöin tulee kuitenkin käyttää kolme puikkoa, jotta näytettä saadaan tarpeeksi. Silti virusosoituksen herkkyys voi alentua (Evira 2014e). Näytteet lähetetään laboratorioon virusnäytteille tarkoitetussa kuljetusputkessa (esimerkiksi UTM-RT tai Virocult), mutta myös steriili tyhjä putki käy, kuten lisäaineeton seerumiputki tai maitoputki. Bakteerinäytteille tarkoitettua putkea ei tule käyttää. Näytteet lähetetään mielellään kylmäkuljetuksena (Evira 2014e).

Joidenkin lähteiden mukaan syväselvitysnäyte hevosen nenänielusta on kuitenkin sierainlimanäytettä hyödyllisempi (katsauksessa Harless & Pusterla 2006, Paillot ym. 2013). Syväselvitysnäyte otetaan siihen erikseen tarkoitetulla, noin 40 cm pitkällä näytteenottotikulla hevosen sieraimen kautta (Paillot ym. 2013). Itse näytteenottotikun ympärillä on kuminen suoja, jonka alta näytteenottotikku työnnetään esille ja otetaan näyte, kun ollaan tarpeeksi syvällä nenänielussa. Näytteenottotikku vedetään pois nenänielusta kumisen suojan sisällä (Mykkänen, henkilökohtainen tiedonanto). Paillot ym. (2013) havaitsivat, että syväselvitysnäytteen avulla näytteeseen saatiin huomattavasti enemmän viruspartikkeleita kuin sierainlimanäytteellä, ja virus pystyttiin toteamaan usempana päivänä, kun käytettiin syväselvitysnäytettä: Yhdellä ponilla virus todettiin ainoastaan syväselvitysnäytteellä, ja toisella ponilla virus pystyttiin toteamaan 7 päivänä syväselvitysnäytteellä, mutta vain yhtenä päivänä sierainlimanäytteellä.

Pariseeruminäytteet otetaan seerumiputkeen, jossa ei ole hyytymisen estävää ainetta, tai erityiseen geeliputkeen, ja näytteet otetaan mieluiten vakuumitekniikalla. Hemolyysi tekee seerumin tutkimuskelvottomaksi. Punasolut voidaan erottaa näytteestä joko sentrifugoimalla tai seisottamalla näytettä ensin vuorokauden jääkaapissa, minkä jälkeen seerumi voidaan pipetoida lähetysputkeen. Kaikkien näytteiden mukana tulee olla lähete, jossa kuvaillaan hevosen perustietojen lisäksi taudin kulku ja rokotustiedot (Evira 2014e).

2.1.3.3 Serologia

Serologian avulla voidaan mitata virukselle spesifin vasta-ainetason nousua veressä (Evira 2014b). Serologiaa varten tarvitaan niin sanotut pariseeruminäytteet, eli ensimmäinen seeruminäyte otetaan mahdollisimman pian infektion jälkeen akuutissa kuumevaiheessa, ja toinen näyte kaksi tai kolme viikkoa myöhemmin (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Jos vasta-ainetaso nousee vähintään nelinkertaiseksi ensimmäiseen näytteeseen verrattuna, viittaa löydös ensimmäisen näytteen aikaiseen virusinfektioon (Evira 2014b). Yksittäisestä seeruminäytteestä ja siitä mitatuista vasta-aineista ei ole hyötyä diagnoosiin pääsyssä, koska hevosella voi olla vasta-aineita aiemmin sairastetusta taudista, oireettomasta tartunnasta tai rokotuksesta (Evira 2014b).

2.1.3.4 Polymeraasiketjureaktio (PCR)

PCR on menetelmä, jolla voidaan monistaa haluttua viruksen DNA-jaksoa entsyymaattisesti (teoksessa Hedman & Vainionpää 2007). DNA:n monistuksen jälkeen DNA voidaan todeta esimerkiksi geelielektroforeesin tai hybridisaatiomenetelmän avulla (teoksessa Hedman & Vainionpää 2007). RNA-viruksen ollessa kyseessä RNA muutetaan ensin käänteiskopioijaentsyymien avulla komplementaariseksi DNA:ksi, minkä jälkeen sitä voidaan monistaa (teoksessa Hedman & Vainionpää 2007). PCR-menetelmän etu on sen nopeus, ja se onkin Evirassa ensisijainen virusosoitusmenetelmä (Evira 2014b). Oikean diagnoosin saamiseksi on kuitenkin tärkeää, että näyte otetaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tautia, koska hevonen erittää virusta vain tartunnan alkuvaiheessa (Evira 2014b).

PCR-menetelmän etuna on myös sen suuri herkkyys (teoksessa Hedman & Vainionpää 2007). Tämä voi kuitenkin joissakin tilanteissa aiheuttaa myös vääriä positiivisia

tuloksia (teoksessa Hedman & Vainionpää 2007). Se voi johtua esimerkiksi aikaisempien monistustuotteiden joutumisesta seuraaviin näytteisiin tai näytteenotossa tapahtuneesta kontaminaatiosta (teoksessa Hedman & Vainionpää 2007). Positiivinen PCR-tulos ei aina kerro aktiivisesti replikoituvasta viruksesta senkään takia, että herkimvät PCR-menetelmät tunnistavat myös viruksen osia (Galvin ym. 2014). Eräissä tutkimuksissa havaittiin, että PCR-tulos oli positiivinen paljon pidempään, kuin mitä influenssavirus todennäköisesti tarttuu hevosesta toiseen (Read ym. 2011). Toisaalta tulos voi olla väärä negatiivinen, jos näyte otetaan liian myöhään eikä hevonen enää eritä virusta (Evira 2014b).

2.1.3.5 Viruseristys

Viruseristyksessä virus lisääntyy ensin soluviljelmässä, minkä jälkeen se tunnistetaan (teoksessa Hedman & Vainionpää 2007). Eri virukset lisääntyvät erilaisissa solutyypeissä, joten soluviljelmät valitaan sen mukaan, mitä viruksia epäillään (teoksessa Hedman & Vainionpää 2007). Esimerkiksi hevosinfluenssavirus lisääntyy kananmunissa (Evira 2012a). Viljelyn jälkeen virus voidaan tunnistaa esimerkiksi sen aiheuttaman solutuhon (cytopathic effect, CPE) perusteella, koska eri virukset aiheuttavat soluviljelmään kullekin virukselle ominaisen solutuhon (teoksessa Hedman & Vainionpää 2007).

Viruseristys on erittäin spesifi menetelmä viruksen osoitukseen, mutta sen haittapuolena on menetelmän hitaus, sillä viljelyssä voi kulua viikko tai enemmän (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Siksi se ei ole kovin käyttökelpoinen menetelmä esimerkiksi epidemiatilanteissa, jolloin nopea diagnoosi on tärkeä (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Lisäksi näytteet tulee ottaa tarpeeksi aikaisessa vaiheessa tartuntaa, koska hevoset erittävät virusta vain tartunnan alussa (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Joissakin tutkimuksissa viruseristuksen on todettu olevan melko epäherkkä menetelmä (Galvin ym. 2014, teoksessa Morley & Pusterla 2014). Galvin ym. (2014) totesivat myös, että esimerkiksi influenssaviruksen jotkin kannat ovat helpommin eristettävissä kuin toiset.

2.1.3.6 Täydentävät tutkimukset

Joissakin tapauksissa voi olla hyödyllistä käyttää täydentäviä diagnostiikkamenetelmiä kuten röntgeniä, ultraääntä tai tähystystä, vaikka nämä eivät ole yleisesti käytössä komplisoitumattoman virusinfektion tutkimuksissa (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Kokeellisten influenssainfektioiden yhteydessä Gross ym. (1998) havaitsivat ultraäänellä selvää keuhkojen pintaosien tiivistymistä, joka kuitenkin poistui ilman hoitoa tai komplikaatioita. Tähystyksessä hevosilla todettiin lievää nielun ja alahengitysteiden punoitusta ja hengitysteissä oli limaista eritettä. Henkitorven huuhtelunäytteissä oli kohonnut soluluku sekä huomattava neutrofilia. Muutokset olivat selkeimmät ensimmäisen viikon ajan infektion alkamisesta (Gross ym. 1998).

2.1.4 Hengitystieviroosien hoito

Hengitystieviroosit ovat yleensä itsestään rajoittuvia ja niiden hoito on oireenmukaista. Morleyn ja Pusterlan (2014) teoksen mukaan useimmissa tapauksissa selvä oireiden lieventyminen on havaittavissa noin viikon sisällä. Tärkeintä on lepo, raikkaan veden rajaton saanti ja hyvälaatuinen rehu. Talli-ilman puhtaus ja pölyttömyys on myös tärkeää paranemisen kannalta, koska se vähentää sekundaarisen keuhkoputkentulehduksen ja nielutulehduksen riskiä (teoksessa Morley & Pusterla 2014).

Hengitystieviroosien hoidossa taudin jälkeisen lepoajan tulee olla riittävän pitkä. Nyrkkisääntönä voidaan pitää yhtä lepoviikkoa jokaista kuumepäivää kohti, kuitenkin vähintään kahden viikon lepoaika on suositeltava, minkä jälkeen palataan vähitellen takaisin normaaliin rasiinukseen (teoksessa Wood ym. 2007). Lepoajan pituudessa tulisi aina muistaa se, että virusinfektion mahdollisesti aiheuttamat patologiset muutokset hengitysteissä voivat kestää huomattavasti pidempään kuin havaittavat kliiniset oireet (Willoughby ym. 1992). Willoughby ym. (1992) havaitsivat, että etenkin hevosinfluenssan seurauksena hengitysteiden puhdistuminen voi olla huomattavasti heikentynyttä värekarvallisen epiteelin tuhoutumisen seurauksena jopa 30 päivän ajan, mikä on paljon pidempi aika kuin mitä hevosinfluenssan kliiniset oireet ovat havaittavissa.

Gross ym. (1998) jakoivat kahdeksan kokeellisesti influenssaviruksella infektoidua hevosta kahteen ryhmään. Toinen ryhmä jatkoi rasiinusta infektion aikana ja toisen

ryhmän annettiin levätä. Rasitusta jatkaneiden hevosten oireet olivat vakavammat kuin levänneiden hevosten, mutta oireiden kestossa ei ollut eroa. Myös rasitusta jatkaneet hevoset paranivat ilman komplikaatioita, mutta ne laihtuivat selvästi enemmän infektion aikana kuin levänneet hevoset. Rasitusta jatkaneen ryhmän hevosilla valkosolut laskivat hieman enemmän infektion ensimmäisinä päivinä. Tämä tutkimus kuitenkin tehtiin melko pienellä aineistolla, kummassakin ryhmässä oli neljä hevosta, ja oireita olisi pitänyt seurata vielä pidempään, jotta rasituksen pitkäaikaisvaikutukset olisivat selvinneet. Lisäksi tutkimuksessa käytetty rasitustaso oli kohtalainen, joten seuraukset olisivat voineet olla vakavammat, jos rasitustasoa olisi nostettu (Gross ym. 1998).

Tulehduskipulääkkeitä voidaan käyttää kuumevaiheen aikana (teoksessa Wood ym. 2007), ja niiden käyttö voi alentaa kuumetta ja helpottaa hevosen oloa (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Sitä ei kuitenkaan tiedetä, vaikuttaako tulehduskipulääkkeiden käyttö taudin pituuteen, ja todennäköisesti hengitystieviroosit paranevat myös ilman lääkettä, ainakin jos ei ilmene komplikaatioita (teoksessa Morley & Pusterla 2014).

Mikrobilääkkeiden käytölle ei ole perusteita, jos kyseessä on primaari virusinfektio (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Eviran julkaiseman mikrobilääkkeiden käyttösuosituksen mukaan ensisijainen hoito on lepo ja tukihoido. Toissijaisena hoitona mainitaan G-penisilliini ja trimetopriimi-sulfonamidit, ja mikrobilääke tulisi valita henkitorven huuhtelunäytteen perusteella (Evira 2009). Tämä tulee kyseeseen siinä tapauksessa, että hevosella epäillään kehittyneen sekundaarinen bakteeritulehdus. Suosituksessa mainitaan myös, että etenkin nuorilla hevosilla tartunnat ovat usein lieväoireisia ja pitkäkestoisia, jopa 2-3 kuukautta ja että mikrobilääkitys tehoaa usein huonosti näihin infektioihin. Tärkein hoitomuoto näissä tapauksissa on lepo (Evira 2009).

Maailmalla on käytössä inaktivoitu Parapox Ovis –virus (iPPVO) –immunomodulaattori, jonka tarkoituksena on tehostaa hevosen immuunipuolustuksen toimintaa (katsauksessa Paillot 2013). Valmiste on käytössä myös Suomessa, mutta se on erityisluvallinen (Fimea 2015). Immunomodulaattori annostellaan lihaksensisäisenä pistoksena kolme kertaa yhdeksän päivän sisällä. Immunomodulaattoria voidaan käyttää joko infektioiden ennaltaehkäisyssä esimerkiksi stressaavissa tilanteissa tai muun hoidon ohella infektioiden hoidossa (katsauksessa Paillot 2013). Paillotin katsauksen (2013) mukaan iPPVO-immunomodulaattorista on osittain ristiriitaista tutkimustietoa,

mutta pääasiassa tulokset näyttävät melko lupaavilta hengitystietulehdusten oireiden lieventämisessä. Etenkin herpesvirusinfektion oireiden on todettu lieventyneen immunomodulaattorin käytön myötä, ja immunomodulaattorin käytöstä on todettu hyötyä esimerkiksi stressaavien kuljetusten yhteydessä. iPPVO-immunomodulaattori ei kuitenkaan täysin estä infektoita (katsauksessa Paillot 2013).

2.2 Hevosten hengitystieviroosit patogeneittain

2.2.1 Hevosinfluenssa

Joidenkin lähteiden mukaan hevosinfluenssa on hevosten yleisin hengitystieviroosi (Mumford ym. 1998, teoksessa Townsend 2003). Sitä esiintyy kaikkialla maailmassa paitsi muutamissa saarivaltioissa, kuten Uudessa Seelannissa ja Islannissa (Gildea ym. 2011). Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa hevosinfluenssa on endeeminen (katsauksessa Cullinane & Newton 2013). Myös Australia oli vapaa influenssasta vuoteen 2007 saakka, jolloin siellä esiintyi ensimmäinen influenssaepidemia (Patterson-Kane ym. 2008). Suomessa viimeisin hevosinfluenssaepidemia todettiin talvella 2008 (Evira 2012a). Hevosinfluenssa kuuluu kuukausittain ilmoitettaviin eläintauteihin (Evira 2014d).

2.2.1.1 Influenssaviruksen ominaisuudet

Influenssavirus on ortomyksovirusiin kuuluva vaipallinen RNA-virus, jonka perimä on jakautunut kahdeksaan segmenttiin (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Influenssavirukset jaetaan kolmeen tyyppiin A, B ja C, joista ainoastaan A-tyypin influenssavirukset infektoivat hevosia (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Tyypit A, B ja C eroavat toisistaan virusten sisäisten rakenneproteiinien erilaisuuden perusteella (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Viruksen pintaproteiinit, hemagglutiniini ja neuraminidaasi, määrittävät influenssaviruksen alatyypin (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Pintaproteiinit ovat tärkeässä osassa viruksen patogeneesissä (katsauksessa Myers & Wilson 2006) ja elimistön muodostamat vasta-aineet kiinnittyvät näihin pintaproteiineihin, jotka toimivat viruksen antigeeneinä (katsauksessa Landolt 2014). Hevosilla on tunnistettu tähän mennessä kaksi influenssaviruksen alatyyppeä, H7N7 (A1) ja H3N8 (A2) (katsauksessa Landolt 2014). Vuoden 1979 jälkeen kaikki

taudinpurkauksia aiheuttaneet influenssavirukset ovat kuitenkin olleet alatyyppejä H3N8 (katsauksessa Cullinane & Newton 2013). H3N8 jakautuu edelleen eurooppalaiseen ja amerikkalaiseen linjaan (katsauksessa Cullinane & Newton 2013). Amerikkalainen linja on pääasiassa aiheuttanut viime vuosien taudinpurkaukset (Evira 2012a).

2.2.1.2 Influenssaviruksen patogeneesi

Influenssavirus tarttuu hevosesta toiseen pisaratartuntana, ja virus leviää hengityksen mukana hevosen ylä- ja alahengitysteihin (katsauksessa Myers & Wilson 2006). Virus tarttuu erittäin herkästi, ja suorien kontaktien lisäksi influenssavirus tarttuu kontaminoituneiden esineiden ja vaatteiden välityksellä (katsauksessa Cullinane & Newton 2013). Taudin inkubaatioaika on 24-48 tuntia (teoksessa Morley & Pusterla 2014), ja hevonen erittää influenssavirusta 7-10 päivän ajan (katsauksessa Cullinane & Newton 2013). Osittain puolustuskykyisillä hevosilla viruseritys voi kuitenkin olla selvästi lyhyempi, vain 1-2 päivää (Mumford ym. 1994, katsauksessa Cullinane & Newton 2013).

Hengitysteihin päästyään virukset pääsevät ensin vain hengitysteiden limakalvoja peittävän limakerroksen pinnalle, eivätkä vielä kosketuksiin epiteelisolujen kanssa (katsauksessa Myers & Wilson 2006). Influenssaviruksen neuraminidaasi kuitenkin rikkoo limakerroksen rakenteen, jos infektiannon on tarpeeksi suuri. Epiteelisolujen pinnalle päästyään influenssaviruksen hemagglutiniini sitoutuu epiteelisolun reseptoriin, ja virus pääsee solun sisälle endosytoosin avulla. Solun sisällä virus replikoituu, ja uudet virionit vapautetaan infektoituneesta solusta takaisin hengitysteihin. Hengitysteissä uudet virukset leviävät edelleen ja infektoivat uusia soluja (katsauksessa Myers & Wilson 2006).

Muranaka ym. (2012) tutkivat influenssaviruksen aiheuttamia patologisia muutoksia hevosilla, jotka oli kokeellisesti infektoitu influenssaviruksella. Hevoset lopetettiin päivinä 2, 3, 7 ja 14 ja hengitysteiden patologiset muutokset tutkittiin. Influenssavirus aiheutti sitä laajempaa ja selkeämpää solutuhhoa, mitä pidemmälle tartunta oli edennyt. Solutuhhoa tapahtui kaikkialla hengitysteissä, mutta tartunnan alkuvaiheessa solutuhon pääpaino oli ylähengitysteissä ja henkitorvessa, ja tartunnan edetessä selkeää solutuhhoa havaittiin myös keuhkojen ilmatiehyissä ja alveoleissa. Muranakan ym. (2012) löydöksiin kuuluivat värekarvallisen epiteelin tuhoutuminen, epiteelin rappeuma tai

kuolio, epiteelin liikakasvu tai lieriöepiteelin korvautuminen kerrostuneella epiteelillä, pikarisolujen väheneminen sekä lymfosyyttien ja neutrofiilien kertyminen kudoksiin. Ilmatiehyissä ja alveoleissa havaittiin myös petekkioita ja alveoleissa makrofagien lisääntymistä. Silminnähtävästi oli havaittavissa merkkejä sekundaarisesta bakteeri-infektiosta, kuten mukopurulenttia eritettä alahengitysteissä. Merkkejä bakteeri-infektiosta ei kuitenkaan ollut influenssatartunnan ensimmäisinä päivinä, vaan vasta seitsemäntenä päivänä infektion alkamisesta ja sitä myöhemmin. Myös neutrofiilejä ja makrofageja havaittiin vasta tällöin. Muranaka ym. (2012) pitivät sekundaarista bakteeri-infektiota seurauksena laajalle värekarvallisen epiteelin tuholle ja pikarisolujen vähenemiselle, koska nämä molemmat ovat tärkeitä tekijöitä hengitysteiden puhdistuksessa.

Muranakan ym. (2012) löydökset ovat linjassa sen kanssa, mitä löydettiin vuoden 2007 Australian influenssaepidemiassa kuolleiden 35 hevosen patologisissa avauksissa (Begg ym. 2011). Näistä hevosista suuri osa oli nuoria varsoja, joilla yleisin löydös oli bronko-interstitiaalinen pneumonia. Bronko-interstitiaalinen pneumonia ei kuitenkaan ole spesifi löydös influenssavirustartunnassa, vaan tälle löydökselle voi olla useita muitakin syitä (Patterson-Kane ym. 2008). Beggin ym. (2011) raportin aikuisilla hevosilla yleisin löydös oli bakteeriperäinen bronkopneumonia, ja histopatologiset löydökset olivat samankaltaisia kuin Muranakan ym. (2012) tutkimuksessa. Beggin ym. (2011) raportissa ainoastaan neljällä varsalla esiintyi bakteeriperäinen bronkopneumonia.

2.2.1.3 Hevosinfluenssan oireet

Hevosinfluenssan oireisiin kuuluvat kuume, apaattisuus ja syömättömyys. Muutaman päivän kuluessa alkaa myös kuiva, hakkaava yskä. Oireet kestävät yhdestä viiteen päivään, jos komplikaatioita ei ilmene (katsauksessa Myers & Wilson 2006). Toisen lähteen mukaan komplisoitumattomissa tapauksissa toipuminen tapahtuu 1-2 viikossa (Gross ym. 1998). Jos komplikaationa on sekundaarinen bakteeri-infektio, kuume jatkuu pidempään (katsauksessa Myers & Wilson 2006) tai kuume voi laskea välillä ja nousta uudelleen bakteeri-infektion alkaessa (Muranaka ym. 2012). Bakteeri-infektioon liittyy yleensä myös paksu, samea sierainvuoto (katsauksessa Myers & Wilson 2006), ja eritettä on runsaasti myös alahengitysteissä (Muranaka ym. 2012).

Influenssavirustartunnassa yskä voi jatkua jopa kolmen viikon ajan, ja usein yskänprovokaatio on positiivinen ja hengitysäänet ovat korostuneet (katsauksessa Myers & Wilson 2006). Lisäksi voi esiintyä kirkasta sierainvuotoa, kyynelvuotoa, leuanalusimusolmukkeiden aristusta, tihentynyttä hengitys- ja sydämen lyöntitiheyttä, jalkojen turvotusta sekä lihasarkuutta ja –jäykkyyttä (katsauksessa Myers & Wilson 2006).

Sikiökuolleisuus voi nousta influenssartunnan seurauksena, koska infektio voi aiheuttaa istukan ennen aikaista irtoamista ja dystokiaa, mikä johtaa sikiön hapenpuutteeseen (Begg ym. 2011). Tämä johtuu kuitenkin mitä todennäköisimmin tammam vakavasta sairautilasta eikä siitä, että virus infektoisi sikiön (katsauksessa Myers & Wilson 2006).

Vakavissa tapauksissa komplikaationa voi esiintyä sydänlihastulehdus, etenkin jos infektiosta kehittyvät viremia (katsauksessa Myers & Wilson 2006). Tällöin voi esiintyä takykardiaa ja rytmihäiriöitä ja hevonen on kuumeinen, apaattinen eikä siedä rasiitusta. Hyvin vakavissa tapauksissa voi kehittyä sydämen läppävuoto tai kongestiivinen sydänvika. Viremia voi johtaa myös lihastulehduksiin, jalkojen turvotukseen ja aivotulehduksen oireisiin (katsauksessa Myers & Wilson 2006).

Durando ym. (2011) ovat tutkineet sydänperäisen troponiini I:n konsentraation vaihteluita kokeellisesti influenssaviruksella infektoiduilla poneilla. Tutkimuksessa infektoitiin 23 ponia, joista puolet oli rokotettu influenssaa vastaan ja puolet ei. Verrokkeina oli kuusi ponia, joita ei infektoitu influenssalla. Tämän jälkeen kaikkien ponien sydänperäisen troponiini I:n pitoisuuksia veressä seurattiin 28 päivän ajan. Durando ym. (2011) havaitsivat, että merkittäviä troponiini I:n konsentraation nousuja ei tapahtunut, vaan ainoastaan kolmella infektoidulla ponilla tapahtui pieni konsentraation nousu yksittäisinä päivinä. Näistä poneista kaksi oli rokottamattomia ja yksi oli rokotettu. Verrokkiponien sydänperäisen troponiini I:n konsentraatio ei noussut missään vaiheessa tutkimusta. Tutkimuksen poneilla ei siis havaittu viitteitä vakavasta sydänvauriosta, mutta pienet troponiini I:n konsentraation nousut viittaavat siihen, että lieviä sydänlihaskvaurioita on voinut esiintyä (Durando ym. 2011). Durando ym. (2011) huomauttavat myös, että infektion aikaisen rasituksen mahdollista vaikutusta sydänlihastulehduksen riskiin pitäisi tutkia.

Altistumattomissa ja rokottamattomissa populaatioissa hevosinfluenssan oireet ovat selkeät ja tauti leviää nopeasti, jolloin alustava diagnoosi voidaan tehdä oireiden perusteella. Rokotetuilla ja osittaista vastustuskykyä omaavilla hevosilla oireet ovat kuitenkin lievemmat ja epämääräisemmät ja leviäminen on hitaampaa, jolloin tarvitaan diagnostiikkaa muiden hengitystievirusien poissulkemiseksi (katsauksessa Cullinane & Newton 2013).

2.2.1.4 Hevosinfluenssan hoito

Hengitystievirusien hoidon yleiset periaatteet on esitetty kappaleessa 2.1.4, ja nämä samat periaatteet pätevät influenssaviruksen hoidossa. Tässä kappaleessa käsitellään tutkimustietoa muutaman eri viruslääkkeen tehosta influenssavirukseen. Nämä lääkkeet eivät kuitenkaan ole käytössä Suomessa (Mykkänen, henkilökohtainen tiedonanto).

Rees ym. (1997 ja 1999) ovat tutkineet adamantaneihin kuuluvien rimantadiinin ja amantadiinin tehoa influenssatartunnan hoidossa. Tutkimuksen mukaan rimantadiinilla saadaan tarpeeksi korkea ja pysyvä plasmakonsentraatio annoksella 30 mg/kg kahdesti vuorokaudessa seitsemän vuorokauden ajan suun kautta annosteltuna (Rees ym. 1999). Tällä annoksella hoidetuilla hevosilla oli vähemmän kuumetta ja hengityssänet olivat normaalimmat verrattuna verrokkeihin. Hoidetuilla hevosilla viruseritys alkoi päivää myöhemmin kuin kontrollihevosilla, mutta hoidetut hevoset ja kontrollihevoset erittivät kuitenkin yhtä paljon virusta. Reesin ym. (1999) mukaan suun kautta annosteltuna ei ilmennyt haittavaikutuksia, mutta suoneen annosteltuna yhdelle hevoselle aiheutui neurologisia haittavaikutuksia jo kerta-annoksella 10 mg/kg. Tästä johtuen rimantadiinin suonensisäistä käyttöä ei suositella (Rees ym. 1999).

Amantadiini on myös todettu laboratoriotesteissä tehokkaaksi influenssaviruksen replikoitumisen estäjäksi, joskaan se ei laboratoriotesteissä ole ollut yhtä tehokas kuin rimantadiini (Rees ym. 1997). Rees ym. (1997) tutkivat amantadiinin tehoa hevosilla. Reesin ym. (1997) mukaan amantadiinin terapeuttinen ikkuna on melko kapea, ja tutkimuksessa käytetyllä suonensisäisellä annoksella plasmapitoisuus ylitti herkästi toksisen rajan. Amantadiini voi liian suurella plasmapitoisuudella aiheuttaa neurologisia oireita ja jopa neurologisia kohtauksia tai kuoleman (Rees ym. 1997). Suun kautta annosteltaessa lääkeaineen hyötyosuus vaihteli suuresti eri hevosten välillä, mikä vaikeuttaa huomattavasti sopivan annoksen löytämistä suun kautta annosteltaessa (Rees

ym. 1997). Rees ym. (1999) totesivat myös, että samoin kuin antibiooteille, myös viruslääkkeille voi kehittyä resistenttejä viruskantoja. Reesin ym. (1997) mukaan ihmisillä on raportoitu resistenttejä viruskantoja rimantadiinin käytön jälkeen. Viruslääkkeitä tulee siis käyttää vain harkiten.

Neuraminidaasi-inhibiittorit sitoutuvat viruksen neuraminidaasiin ja estävät näin viruksen replikoitumista (Yamanaka ym. 2012). Neuraminidaasi-inhibiittorien etu verrattuna adamantaneihin on niiden matala toksisuus ja pienempi todennäköisyys aiheuttaa lääkkeelle resistenttejä viruskantoja (katsauksessa Moscona 2005). Neuraminidaasi-inhibiittorit tehoavat kaikkiin influenssaviruskantoihin, koska ne estävät kaikkien neuraminidaasi-alityyppien toimintaa (katsauksessa Moscona 2005).

Neuraminidaasi-inhibiittoreista oseltamiviiri vähensi viruseritystä, alensi kuumetta ja lievensi sekundaarista bakteeri-infektiota kokeellisesti influenssaviruksella infektoiduilla hevosilla annoksella 2 mg/kg suun kautta (Yamanaka ym. 2006). Paras teho saatiin, kun oseltamiviiria annosteltiin kahdesti päivässä ja lääkitys aloitettiin ensimmäisenä kuumepäivänä. Yamanaka ym. (2006) kuitenkin totesivat, että lisätutkimuksia tarvitaan selvittämään oseltamiviirin turvallisuus hevosilla.

Toinen neuraminidaasi-inhibiittori, peramiviiri, kiinnittyy erityisen tiukasti viruksen neuraminidaasiin, minkä takia se on pitkävaikutteisempi kuin muut neuraminidaasi-inhibiittorit (Yamanaka ym. 2012). Yamanaka ym. (2012) havaitsivat, että yksi suonensisäinen annos peramiviiria annettuna ensimmäisenä kuumepäivänä lievensi huomattavasti tartunnan oireita, alensi kuumetta sekä lyhensi oireiden kestoa. Peramiviiria saaneet hevoset myös erittivät virusta vähemmän aikaa kuin verrokkit. Veren SAA-taso laski pian peramiviirin annostelun jälkeen, kun verrokeilla se pysyi korkealla koko tutkimusjakson ajan. Peramiviirin käytöstä ei havaittu haittavaikutuksia (Yamanaka ym. 2012).

2.2.1.5 Hevosinfluenssan epidemiologia ja ennaltaehkäisy

Influenssavirus leviää erittäin nopeasti laajalle maantieteelliselle alueelle, varsinkin jos hevospopulaatiolla on puutteellinen vastustuskyky (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Muilla kuin endeemisillä alueilla sairastuvuus onkin jopa 100 % (Patterson-Kane ym. 2008). Suomessa hevospopulaatio on melko kattavasti rokotettu, ja esimerkiksi vuonna 2013 Evirassa tutkituista seeruminäytteistä noin 70 %:ssa todettiin vasta-aineita

hevosinfluenssaa vastaan (Evira 2014a). Rokotteet eivät kuitenkaan anna täydellistä suojaa tartunnalta, ja myös rokotetut hevoset voivat saada tartunnan (Morley ym. 2000). Rokotettujen hevosten tartunnat ovat kuitenkin useimmiten subkliinisiä, jolloin oireita ei aina huomata (Patterson-Kane ym. 2008). Silti subkliinisesti sairastuneet hevoset voivat toimia influenssaviruksen levittäjinä ja maailmalla onkin raportoitu useita epidemioita, jotka ovat saaneet alkunsa tällä tavalla (Patterson-Kane ym. 2008, katsauksessa Cullinane & Newton 2013). Ulkomailla on käytössä pikatestejä influenssaviruksen nopeaa diagnosointia varten (Galvin ym. 2014). Pikatestit ovat hyödyllisiä subkliinisesti sairastuneiden hevosten tunnistamisessa esimerkiksi karanteeneissa, ja tässä tarkoituksessa testit ovatkin käytössä muutamissa maissa (Galvin ym. 2014).

Influenssaviruksen epidemiologiaan vaikuttaa olennaisesti myös viruksen jatkuva evoluutio ja muuntuminen, vaikka hevosinfluenssavirukset ovatkin pysyvämpiä kuin ihmisten influenssavirukset (katsauksessa Cullinane & Newton 2013). Tämän takia myös hevosinfluenssarokotteita on päivitettävä säännöllisesti (katsauksessa Cullinane & Newton 2013). OIE (World Organisation for Animal Health) julkaisee vuosittain suositukset rokotteissa käytettävistä viruskannoista (katsauksessa Cullinane ym. 2010). Rokotteiden päivittäminen on kuitenkin ajoittain suosituksia jäljessä, mikä voi johtaa rokotteen puutteelliseen tehoon (katsauksessa Cullinane & Newton 2013).

Influenssavirus on tunnettu myös sen kyvystä tarttua eläinlajista toiseen. Luonnossa influenssa A-virusten ensisijainen reservoaari ovat vesilinnut, ja hevosinfluenssavirusten katsotaan olevan peräisin linnuista (katsauksessa Cullinane & Newton 2013). Egyptissä todettiin vuonna 2010 patogeenisen H5N1 lintuinfluenssan aiheuttaneen kliinistä hengitystietulehdusta aaseilla, jotka olivat olleet kontaktissa siipikarjan kanssa (Abdel-Moneim ym. 2010). Hevosinfluenssaviruksen on todettu tarttuneen koiriin (Crawford ym. 2005, Crispe ym. 2011). Australian influenssaepidemian yhteydessä hevosten kanssa tekemisessä olleilla koirilla havaittiin hengitystietulehduksen oireita, ja näillä koirilla todettiin sama hevosinfluenssavirus kuin sairastuneilla hevosilla. Australian epidemian yhteydessä ei kuitenkaan havaittu viitteitä siitä, että kyseinen virus olisi tarttunut edelleen koirasta toiseen (Crispe ym. 2011). Yhdysvalloissa koirilla on havaittu influenssavirusta, joka on hyvin läheistä sukua hevosten H3N8 influenssavirukselle. Tässä tapauksessa viruksen

hemagglutiniinissa on tapahtunut pieniä mutaatioita, ja virus tarttuu koirasta toiseen (Crawford ym. 2005).

2.2.2 Herpesvirukset

2.2.2.1 Herpesvirusten ominaisuudet

Hevosten herpesviruksia esiintyy todennäköisesti kaikkialla maailmassa (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Ne ovat vaipallisia (teoksessa Morley & Pusterla 2014) kaksisäkeisiä DNA-viruksia (katsauksessa Harless & Pusterla 2006) ja ne ovat melko herkkiä erilaisille desinfektioaineille ja ympäristöolosuhteille (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Kaikki herpesvirukset jaetaan niiden rakenteen perusteella alfa-, beta-, ja gammaherpesviruksiin (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Hevosia infektoivia herpesviruksia tunnetaan yhteensä viisi, joista neljä, tyypit 1, 2, 4 ja 5, aiheuttavat hengitystieinfektioita (teoksessa Crabb & Studdert 1996). EHV-3 aiheuttaa sukupuolielinten rokkoihottumaa (katsauksessa Barrandeguy & Thiry 2012). Tyyppien 1, 3 ja 4 herpesvirukset kuuluvat alfaherpesviruksiin ja tyypit 2 ja 5 kuuluvat gammaherpesviruksiin (teoksessa Morley & Pusterla 2014). EHV-1 -infektio on yleensä hengitystieperäinen, mutta hengitystieoireita yleisempiä ovat neurologiset oireet ja tiineiden tammojen abortit (teoksessa Morley & Pusterla 2014). EHV-1 voi kuitenkin aiheuttaa myös hengitystieoireita etenkin nuorille hevosille (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). EHV-4 aiheuttaa lähinnä ylähengitystieinfektioita (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Tyyppien 2 ja 5 herpesvirusten merkitys kliinisten hengitystieinfektioiden aiheuttajina ei ole aivan selvä (teoksessa Morley & Pusterla 2014). EHV-1 ja -4 kuuluvat Suomessa kuukausittain ilmoitettaviin eläintauteihin (Evira 2014d).

Kaikille herpesviruksille tyypillistä on se, että ne aiheuttavat latentteja eli piileviä infektioita. Viruksen perimä jää isäntäsoluun pitkiksi ajoiksi inaktiivisena, ja virus voi uudelleen aktivoitua aiheuttaen isäntäeläimelleen infektion oireita useamman kerran elämän aikana (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Kuitenkaan ei vielä ole täysin selvää, säilyykö latentti infektio hevosessa koko sen loppuelämän (McBrearty ym. 2013).

2.2.2.2 Herpesvirusten 1 ja 4 patogeneesi

Hevonen voi saada herpesvirusinfektion joko suoran kontaktin välityksellä toiselta hevoselta, aerosolien välittämänä tai erilaisten kontaminoitujen esineiden tai pintojen välityksellä. Herpesvirus ei kuitenkaan ole kovin kestävä ympäristössä (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Herpesviruksen aiheuttaman hengitystieinfektion inkubaatioaika on 3-10 päivää (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Nykykäsitys on, että kaikki tyyppien 1 ja 4 herpesvirusinfektiot alkavat hengitysteistä (teoksessa Morley & Pusterla 2014), missä herpesvirukset replikoituvat hengitysteiden epiteelisoluissa (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Hengitysteistä herpesvirukset pääsevät paikallisiin imusolmukkeisiin eli leuanalus-, retrofaryngeaali- ja keuhkoputkien imusolmukkeisiin (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). EHV-4 -infektiot rajoittuvat yleensä hengitysteihin, mutta EHV-1 aiheuttaa viremian leviämällä istukkaan, sikiöön, ja keskushermostoon veren lymfosyyttien välittämänä (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Abortti, sikiön kuolema tai myeloenkefalopatia aiheutuvat paikallisesta vaskuliitista ja tromboosista istukassa, sikiössä tai keskushermostossa (katsauksessa Harless & Pusterla 2006).

Tyyppin 1 herpesviruksen eri kannoilla on erilainen taipumus aiheuttaa abortteja tai neurologisia oireita (teoksessa Morley & Pusterla 2014). On havaittu, että tämä ominaisuus olisi yhteydessä vain yhden nukleotidin monimuotoisuuteen (single nucleotide polymorphism, SNP) viruksen DNA-polymeraasigeenissä (Nugent ym. 2006). Kuitenkaan mekanismia, jolla keskushermoston endoteelin infektio aiheutuu, ei tunneta (katsauksessa Pusterla & Hussey 2014).

Alfaherpesvirukset jäävät useimmiten latentiksi hermokudokseen (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Hermokudoksesta etenkin kolmoishermon hermosolmut ovat tavallinen kohta, mutta latentteja viruksia on todettu myös imukudoksessa (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). EHV-1 voi olla latenttina myös veren lymfosyyteissä, koska EHV-1 aiheuttaa viremian (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). EHV-4 taas on eristetty keuhkojen epiteelisoluista (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Latentin jakson aikana viruksen DNA:n transkriptiota tapahtuu vain hyvin vähän, vaikka viruksen koko perimä on isäntäsolussa. Viruksen uudelleen aktivaatio voi tapahtua esimerkiksi erilaisten stressitilanteiden seurauksena (katsauksessa Harless & Pusterla 2006).

2.2.2.3 Herpesvirusten 2 ja 5 patogeneesi

Tyyppien 2 ja 5 eli gammaherpesvirusten patogeneesiä ei tunneta yhtä hyvin kuin tyyppien 1 ja 4 (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Ei myöskään tiedetä tarkkaan, mikä on gammaherpesvirusten merkitys taudinaiheuttajina (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Kuitenkin tiedetään, että myös EHV-2 ja -5 aiheuttavat latentteja infektioita, ja molempia gammaherpesviruksia on eristetty veren mononukleaarisolusta (Bell ym. 2006b). Jo aiemmin on todettu, että EHV-2 -virukset jäävät latenteiksi B-imusoluihin (Drummer ym. 1996). Bell ym. (2006b) totesivat, että varsat infektoituvat gammaherpesviruksilla useimmiten jo 1-6 kuukauden iässä, ja miltei kaikki tutkimuksen tammät ja varsat olivat infektoituneita molemmilla viruksilla. Tässä tutkimuksessa gammaherpesvirustartunnat olivat kuitenkin oireettomia.

2.2.2.4 Herpesvirusten 1 ja 4 aiheuttamat oireet

Sekä EHV-1 että EHV-4 aiheuttavat lieviä tai subkliinisiä hengitystieinfektioita, eikä näiden kahden viruksen aiheuttamien hengitystieoireiden välillä ole suurta eroa (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Oireisiin voi kuulua kuume, apaattisuus, syömättömyys, imusolmukkeiden turpoaminen ja kirkas sierainvuoto, joka voi myöhemmin muuttua mukopurulentiksi. Toisinaan ilmenee kuivaa yskää ja kuume voi olla kaksivaiheinen, mikä liittyy soluvälitteiseen viremiaan (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Tavallisesti, jos komplikaatioita ei ilmene, oireet kestävät kahdesta seitsemään päivään. Kuitenkin alahengitysteiden sekundaarinen bakteeritulehdus on mahdollinen, jolloin havaitaan pidemmän aikaa kestävä korkea kuume, mukopurulentti sierainvuoto ja epänormaalit hengityssänet. Varsoille herpesvirus voi aiheuttaa bronkopneumonian (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Varsoilla ja nuorilla hevosilla, joilla ei vielä ole vastustuskykyä, oireet ovat yleensä muutenkin vakavammat ja oireet kestävät pidempään, jopa kahdesta kolmeen viikkoa (katsauksessa Pusterla & Hussey 2014). Imusolmukkeiden turpoaminen on yleensä huomattavaa ja alahengitysteiden sekundaarinen bakteeri-infektio on yleinen komplikaatio (katsauksessa Pusterla & Hussey 2014). Jos latenttina ollut herpesvirus aktivoituu, oireet ovat usein hyvin lievät tai oireita ei havaita ollenkaan, vaikka hevonen tällöin kuitenkin levittää virusta ympäristöönsä (katsauksessa Harless & Pusterla 2006).

Hengitystieoireiden lisäksi EHV-1 aiheuttaa abortteja ja neurologisia oireita (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Ennen aborttia tai neurologisia oireita ei aina havaita lainkaan

hengitystieoireita, vaikka kaikkien EHV-1 –infektioiden ajatellaan kuitenkin alkavan hengitysteistä (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Abortti tapahtuu usein ilman edeltäviä oireita, useimmiten tiineyden viimeisen kolmanneksen aikana tai synnytys voi olla enneaikainen, jolloin varsa yleensä kuolee pian synnytyksen jälkeen (katsauksessa Pusterla & Hussey 2014). Toisinaan synnytys sujuu normaalisti, mutta varsa sairastuu vakavasti kahden päivän sisällä. Tällöin varsa on todennäköisesti saanut tartunnan synnytyksen aikana (katsauksessa Pusterla & Hussey 2014). Useimmilla tammoilla seuraava tiineys ja synnytys sujuu kuitenkin normaalisti (katsauksessa Pusterla & Hussey 2014).

Tyyppin 1 herpesvirukseen liittyvät neurologiset oireet alkavat usein äkillisesti toisen kuumepiikin jälkeen (katsauksessa Pusterla & Hussey 2014). Neurologisen muodon oireet vaihtelevat lievästä ja ajoittaisesta ataksiasta halvaukseen, johon voi liittyä virtsan pidätyskyvyttömyys. Usein kaudaalisen selkäytimen vaurio on suurin, jolloin takajalkojen heikkous ja pidätyskyvyttömyys ovat selvimmät oireet, mutta vakavissa tapauksissa voi esiintyä myös neliraajahalvaus. Oireina voi olla myös aivohermopuutoksia, kuten pään vinous (katsauksessa Pusterla & Hussey 2014).

EHV-1 –infektion tiedetään aiheuttavan myös suoni- ja verkkokalvon sairautta suurella osalla infektoituneista hevosista. Muutokset ovat useimmiten fokaaleja tai multifokaaleja, ja vain harvinaisemmilla diffuuseilla ja laajoilla muutoksilla on merkittävä vaikutus hevosen näköaistiin (katsauksessa Pusterla & Hussey 2014).

Tyyppin 1 herpesvirukseen on liitetty vielä yksi taudin ilmenemismuoto, pulmonaarinen vaskulotrooppinen muoto (Del Piero ym. 2000). Tätä taudin muotoa on havaittu nuorilla aikuisilla hevosilla ja Del Pieron ym. (2000) kuvaamassa vuotiaan tamman tapauksessa havaittiin muutaman päivän ajan kuumetta ja apatiaa, ennen kuin tamma löydettiin kuolleena. Samalla tallilla monella muullakin hevosella oli kuumetta. Tämän tautimuodon saattaa oireiden perusteella sekoittaa virusarteriittiin, afrikkalaiseen hevosruttoon, hendraviruksen aiheuttamaan akuuttiin hengitystiesyndroomaan, purpura hemorrhagicaan tai anafylaktiseen shokkiin (Del Piero ym. 2000).

2.2.2.5 Herpesvirusten 2 ja 5 aiheuttamat oireet

Gammaherpesvirusten on todettu aiheuttavan hyvin moninaista taudinkuvaa (katsauksessa Hartley ym. 2013). Joidenkin lähteiden mukaan EHV-5 -tartuntaan ei liity

lainkaan patologiaa (Torfason ym. 2008). Toisen lähteen mukaan tartunta voi olla oireeton, tai se voi ilmetä lievänä hengitystietulehduksena (McBrearty ym. 2013). Tässä kappaleessa käsitellään erilaisia gammaherpesvirusten sairausmuotoja, joita kirjallisuudessa on esitetty.

EHV-2 –tartunta saattaa altistaa varsoja *Rhodococcus equi* –tartunnalle (Nordengrahn ym. 1996, Dunowska ym. 2011). Tyypin 2 herpesviruksen on todettu aiheuttavan myös keratokonjunktiviittia (Kershaw ym. 2001). Kershawn ym. (2001) tekemässä tutkimuksessa silmän sivelynäytteiden PCR oli merkittävästi useammin positiivinen tyypin 2 herpesviruksen suhteen keratokonjunktiviittia sairastavilla hevosilla (50 % ja 36,4 %, sairast hevoset oli jaettu kahteen eri hoitoryhmään) kuin oireettomilla hevosilla (9,5 %). Yksikään hevonen ei ollut positiivinen tyypin 5 herpesviruksen suhteen, joten sitä ei liitetty keratokonjunktiviittiin (Kershaw ym. 2001).

Fortier ym. (2009) vertasivat lievästi tai kroonisesti oireilevia hevosia oireettomiin hevosiin. Oireilevan ryhmän hevosilla oli hieman toisistaan poikkeavia sairaustiloja tai oireita, kuten henkitorven tulehduksellinen oireyhtymä, IAD, puhkuri tai yleisesti heikko suorituskyky. Oireileville hevosille yhteistä oli kuitenkin se, että niillä oli lieviä, kroonisia tai vain rasituksessa ilmeneviä oireita. Oireilevilta ja kontrolliryhmän hevosilta otettiin sekä henkitorven että bronkoalveolaarinen huuhtelunäyte. Eniten herpesviruslöydöksiä oli oireilevien ryhmässä henkitorven huuhtelunäytteissä. Herpesviruksista yleisin löydös henkitorven huuhtelunäytteissä oli EHV-2, joka oli myös ainoa viruksista, jonka prevalenssin ero oli tilastollisesti merkitsevä oireilevien (33 %) ja oireettomien (11 %) välillä. Bronkoalveolaarisissa huuhtelunäytteissä ei todettu merkittäviä eroja. Tämä löydös antaa kuitenkin viitteitä siitä, että tyypin 2 herpesviruksella voisi olla vaikutusta hevosen henkitorven tulehduksellisen oireyhtymän syntyyn (Fortier ym. 2009).

Tyypin 5 herpesviruksen aiheuttama sairaus tai oireet ovat olleet huonommin tunnettuja, mutta sittemmin keuhkokudoksen EHV-5 –infektio on yhdistetty ainakin yhteen spesifiin sairaustilaan, hevosten multinodulaariseen keuhkofibroosiin (Williams ym. 2007). Se aiheuttaa vakavan, kuumeisen, vaikeasti hoidettavan hengitystietulehduksen, joka usein johtaa eläimen eutanasiaan (Williams ym. 2007). Röntgenkuvissa nähdään useita nodulaarisia tiivistymiä (Williams ym. 2007).

McBrearty ym. (2013) tutkivat viruseristyksellä ja PCR-menetelmällä yhteensä 85 hevoselta Uudessa Seelannissa, mitä hengitystievirus hevosilla esiintyi. Osa tutkituista hevosista oli oireilevia ja osa oireettomia. Yleisin oire oli sierainvuoto, mutta myös apaattisuutta esiintyi kahdella hevosella ja yhdellä oli kuumetta. Viruslöydös oli huomattavasti yleisempi oireilevilla (79 %) hevosilla kuin oireettomilla (6 %). Ainoastaan yhden viruksen infektio todettiin 25 %:lla ja useamman viruksen infektio 54 %:lla oireilevista hevosista. Yhden viruksen infektio todettiin 3 %:lla hevosista ja useamman viruksen infektio samoin 3 %:lla oireettomista hevosista. Oireilevilla hevosilla yleisin löydetty virus oli EHV-5 (52 %) ja toiseksi yleisin löydös oli EHV-2 (48 %). EHV-4 todettiin 40 %:lla ja EHV-1 vain 6 %:lla oireilevista. Oireettomilla hevosilla taas EHV-2 oli yleisin löydös (6 %) ja EHV-5 oli hiukan harvinaisempi (3 %). Tyyppien 1 ja 4 herpesviruksia ei todettu lainkaan oireettomilla hevosilla. Tutkimus siis osoitti, että EHV-2 ja -5 aiheuttavat todennäköisesti ylähengitystieinfektion oireita, koska näitä viruksia todettiin eniten. Kuitenkin myös EHV-4 todennäköisesti aiheutti oireita tässä tutkimuksessa, ja myös sekainfektiot olivat yleisiä. Kolmella hevosella todettiin oireeton EHV-2 tai -5 -infektio (McBrearty ym. 2013).

2.2.2.6 Herpesvirustartunnan hoito

Samoin kuin hevosinfluenssan hoidossa, myös herpesvirustartunnan hoidossa pätevät samat yleiset periaatteet, jotka on esitetty kappaleessa 2.1.4. Alla käsitellään tutkimustietoa viruslääke valasikloviirin tehosta herpesvirukseen.

Garré ym. (2009) totesivat, ettei valasikloviirin käytöstä ollut juurikaan hyötyä kokeellisesti infektoidujen shetlanninponien EHV-1 -tartuntojen hoidossa. Valasikloviirihoitoa saaneen ja verrokkiryhmän välillä ei ollut eroa oireissa, viruksen erityksessä tai viremiassa. Ainoa ero oli, että hoitoa saaneelle ryhmälle ei tullut yhtä korkeaa kuumepiikkiä infektion toisena päivänä kuin verrokkiryhmälle (Garré ym. 2009).

Schwarz ym. (2013) kuitenkin raportoivat 22-vuotiaan orin tapauksen, jossa hevonen parani tyyppin 5 herpesviruksen aiheuttamasta multinodulaarisesta keuhkofibroosista saatuaan valasikloviirihoitoa. Hevosta oli aiemmin hoidettu antibiootilla, tulehduskipulääkkeellä ja asetyylikysteiinillä, mutta hevonen ei ollut parantunut. Melkein kuuden viikon kuluttua oireiden alkamisesta aloitettiin valasikloviirihoito

annoksella 40 mg/kg suun kautta kolme kertaa vuorokaudessa seitsemän vuorokauden ajan. Samaan aikaan hevonen sai tulehduskipulääkettä. Hoitojakson jälkeen hevosen kaikki oireet eivät olleet vielä täysin poissa, mutta keuhkojen röntgenkuvissa näkynyt nodulaarinen kuvio oli poistunut. Kuuden viikon kuluttua hevosen omistaja raportoi hevosen parantuneen, ja tilanne oli sama myös kahden vuoden kuluttua (Schwarz ym. 2013).

2.2.2.7 Herpesvirusten epidemiologia ja ennaltaehkäisy

Herpesvirukset ovat hyvin yleisiä kaikenikäisillä hevosilla (teoksessa Morley & Pusterla 2014) ja virukset ovat endeemisiä useimmissa populaatioissa (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Myös gammaherpesviruksia esiintyy maailmalla yleisesti (Bell ym. 2006b, McBrearty ym. 2013). Herpesvirusten esiintyminen on yleistä myös Suomessa, ja lähes kaikissa Eviraan lähetetyissä näytteissä todetaankin EHV-4 –vasta-aineita (Evira 2014b). Gammaherpesvirusten esiintyvyyttä Suomessa ei tunneta.

Herpesviruksia esiintyy erityisen paljon varsoilla. Eräässä tutkimuksessa tyypin 4 herpesviruksia esiintyi eniten alle 1-vuotiailla varsoilla (Pusterla ym. 2011). Toisessa tutkimuksessa todettiin, että osa varsoista sai EHV-1 –tartunnan emältään ennen vierotusta, aikaisimmillaan 30 päivän iässä (Gilkerson ym. 1999). Vieroituksen aikaan ja sen jälkeen virus tarttui edelleen varsasta toiseen (Gilkerson ym. 1999). Gilkersonin ym. (1999) tekemässä tutkimuksessa 24 % varsoista oli EHV-1 –seroposiitivisia 9 päivän iässä, eli ne olivat saaneet EHV-1 –vasta-aineita emältään. 90 päivän iässä 81,8 % varsoista oli seroposiitivisia, eli varsat olivat saaneet EHV-1 –tartunnan tällä aikavälillä. Kuitenkin kaikki varsoista saivat EHV-4 –vasta-aineita ternimaidosta (Gilkerson ym. 1999).

Koska varsat saavat herpesvirustartunnan näin aikaisessa vaiheessa, ehtii niistä tulla latentisti infektoituneita jo ennen ensimmäistä rokotustaan (Gilkerson ym. 1999). Näin hevospopulaatioon tulee aina uusia latentisti infektoituneita hevosia, jolloin herpesvirusten esiintyvyys pysyy korkeana (Gilkerson ym. 1999). Viruksen leviämisen ja tiineiden tammojen aborttien ehkäisemiseksi olisikin syytä pitää kantavat tammot, tammot ja varsat sekä nuoret hevoset erillään toisistaan (Gilkerson ym. 1999).

Tyyppien 1 ja 4 herpesviruksia vastaan on olemassa myös rokote (Evira 2014c). Rokote ei kuitenkaan anna täyttä suojaa tartuntaa vastaan, vaan ainoastaan lieventää viruksen aiheuttamia oireita (katsauksessa Harless & Pusterla 2006).

2.2.3 Arteriittivirus

2.2.3.1 Arteriittiviruksen ominaisuudet

Virusarteriitin aiheuttaja on *Arterivirus*-sukuun kuuluva vaipallinen yksisäikeinen RNA-virus (katsauksessa Snijder & Meulenberg 1998), joka infektoi vain hevoseläimiä (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Samaan *Arteriviridae*-heimoon kuuluu muun muassa sikojen PRRS-tautia (Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome) aiheuttava virus (katsauksessa Snijder & Meulenberg 1998). Arteriittivirus on melko herkkä kuivumiselle ja erilaisille desinfektioaineille (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Tartunnat ovat usein oireettomia, ja viruksen aiheuttamat lisääntymissairaudet ovatkin suurin huolenaihe tämän viruksen kohdalla (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Arteriittivirusta esiintyy maailmanlaajuisesti (teoksessa Morley & Pusterla 2014) ja Suomessa Evira on raportoinut arteriittiviruksen seroprevalenssin olleen noin 20 % tutkituista hevosista 1990- ja 2000-luvuilla (Evira 2012c). Suomessa ei ole esiintynyt arteriittiviruksen aiheuttamia joukkoluomisia (Evira 2010). Arteriittivirustartunnan on todettu olevan yleisempi tietyillä roduilla, kuten lämminverisillä ja puoliverisillä (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Viruksesta tunnetaan vain yksi serotyyppi, mutta viruksen eri kannoilla on huomattavan erilainen taudinaiheuttamiskyky (Moore ym. 2002).

2.2.3.2 Arteriittiviruksen patogeneesi

Arteriittivirus voi tarttua viidellä eri tavalla. Erityisesti akuutisti sairastuneet hevoset levittävät virusta aerosoleina ympäristöönsä, ja tartunta saadaan hengitysteiden kautta (katsauksessa Holyoak ym. 2008). Oireettomien kantajaorien siemenneste toimii tartuntalähteenä, myös jäähdytettynä ja pakastettuna, eli myös keinosiemennyksessä on tartuntariski (katsauksessa Holyoak ym. 2008). Lisäksi arteriittivirus voi tarttua ruumiineritteiden, kuten virtsan ja ulosteen välityksellä, sekä kohdussa istukan kautta emästä sikiöön (katsauksessa Holyoak ym. 2008). Myös sikiövesi ja abortoitu sikiö ovat

tartuntariskejä (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Tartunta voi olla myös epäsuora, eli kontaminoituneet hoitotarvikkeet tai hoitohenkilökunta voivat levittää virusta (katsauksessa Holyoak ym. 2008).

Taudin inkubaatioaika on 3-7 päivää (teoksessa Morley & Pusterla 2014), ja virus leviää hengitysteistä keuhkoputkien imusolmukkeiden kautta verenkierron mukana kaikkialle elimistöön (McCollum ym. 1971). Kolmanteen päivään mennessä infektion jälkeen virus on levinnyt kaikkialle elimistöön (McCollum ym. 1971). Arteriittivirus replikoituu pienten valtimoiden endoteelissä aiheuttaen tulehdusreaktion valtimoiden seinämiin, mikä vaurioittaa niitä, ja nestettä pääsee tihkumaan ympäröiviin kudoksiin aiheuttaen turvotusta (Estes & Cheville 1970, katsauksessa Holyoak ym. 2008). Suonten endoteelisolujen lisäksi arteriittivirus replikoituu makrofageissa (katsauksessa Holyoak ym. 2008). Endoteelisolujen ja makrofagien tulehdus johtaa niiden aktivaatioon ja solut alkavat tuottaa enemmän proinflammatorisia sytokiineja, millä on todennäköisesti keskeinen rooli arteriittiviruksen patogeneesissä (Moore ym. 2003). Lisäksi on havaittu, että virulentimmat arteriittiviruskannat aiheuttavat enemmän sytokiinituotantoa kuin vähemmän virulentit kannat (Moore ym. 2003).

2.2.3.3 Virusarteriitin oireet

Virusarteriitin oireet voivat olla hyvin samankaltaiset muiden hengitystieviroosien kanssa tai tartunta voi usein olla oireeton (teoksessa Morley & Pusterla 2014), mutta lisäksi tautiin voi liittyä korkea kuume, apaattisuus, silmien sidekalvontulehdus, silmäluomien ja silmän ympäristön turvotus, silmä- ja sierainvuoto, turvotus vatsan alla, urtikaria ja imusolmukkeiden turvotus (teoksessa Wood ym. 2007). Myös jaloissa, kivespussissa, esinahassa ja utareessa voi esiintyä turvotusta (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Taudin oireet kuitenkin vaihtelevat viruskannan virulenssin, hevosen iän ja ympäristöolosuhteiden mukaan (teoksessa Wood ym. 2007). Kantaville tammoille arteriittivirus voi aiheuttaa abortteja (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Abortti tapahtuu yleensä noin kahden viikon kuluttua akuutista infektiosta ja usein aborttia edeltää tamman yllä kuvatut kliiniset oireet (teoksessa Wood ym. 2007). Vastasyntyneillä varsoilla arteriittivirus voi aiheuttaa kuumetta, leukopeniaa ja keuhkokuumetta, ja varsojen kuolleisuus on korkea (teoksessa Wood ym. 2007).

Virusarteriitissa huomattavaa on, että tartunnasta aiheutuvat kliiniset oireet ja niiden vakavuus eivät ole sidoksissa infektioreittiin. Vaikka toinen hevonen saisi tartunnan sukupuoliteitse ja toinen hengitysteiden kautta, niin hevosille voi kehittyä samanlainen oireisto (teoksessa Wood ym. 2007).

2.2.3.4 Virusarteriitin hoito ja ennaltaehkäisy

Virusarteriittiin, kuten muihinkaan virusinfektioihin, ei ole spesifistä hoitoa ja hevoset paranevat taudista useimmiten itsestään (teoksessa Balasuriya & MacLachlan 2014). Kuitenkin vakavammin oireilevia hevosia voidaan tukihoitaa tulehduskipulääkkein ja turvotusta voidaan hillitä diureeteilla (katsauksessa Timoney & McCollum 1993). Lisäksi lepo on tärkeää (katsauksessa Timoney & McCollum 1993). Oireettomille kantajoriille ei myöskään ole olemassa hoitoa, joka poistaisi kantajuuden, kirurgista kastroatiota lukuun ottamatta (teoksessa Balasuriya & MacLachlan 2014). On kuitenkin havaittu, että orin kantajuus on selvästi riippuvaista testosteronista, ja testosteronisuppressiota on tutkittu kantajuuden katkaisemisessa (katsauksessa Glaser ym. 1996, teoksessa Balasuriya & MacLachlan 2014).

Sekä virulenttien että ei-virulenttien kantojen aiheuttama tartunta saa aikaan pitkäaikaisen immuniteetin kaikkia kantoja vastaan (teoksessa Balasuriya & MacLachlan 2014). Virukselle immuunien tammojen varsat saavat vasta-aineita emältään ternimaidon kautta, ja varsojen immuniteetti kestää kahdesta kuuteen kuukautta (McCollum 1976).

Ulkomailla virusarteriitin vastustamiseksi on olemassa rokote (teoksessa Morley & Pusterla 2014), mutta Suomessa rokote ei ole käytössä, vaan arteriitivirusen leviämistä pyritään kontrolloimaan tuontisperman pakollisilla tutkimuksilla (Evira 2015b). Lisäksi hyväksytyillä oriasemilla käytettävien orien sperman tutkiminen on pakollista (Evira 2015b). Arteriitivirusen leviämisen ehkäisyssä tärkeää on myös sairaiden hevosten eristys ja mielellään myös tiineiden tammojen pitäminen erillään muista hevosista (katsauksessa Holyoak ym. 2008). Jos talliin tulee uusia hevosia, tulisi ne pitää erillään muista hevosista 3-4 viikon ajan (katsauksessa Holyoak ym. 2008). Virusarteriitti kuuluu Suomessa kuukausittain ilmoitettaviin eläintauteihin (Evira 2014d).

2.2.4 Riniittivirukset

2.2.4.1 Riniittivirusten ominaisuudet

Hevosten riniittivirukset jaetaan riniitti A- (ERAV, equine rhinitis A virus) ja B-viruksiin (ERBV, equine rhinitis B virus) ja ne kuuluvat *Picornaviridae*-heimoon (katsauksessa Horsington ym. 2013). Riniitti A-viruksesta tunnetaan vain yksi serotyyppi ja se kuuluu *Aphthovirus*-sukuun, samoin kuin suu- ja sorkkatautivirus (Li ym. 1996, katsauksessa Horsington ym. 2013). Riniitti B-virusta on kolme eri serotyyppiä, ja ne kuuluvat *Erbovirus*-sukuun (katsauksessa Horsington ym. 2013). Picornavirukset ovat vaipattomia yksisäikeisiä RNA-viruksia (katsauksessa Horsington ym. 2013), ja ne ovat melko kestäviä erilaisissa ympäristöolosuhteissa (Carman ym. 1997). Hevosten riniittiviruksille läheistä sukua olevat ihmisten rinovirukset ovat erittäin yleisiä ihmisten hengitystietulehdusviruksia (teoksessa Savage ym. 2013).

Riniittiviruksia esiintyy hevosilla melko yleisesti, ulkomaisissa tutkimuksissa seroprevalenssin on todettu olevan 20-80 % (teoksessa Savage ym. 2013). Usein riniittivirus todetaan muiden virusten yhteydessä (Diaz-Mendez ym. 2010, teoksessa Savage ym. 2013), mutta se voi olla myös ainoa taudinaiheuttaja (Li ym. 1997). Riniittivirusta esiintyy yleisemmin nuorilla hevosilla kuin vanhemmilla (Lynch ym. 2013).

2.2.4.2 Riniittivirusten patogeneesi

Riniittivirukset leviävät aerosolien mukana tai epäsuorasti kontaminoitujen esineiden välityksellä (teoksessa Savage ym. 2013). Hengitysteihin päästyään ne replikoituvat nenäontelon epiteelisoluissa (teoksessa Savage ym. 2013). Riniitti A-virus aiheuttaa usein vireman (teoksessa Savage ym. 2013). Riniitti A-virusta erittyy myös virtsaan, jolloin virtsatessa muodostuvat aerosolit ovat merkittävä tartuntariski (Lynch ym. 2013). Lynchin ym. (2013) totesivat, että kokeellisesti infektoiduilta hevosilta erittyi virusta virtsaan niin kauan kuin näytteitä tutkittiin, eli 37 päivän ajan infektion jälkeen. Tarkkaan ei siis ole tiedossa kuinka kauan virusta erittyy virtsaan, mutta yhdessä tutkimuksessa erityksen on todettu kestävän jopa 146 päivää (teoksessa Savage ym. 2013). Virus on eristettävissä pienissä määrin myös ulosteesta (teoksessa Savage ym. 2013).

2.2.4.3 Riniittivirustartunnan oireet

Yleisesti riniittivirusten aiheuttama hengitystieinfektio on melko lievä tai kohtalainen, kuitenkin oireet ovat melko vaihtelevat (teoksessa Savage ym. 2013). Subkliiniset infektiot ovat yleisiä ja taudin inkubaatioaika on 3-8 vuorokautta (teoksessa Savage ym. 2013). Esimerkiksi Lynchin ym. (2013) tutkimuksessa kokeellisesti infektoidut hevoset eivät saaneet lainkaan kliinisiä oireita. Diaz-Méndez ym. (2014) taas saivat toisenlaisia tuloksia tutkiessaan riniittiviruksen aiheuttamia oireita kokeellisesti infektoiduilla poneilla. Poneilla havaittiin lievää kuumetta, vähäistä tai kohtalaista seroosia sierainvuotoa, korostuneet hengitysäänet, suurentuneet leuanalusimusolmukkeet ja vaihtelevasti silmävuotoa. Sierainvuotoa havaittiin noin kahdeksan päivän ajan ja ensimmäisen kerran sitä havaittiin 36 tuntia infektion jälkeen. Ensimmäiset oireet havaittiin 24 tunnin kuluttua infektiosta. Lisäksi hengitysteiden tähytyksessä havaittiin purulenttia eritettä alahengitysteissä vuorokauden kuluttua infektiosta, ja sitä havaittiin niin kauan kuin tutkimus jatkui eli 21 vuorokauden ajan. Aluksi erite oli kirkasta ja seroosia, mutta päivästä 7 lähtien se oli limaisempaa ja paksumpaa (Diaz-Méndez ym. 2014). Diaz-Méndezin ym. (2014) tutkimuksessa poneille kuitenkin annettiin kolme annosta deksametasonia ennen virusaltistusta, minkä tarkoituksena oli aiheuttaa ponien elimistöön stressireaktio ja näin saada aikaan voimakkaammat ja selkeät oireet.

2.2.4.4 Riniittivirustartunnan hoito ja ennaltaehkäisy

Riniittivirustartuntaan ei ole spesifistä hoitoa vaan hoito on oireenmukaista (teoksessa Savage ym. 2013). Riniittivirusrokotetta ei ole markkinoilla Suomessa, eikä ollut muuallakaan maailmassa vuoteen 2012 saakka, jolloin markkinoille tuli inaktivoitu rokote riniitti A-virusta vastaan (teoksessa Savage ym. 2013). Rokotteen lupa on kuitenkin vielä ehdollinen, koska rokotetutkimukset ovat vielä osittain kesken (teoksessa Savage ym. 2013).

2.2.5 Muut hevosten hengitystievirukset

2.2.5.1 Adenovirukset

Adenovirus on *Mastadenovirus*-sukuun kuuluva vaipaton kaksisäikeinen DNA-virus (teoksessa Savage ym. 2013). Adenovirukset jaetaan serotyyppeihin 1 ja 2 (EAdV1 ja EAdV2) (teoksessa Savage ym. 2013). Tyypin 1 adenovirusta on eristetty hengitystietulehdusta sairastavien varsojen hengitysteistä (Ardans ym. 1973, katsauksessa McChesney & England 1975), kun taas tyypin 2 adenovirusta on eristetty ripulia sairastavien varsojen ulosteesta (Studdert & Blackney 1982). Adenovirus voi aiheuttaa myös aikuisille hevosille keuhkokuumetta ja ylähengitystietulehduksen oireita, mutta se on harvinaisempaa (teoksessa Wood ym. 2007). Arabianhevosvarsoilla tavataan adenoviruksen aiheuttamaa SCID-oireyhtymää (severe combined immunodeficiency disease) (teoksessa Wood ym. 2007), joka johtuu synnynnäisestä immuunijärjestelmän vajaakehityksestä ja johtaa usein kuolemaan (katsauksessa McChesney & England 1975). Adenovirusta on kuitenkin todettu myös kliinisesti terveillä varsoilla ja aikuisilla hevosilla (Bell ym. 2006a). Useimmilla vastustuskykyisillä aikuisilla hevosilla ja varsoilla tartunta onkin subkliininen (teoksessa Savage ym. 2013).

Jos hevosella on normaali immuunipuolustus, adenovirustartunta voi aiheuttaa lievän ylähengitystieinfektion (teoksessa Savage ym. 2013). Eräissä tutkimuksissa kokeellisesti infektoiduille normaaleille varsoille kuitenkin aiheutui akuutti ylähengitystietulehdus, johon liittyi mukopurulentti sierainvuoto, syömättömyys, kuume, tihentynyt hengitys sekä follikulaarinen konjunktiviitti (teoksessa Savage ym. 2013).

Adenovirus tarttuu pisaratartuntana tai suoran kontaktin välityksellä joko hengitysteiden tai silmien kautta (teoksessa Savage ym. 2013). Virus replikoituu sekä ylä- että alahengitysteiden epiteelisoluissa (teoksessa Savage ym. 2013). Tyypin 1 adenovirusta esiintyy kaikkialla maailmassa, ja sen seroprevalenssi vaihtelee alle 2 %:sta 100 %:iin (teoksessa Studdert 1996a).

2.2.5.2 Reovirukset

Reoviridae-heimoon (Respiratory Enteric Orphan virus) kuuluu kolme eläinlääkinnällisesti tärkeää virussukua, *orthoreovirus*, *orbivirus* ja *rotavirus* (teoksessa Studdert 1996b). Näistä orthoreovirukset aiheuttavat lieviä hengitystie- ja

suolistotulehduksia monelle eri nisäkäslajille (teoksessa Quinn ym. 2002). Reovirukset ovat vaipattomia kaksisäikeisiä RNA-viruksia ja hevosten reoviruksista tunnetaan kolme eri serotyyppiä (teoksessa Studdert 1996b).

Reovirustartunnan oireina havaitaan lievä, kirkas sierain- ja silmävuoto, konjunktiviitti ja joillakin hevosilla yskä (teoksessa Browning 1996). Yleensä ei esiinny kuumetta, mutta rasiuksensieto heikkenee (teoksessa Browning 1996). Oireet alkavat lieventyä kahden viikon sisällä, mutta ne voivat olla vakavimmat, jos hevosta rasitetaan tartunnan aikana (teoksessa Browning 1996). Virus tarttuu hengitysteiden välityksellä, mutta se on eristettävissä hengitysteiden lisäksi ulosteesta (teoksessa Browning 1996). Eräässä tutkimuksessa ulosteesta eristetty virus aiheutti lievän riniitin ja sidekalvontulehduksen, mutta suolistotulehduksen oireita ei ilmennyt (Conner ym. 1984). Virus voikin tarttua myös ulosteen välityksellä, ja se replikoituu hengitysteiden ja sidekalvon lisäksi todennäköisesti myös suoliston epiteelissä, mutta tartunnat eivät kuitenkaan aiheuta hevosille suolistotulehduksen oireita (teoksessa Browning 1996).

Maailmalla tehdyissä prevalenssitutkimuksissa on todettu, että jopa 60 %:lla hevosista tavataan vasta-aineita ainakin yhdelle reoviruksen serotyypille (teoksessa Browning 1996). Suomessa esiintyvyyttä ei ole tutkittu, mutta reovirus on yleinen Euroopassa ja todennäköisesti myös Suomessa (Evira 2014b).

2.2.5.3 Hendravirus

Hendravirus tunnettiin aiemmin nimellä hevosen morbillivirus, ja tämä virus havaittiin vasta vuonna 1994, kun ensimmäinen hendravirus-epidemia todettiin (teoksessa Savage ym. 2013). Virus kuuluu *Henipavirus*-sukuun ja se on yksisäikeinen vaipallinen RNA-virus (teoksessa Savage ym. 2013). Tartunta on harvinainen, ja kaikki todetut tapaukset tähän mennessä ovat sijoittuneet Australiaan (teoksessa Savage ym. 2013). Hendravirus-tartunta aiheuttaa vakavan akuutin hengitystietulehduksen ja kuolleisuus on korkea (teoksessa Savage ym. 2013). Hevonen kuolee yleensä 48 tunnin sisällä tartunnasta (teoksessa Savage ym. 2013), ja virus voi aiheuttaa myös neurologisia oireita (Field ym. 2010). Hendravirus on myös zoonoosi, ja Australiassa epidemioiden yhteydessä onkin kuollut myös sairastuneiden hevosten kanssa tekemisissä olleita ihmisiä (Playford ym. 2010, teoksessa Savage ym. 2013).

Hendravirusen reservoaarina toimivat hedelmälepakot, mutta tarkasti ei ole tiedossa, miten hendravirus tarttuu lepakoista hevosiin (Halpin ym. 2011). Tarttuminen lepakosta hevoseen on kuitenkin melko harvinainen tapahtuma (Halpin ym. 2011). Hendravirus tarttuu todennäköisesti hevosesta toiseen suoran kontaktin välityksellä (teoksessa Savage ym. 2013). Hendravirus ei tartu suoraan lepakosta ihmiseen, vaan ihmiset ovat saaneet tartunnan hevosesta (Playford ym. 2010). Ihmisestä toiseen tapahtuvista tartunnoista ei myöskään ole havaittu viitteitä (Playford ym. 2010).

2.2.5.4 Afrikkalainen hevosrutto

Afrikkalainen hevosrutto (African horse sickness, AHS) on vektorivälitteinen hevoseläinten virustauti, jota ei ole esiintynyt Suomessa (Evira 2011). AHS-virus kuuluu *Orbivirus*-sukuun ja samaan *Reoviridae*-heimoon reovirusten kanssa (teoksessa Wood ym. 2007). Virusta levittää *Culicoides*-suvun polttiaiset (teoksessa Wood ym. 2007). Afrikkalaisen hevosruton oireet ovat voimakkaat ja kuolleisuus on korkea etenkin vastustuskyvyttömällä hevosilla, joilla kuolleisuus on 70-95 % (teoksessa Wood ym. 2007). Etelä-Afrikkalaisilla aaseilla ja seeproilla tartunta on yleensä subkliininen, ja ne voivat toimia oireettomina kantajina ja taudin levittäjinä (teoksessa Wood ym. 2007). Afrikan lisäksi sairautta on esiintynyt Lähi-idässä, Intiassa, Espanjassa ja Portugalissa (teoksessa Wood ym. 2007).

Afrikkalaista hevosruttoa esiintyy neljää eri muotoa, joista vakavin on keuhkomuoto, johon vastustuskyvyttömät hevoset yleensä sairastuvat (teoksessa Wood ym. 2007). Sen oireisiin kuuluu korkea kuume, vakavat hengitysvaikeudet, kohtauksittainen yskä ja runsas, vaahtoava sierainvuoto (teoksessa Wood ym. 2007). Keuhkomuoto voi johtaa kuolemaan jopa muutaman tunnin sisällä oireiden alkamisesta (teoksessa Wood ym. 2007). Sydänmuodon selkein oire on pään ja niskan alueen turvotus ja myös petekkioita voi olla havaittavissa (teoksessa Wood ym. 2007). Sydänmuodon kuolleisuus on noin 50 % (teoksessa Wood ym. 2007). Tauti voi esiintyä myös keuhko- ja sydänmuotojen yhdistelmänä (teoksessa Wood ym. 2007). Lievin tautimuoto, hevosruttokuume (Horsesickness fever), muistuttaa oireiltaan enemmän muita hengitystievirooseja. Oireisiin kuuluu kuume, pään alueen turvotus, ruokahaluttomuus sekä lievästi tihentynyt hengitys ja kohonnut sydämen syke (teoksessa Wood ym. 2007).

Afrikkalainen hevusrutto kuuluu lakisääteisesti vastustettaviin, helposti leviäviin eläintauteihin ja todetusta tai epäilystä taudista on ilmoitettava viipymättä (Evira 2014d). Parhaiten taudin leviämistä voidaan ennaltaehkäistä vähentämällä altistumista polttiaisten pistoille (teoksessa Wood ym. 2007). Taudin leviämisen ehkäisyssä uusiin maihin on erittäin tärkeää, ettei tautia kantavia eläimiä tuoda maihin, joissa tautia ei ole esiintynyt (Evira 2011). Culicoides-polttiaisten sopeutuminen yhä pohjoisemmaksi voi kuitenkin laajentaa afrikkalaisen hevusruton levinneisyyttä (Evira 2011).

2.3 Hengitystievirosit Suomessa

Hevosten hengitystievirosien yleisyydestä Suomessa ei ole tarkkaa tietoa, koska esimerkiksi Eviraan lähetetään vuosittain erittäin vähän hevosten virusnäytteitä (Evira 2012c). Siksi valtaosa hevosten virustaudeista jää toteamatta (Evira 2012c). Näytteiden vähäinen määrä johtuu osittain siitä, että hevosilta ei Suomessa oteta muita viranomaisnäytteitä kuin CEM:in (Contagious Equine Metritis, tamman tarttuva kohtutulehdus) varalta. Näytteitä otetaan siis lähinnä taudinpurkausten yhteydessä sekä hevosten ja niiden sukusolujen tuonnin ja viennin yhteydessä (Evira 2012b). Muissakin maissa on kuitenkin todettu, että hengitystievirosit diagnosoidaan useimmiten vain oireiden perusteella, ja harvoin selvitetään taudin tarkka aiheuttaja laboratoriotutkimuksin (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Lisäksi näytteitä voidaan tutkia muissakin laboratorioissa, minkä takia kaikki tulokset eivät ole Eviran tiedossa. Etenkään harvinaisempien hengitystievirusten, eli gammaherpes-, riniitti-, adeno- ja reovirusten esiintyvyydestä ei ole tietoa, koska Evirassa tutkitaan virusnäytteet vain influenssan, tyyppien 1 ja 4 herpesvirusten sekä arteriittivirusten varalta (Evira 2014b). Harvinaisempien virusten osalta näytteitä voidaan lähettää yksityisiin kaupallisiin laboratorioihin, mutta tutkimusten tuloksia ei raportoida julkisesti, joten esiintyvyydestä ei saada tietoa.

Vuoden 2012 syksyllä Evira aloitti tutkimushankkeen ”Tarttuvien tautien hallinta hevostalouden tukena”, joka kesti vuoden 2013 loppuun. Hanke toteutettiin yhteistyössä Suomen Hippoksen ja Helsingin yliopiston kanssa, ja hankkeen tavoitteena oli selvittää tarkemmin tarttuvien tautien esiintyvyyttä Suomessa (Evira 2015a). Tutkimuksen kohteina olivat erityisesti tuontihevokset ja siitosoriit, mutta eläinlääkäreitä pyydettiin lähettämään näytteitä myös epäilyttävistä sairastapauksista. Tarttuvien tautien

esiintyvyyden selvittämisen lisäksi hankkeen tavoitteena oli lisätä tietoisuutta hevosten tuontiin liittyvistä tautiuhkista, lisätä pysyvää näytteenottoa sekä luoda pohja hevostautien seurantajärjestelmän ja hevosten tautivastustusohjelman kehittämiseksi (Evira 2015a). Hankkeen myötä Eviraan lähetettyjen näytteiden määrä lisääntyi selvästi vuonna 2013, mutta virustauteja ei kuitenkaan todettu merkittävästi enempää edellisiin vuosiin verrattuna (Taulukot 1-3). Ainoastaan herpesvirustartuntoja todettiin pariseeruminäytteissä selvästi enemmän kuin aikaisempina vuosina (Taulukko 2).

Taulukko 1. Evirassa vuosina 2009-2013 tutkittujen hevosinfluenssanäytteiden määrä. Virusosoitusten (PCR ja viruseristys) ja pariseeruminäytteiden määrät on esitetty erikseen. Taulukossa on esitetty myös kullakin tutkimustavalla todettujen tautien määrät. Suluissa on esitetty epäilyttävien tulosten määrä. (Evira 2010, 2012b, 2012c, 2013, 2014a)

Vuosi	PCR ja viruseristys		Pariseeruminäytteet	
	Tutkittu	Todettu	Tutkittu	Todettu
2009	23	0	ei ilmoitettu	2 (1)
2010	32	0	69	1
2011	39	0	90	0
2012	53	0	118	1
2013	127	0	300	0

Taulukko 2. Evirassa vuosina 2009-2013 tutkittujen EHV-1 ja EHV-4 –näytteiden määrä. Virusosoitusten (PCR ja viruseristys) ja pariseeruminäytteiden määrät on esitetty erikseen. Taulukossa on esitetty myös kullakin tutkimustavalla todettujen tautien määrät. Suluissa on esitetty epäilyttävien tulosten määrä. (Evira 2010, 2012b, 2012c, 2013, 2014a)

Vuosi	PCR ja viruseristys		Pariseeruminäytteet	
	Tutkittu	Todettu	Tutkittu	Todettu
2009	108	5	111	3 (3)
2010	128	4	123	0
2011	143	8	202	1
2012	84	2	138	0
2013	273	4	448	22

Taulukko 3. Evirassa vuosina 2009-2013 tutkittujen virusarteriittinäytteiden määrä. Virusosoitusten (PCR ja viruseristys) ja pariseeruminäytteiden määrät on esitetty erikseen. Taulukossa on esitetty myös kullakin tutkimustavalla todettujen tautien määrät. (Evira 2010, 2012b, 2012c, 2013, 2014a)

Vuosi	PCR ja viruseristys		Pariseeruminäytteet	
	Tutkittu	Todettu	Tutkittu	Todettu
2009	109	1	111	0
2010	125	2	149	0
2011	129	1	187	1
2012	88	0	159	1
2013	294	0	445	1

2.3.1 Hevosten rokotukset Suomessa

Suomessa hevosia rokotetaan yleisesti hevosinfluenssaa vastaan, ja osa hevosista rokotetaan myös herpesvirusta vastaan. Influenssarokotus on pakollinen kilpailuihin osallistuville hevosille (SRL 2009, Hippos 2015). Ratsastuskilpailuissa tämä sääntö on ollut voimassa jo pitkään, mutta ravikilpailuissa sääntö tuli voimaan 1.1.2010, mikä lisäsi influenssarokotusten määrää jo vuoden 2009 loppupuolella (Evira 2010).

Suomessa suurella osalla hevosista onkin influenssaviruksen vasta-aineita. Vuonna 2012 vasta-aineita todettiin noin 80 %:ssa Evirassa tutkituista seeruminäytteistä ja vuonna 2013 noin 70 %:ssa näytteistä (Evira 2013, 2014a).

2.3.1.1 Influenssarokotus

Suomessa markkinoilla olevat hevosinfluenssarokotteet sisältävät tuoteselosteiden mukaan inaktivoituja viruksia tai viruksen osia. Rokotuksen seurauksena muodostuneet vasta-aineet sitoutuvat viruksen hemagglutiniiniin, mikä estää viruksen lisääntymisen (katsauksessa Cullinane & Newton 2013). Influenssarokotteet eivät kuitenkaan aina anna täydellistä suojaa hevoselle, vaan hevosen subkliininen infektoituminen on mahdollista rokotuksesta huolimatta. Rokotettujen hevosten infektiot ovat kuitenkin yleensä lieväoireisia ja rokotetut hevoset erittävät virusta vähemmän aikaa kuin rokottamattomat (katsauksessa Cullinane & Newton 2013). Rokote ei anna yhtä hyvää suojaa hevosinfluenssaa vastaan kuin luonnollinen infektio, koska luonnollinen infektio aiheuttaa monipuolisemman ja pitkäkestoisemman immunitetin kuin rokote (katsauksessa Myers & Wilson 2006). Rokotteen antama epätäydellinen suoja voi johtua myös siitä, että rokotteen sisältämät viruskannat eivät ole olleet samoja kuin infektion aiheuttanut viruskanta (katsauksessa Cullinane & Newton 2013).

Varsan ensimmäinen rokotus suositellaan annettavaksi aikaisintaan kuuden kuukauden iässä, koska ennen tätä ikää emältä saadut eli maternaaliset vasta-aineet voivat häiritä immunitetin muodostumista (Cullinane ym. 2001). Jos varsa on saanut liian vähän ternimaitoa tai tautipaine on muuten suurentunut, voidaan varsa rokottaa ensimmäisen kerran jo 3-4 kuukauden iässä, mutta tällöin rokotusohjelma tulee kuitenkin aloittaa alusta 6 kuukauden iässä (teoksessa Kariaho ym. 2015). Eviran suositteleman rokotusohjelman mukaan varsat perusrokotetaan kahdesti, 5-6 kuukauden iässä ja 6-7 kuukauden iässä, minkä jälkeen ensimmäinen tehosterokotus annetaan vuoden ikäisenä. Tämän jälkeen tehosterokotukset annetaan puolen vuoden tai vuoden välein. Nuorille hevosille, joilla tautipaine on suurempi, suositellaan tehosterokotuksia puolivuositain neljän vuoden ikään saakka (Evira 2014c). Suomessa saatavilla olevien rokotteiden valmistajien ohjeistus on vastaava kuin Eviran, sillä erolla, että rokotteiden valmistajat lupaavat 12 kuukautta kestävänsä suojan heti ensimmäisen tehosterokotuksen jälkeen (teoksessa Kariaho ym. 2015). Kuitenkin eri lähteiden mukaan useimpien influenssarokotteiden teho kestää 4-6 kuukautta tai jopa vain muutamasta viikosta

seitsemään kuukauteen (katsauksessa Myers & Wilson 2006, katsauksessa Cullinane & Newton 2013).

Suomen Ratsastajainliiton (SRL) ja Hippoksen rokotusmääräykset ratsastus- ja ravikilpailuissa eivät täysin vastaa Eviran suosituksia eikä rokotteiden valmistajien suosituksia (SRL 2009, Hippos 2015). SRL:n säännöt mukailevat muuten näitä suosituksia, mutta SRL:n säännöt sallivat toisen perusrokotuksen antamisen 21-92 vuorokauden sisällä ensimmäisestä perusrokotteesta (SRL 2009). Hippoksen sääntöjen mukaan toinen perusrokotus on annettava 21-92 vuorokauden sisällä ensimmäisestä perusrokotteesta, ja tämän jälkeen rokotukset ovat sääntöjen mukaan heti voimassa 12 kuukauden ajan (Hippos 2015). Jos rokotukset annetaan näiden sääntöjen mukaan eikä huomioida rokotteen valmistajien ja Eviran ohjeita, ei täydellistä suojaa influenssaa vastaan välttämättä synny.

2.3.1.2 Herpesrokotus

Herpesrokotteet ovat Suomessa erityisluvallisia, ja rokotteita on olemassa tyyppien 1 ja 4 herpesviruksia vastaan (Evira 2014c). Herpesrokotus ei ole pakollinen kilpailuissa, mutta rokottaminen voi olla aiheellista ainakin, jos tallilla on kantavia tammoja ja varsoja (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Herpesrokote ei kuitenkaan anna täyttä suojaa infektiota vastaan, koska rokote aiheuttaa pääasiassa vain humoraalisen immunitietin aktivaation. Luonnollisen infektion seurauksena muodostunut immunitietti on todennäköisesti humoraalisen ja soluvälitteisen immunitietin yhdistelmä, mikä antaa paremman suojan uutta infektiota vastaan. Lisäksi luonnollinen infektio aiheuttaa vasta-aineiden muodostumisen hengitysteiden limakalvolla (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Vaikka herpesrokote ei anna täyttä suojaa infektiota vastaan, lieventää se kuitenkin taudin oireita, viremiaa ja vähentää viruseritystä. Lyhyemmän ja niukemman viruserityksen ansiosta viruksen leviäminen hevosesta toiseen on hitaampaa (katsauksessa Harless & Pusterla 2006).

Varsojen maternaaliset vasta-aineet huonontavat myös herpesrokotteiden tehoa, joten varsat tulisi rokottaa aikaisintaan viiden kuukauden ikäisinä (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Lisäksi on todettu, että inaktivoidulla rokotteella tarvitaan vähintään kolme rokotuskertaa, jotta vasta-ainetaso nousee riittävälle tasolle. Kuitenkin on todettu myös, että varsat infektoituvat herpesviruksilla jo ennen vierotusikää (Gilkerson ym.

1999), minkä takia rokotusohjelma pitää suunnitella huolellisesti tarvittavan suojan saavuttamiseksi. Katsauksessaan Harless ja Pusterla (2006) ehdottavat rokotusohjelmaa, jossa tamma rokotetaan yhteensä neljä kertaa ennen varsomista hyvän vasta-ainetason saavuttamiseksi ternimaidossa. Varsan rokotukset suositellaan aloitettavaksi 4-6 kuukauden ikäisenä, jolloin annetaan kaksi perusrokotusta kuukauden välein, minkä jälkeen kolmas rokotus annetaan 8-12 viikkoa myöhemmin. Tämän jälkeen tehosterokotukset suositellaan annettavaksi 3-6 kuukauden välein (katsauksessa Harless & Pusterla 2006).

2.4 Epidemioiden ennaltaehkäisy ja toiminta epidemiatilanteessa

2.4.1 Taudinpurkausten ennaltaehkäisy

Koska rokotteet eivät anna täydellistä suojaa hengitystievirusia vastaan, eikä kaikkia viruksia vastaan ole saatavilla rokotetta, on erittäin tärkeää, että virusten leviämistä ennaltaehkäistään muillakin tavoin rokotusten lisäksi. Virukset tarttuvat suorien kontaktien lisäksi esimerkiksi vaatteiden, hoitovälineiden ja ruoka- ja juoma-astioiden välityksellä (teoksessa Morley & Pusterla 2014), joten jokaisella hevosella tulee olla omat varusteet ja hoitovälineet. Ratsastajien tulisi käyttää eri vaatteita käydessään eri talleilla. Myös tallin hyvä hygienia ja päivittäinen puhtaanapito ovat erittäin tärkeitä tartuntojen ennaltaehkäisyssä (teoksessa Hautala & Nevalainen 2007).

Hevoset olisi hyvä jakaa ryhmiin tartuntariskin mukaan. Kantavat tammot, nuoret hevoset ja kilpailevat hevoset tulisi pitää erillään, koska kilpailevat hevoset matkustavat paljon ja voivat tuoda talliin taudinaiheuttajia. Nuoret hevoset taas ovat muita herkempiä infektioille ja kantavien tammojen terveenä pysyminen on erityisen tärkeää (katsauksessa Myers & Wilson 2006). Jos tallille tulee uusi hevonen, tulisi se pitää erillään muista hevosista 2-3 viikon ajan ja samalla seurata sen terveydentilaa tarkoin (katsauksessa Myers & Wilson 2006).

Hevosen hyvä yleiskunto on tärkeä, jotta immuunipuolustus toimisi mahdollisimman hyvin. Tämän saavuttamiseksi ruokinnan tulee olla tasapainossa (katsauksessa Myers & Wilson 2006). Myös talli-ilman puhtaus on tärkeää, koska pölyinen talli-ilma ärsyttää hengitysteitä ja voi huonontaa hevosen vastustuskykyä (teoksessa Hautala & Nevalainen 2007). Hevosen kokema stressi tulisi myös minimoida, koska esimerkiksi

latentit herpesvirukset voivat aktivoitua stressin seurauksena (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Esimerkiksi kuljetus voi olla hevoselle stressitekijä, mikä lisää entisestään kilpahevosten riskiä sairastua. Lisäksi hevosten terveydentilaa on syytä tarkkailla päivittäin, koska ajoissa havaittuna infektio on helpompi saada kuriin (teoksessa Morley & Pusterla 2014).

2.4.2 Toiminta epidemiatilanteessa

Epidemiatilanteessa ensiarvoisen tärkeää on sairaiden hevosten eristäminen mahdollisuuksien mukaan. Oireilevat hevoset eristetään heti kun oireita havaitaan, jo ennen kuin diagnoosi on varmistunut (katsauksessa Myers & Wilson 2006). Altistuneita hevosia, jotka ovat olleet kontaktissa sairastuneisiin hevosiin, mutta eivät vielä oireile, tulee tarkkailla erityisen tarkasti sairastumisen varalta. Oireilevien hevosten rasittaminen lopetetaan heti, ja myös altistuneiden hevosten rasiustasoa olisi hyvä laskea (katsauksessa Myers & Wilson 2006). Altistuneet hevoset eristetään myös erityisessä sairastumisriskissä olevista, eli varsoista, nuorista hevosista, rokottamattomista hevosista ja kantavista tammoista (katsauksessa Myers & Wilson 2006). Hevosten eristämisen lisäksi ylimääräisten ihmisten kulkua eristetyille alueelle tulee rajoittaa, ja eristetyille alueelle mennessä ja sieltä poistuttaessa jalkineet desinfioidaan desinfiointialtaassa. Mieluiten eristysalueella tulisi olla käytössä kokonaan omat jalkineet ja vaatteet. Eristysalueelle viedään kaikki tarvittavat hoitotarvikkeet, eikä niitä käytetä muissa tiloissa. Lisäksi hyvä käsihygienia on erittäin tärkeää (teoksessa Hautala & Nevalainen 2007).

Sairaiden ja altistuneiden hevosten eristämisen lisäksi hevosten hoitojärjestyksen tulee olla sellainen, että terveet ja erityisessä sairastumisriskissä olevat hevoset hoidetaan ensimmäiseksi, minkä jälkeen hoidetaan altistuneet hevoset ja viimeiseksi sairastuneet. Mieluiten sairailta hevosilla tulisi olla kokonaan omat hoitajansa (katsauksessa Harless & Pusterla 2006). Myös säännöllisesti rokotettujen hevosten mahdollisia oireita tulee tarkkailla, koska nämä hevoset voivat sairastua subkliinisesti ja toimia myös viruksen levittäjinä (katsauksessa Myers & Wilson 2006). Kaikki hevosliikenne tallilta pois ja tallille on pysäytettävä, ettei virus pääse leviämään muille talleille (katsauksessa Myers & Wilson 2006).

Nopea diagnostiikka on tärkeää epidemiatilanteessa. Kaikilta oireilevilta hevosilta otetaan sierainlimanäytteet viruksen tunnistamista varten ja seeruminäytteet vasta-ainetutkimusta varten (katsauksessa Myers & Wilson 2006). Hematologian avulla saadaan kuitenkin näitä nopeammin selville, onko kyse tulehduksellisesta tilasta (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Kun sairastuneet ja altistuneet hevoset on eristetty ja diagnostiikka aloitettu, voidaan vielä antaa tehosterokote altistumattomille hevosille niiden vastustuskyvyn parantamiseksi (katsauksessa Myers & Wilson 2006). Epidemian jälkeen talli tulee pestä ja desinfioida. Talli tyhjenetään kokonaan ja pestään esimerkiksi painepesurilla. Pesun jälkeen talli desinfioidaan. Myös kontaminoituneet välineet ja hoitotarvikkeet tulee pestä ja desinfioida (teoksessa Hautala & Nevalainen 2007).

3 POHDINTA

Hengitystieviroosien esiintyvyydestä Suomessa ei ole tarkkaa tietoa. Eviraan lähetetään vuosittain hyvin vähän hevosten hengitystienäytteitä (Evira 2012c), mutta tämä ei kuitenkaan todennäköisesti kerro siitä, etteikö Suomessa esiintyisi enempää hengitystievirooseja. Todennäköisesti hengitystievirooseja esiintyy Suomessa yleisesti, mutta taudin diagnoosi tehdään useimmiten ainoastaan oireiden perusteella selvittämättä todellista taudinaiheuttajaa. Taudin syyn selvitys olisi kuitenkin tärkeää, jotta epidemiatilanteessa osattaisiin toimia parhaalla mahdollisella tavalla (teoksessa Morley & Pusterla 2014). Esimerkiksi viruksen erityis- ja inkubaatioaika sekä tartuntareitti vaikuttavat epidemiatilanteen hallintaan. Perustoimenpiteet epidemioiden rajoittamiseksi ovat kuitenkin samoja kaikille hengitystieviruksille (teoksessa Morley & Pusterla 2014).

Taulukosta 1 nähdään, että influenssavirusta ei ole osoitettu lainkaan Eviraan lähetetyissä näytteissä vuosina 2009-2013. Pariseeruminäytteilläkin hevosinfluenssa on diagnosoitu vain muutaman kerran. Toisaalta myös tutkittujen näytteiden määrä on pieni. Virusta ei kuitenkaan ole todettu myöskään vuonna 2013, jolloin näytteitä lähetettiin enemmän. Herää kysymys, miksi virusta ei suuremmasta näytemäärästä huolimatta ole todettu. Toki on mahdollista, että Suomen hevospopulaatiolla on niin

hyvä vastustuskyky, ettei tautia juuri esiinny. Kyse voi olla myös siitä, että vaikka rokotetulla hevosella olisi influenssatartunta, erittää se virusta niin vähän aikaa, ettei erityis ole enää ollut riittävää näytteenottohetkellä. Yllättävä tulos voi johtua myös näytteenottotekniikasta, koska on todettu, että syväselvitysnäytteillä saadaan virus todennäköisemmin osoitettua kuin sierainlimanäytteillä (Paillot ym. 2013). Suomessa voitaisiinkin siirtyä yleisemmin syväselvitysnäytteiden ottoon. On myös mahdollista, ettei virus säily kaikissa näytteissä tutkimukseen asti esimerkiksi pitkien matkojen vuoksi.

Taulukoista 1-3 havaitaan myös, että tyyppien 1 ja 4 herpesvirukset olivat viruksista ainoat, joita diagnosoitiin aiempaa enemmän näytteiden lisääntymisen myötä. Tartuntoja tosin diagnosoitiin enemmän vain pariseeruminäytteillä, virusosoituksessa ei tapahtunut nousua todettujen tartuntojen määrässä (Taulukko 2). Samoin kuin influenssaviruksen kohdalla, herää kysymys, voisiko tässä olla kyse näytteenottoon liittyvistä teknisistä tai ajoittamiseen liittyvistä asioista. Tulos voisi kuitenkin viitata siihen, että herpesvirustartuntoja esiintyy melko yleisesti suomalaisilla hevosilla, ja tämä on saatu näkyviin suuremmalla näytemäärällä.

Arteriittivirustakin on todettu erittäin vähän vuosien 2009-2013 aikana, eikä näytteiden lisääntyminen ole lisännyt diagnooseja (Taulukko 3). Arteriittivirus onkin todennäköisesti näistä kolmesta viruksesta harvinaisin Suomessa. Pakolliset tuontisperman ja hyväksytyjen oriasemien tutkimukset (Evira 2015b) todennäköisesti vähentävät virusarteriitin esiintyvyyttä Suomessa.

Suomessa influenssarokotukset olivat pitkään pakollisia vain ratsastuskilpailuihin osallistuville hevosille. Vuoden 2010 alusta lähtien influenssarokotukset ovat olleet pakollisia myös ravihevosille (Evira 2010, Hippos 2015), mikä lisää Suomen hevospopulaation vastustuskykyä. Suomessa suurella osalla hevosista onkin vasta-aineita influenssavirusta vastaan (Evira 2013, 2014a). Tämän takia influenssavirus ei todennäköisesti aiheuta Suomessa kaikkein vakavimpia oireita, ainakaan vanhemmille hevosille, joita on rokotettu jo pitkään säännöllisesti. Nuorille hevosille, joilla ei vielä ole riittävää vastustuskykyä rokotuksista, voi kuitenkin aiheutua vakavampiakin oireita. Rokotettujen hevosten keskuudessa hevosinfluenssa ei leviä yhtä tehokkaasti kuin rokottamattomien hevosten keskuudessa, koska rokotetut hevoset erittävät virusta lyhyemmän aikaa (katsauksessa Cullinane & Newton 2013). Tämä hidastaisi mahdollisen epidemian leviämistä Suomessa.

Toinen näkökulma rokotuksissa on se, että rokotetun hevosen infektiota ei välttämättä huomata, koska tartunta voi olla niin lieväoireinen. Silti tällainen hevonen voi toimia tartunnan levittäjänä. Tästä esimerkkinä on Australian ensimmäinen influenssaepidemia, jolloin subkliinisesti infektoidut rokotettu hevonen aiheutti laajan epidemian vastustuskyvyttömiä, rokottamattomien hevosten keskuudessa (Patterson-Kane ym. 2008). Siksi maissa, joissa hevosinfluenssaa ei esiinny yleisesti, myös karanteenisäädökset ovat tiukemmat. Muutamissa tällaisissa maissa käytetään myös pikatestejä rokotettujen hevosten testaamiseksi ennen maahantuontia (Galvin ym. 2014). Suomeen maahantuotavien hevosten testaaminen ainakaan jo Suomessa esiintyvien virusten osalta ei välttämättä olisi tarkoituksenmukaista, koska hevospopulaatiomme on melko hyvin vastustuskykyinen ainakin hevosinfluenssaa ja tyyppiin 4 herpesviruksia vastaan (Evira 2013, 2014a, 2014b).

Muiden virusten kuin influenssavirusten, tyyppiin 1 ja 4 herpesvirusten sekä arteriittivirusten esiintymisestä Suomessa ei löytynyt tutkimustietoa tai muita julkaisuja tämän työn kirjoittamisen aikana. Näiden virusten esiintyvyydestä Suomessa olisi kuitenkin erittäin mielenkiintoista ja tärkeää saada ajankohtaista tietoa. Esimerkiksi gammaherpesvirusten merkitys taudinaiheuttajina on ollut pitkään epäselvää, vaikka on tiedetty, että niitä esiintyy hyvin yleisesti maailmalla (Bell ym. 2006b, McBrearty ym. 2013). On todennäköistä, että gammaherpesviruksia esiintyy yleisesti myös Suomessa, koska muuallakin maailmalla gammaherpesviruksia esiintyy paljon samoilla alueilla, joilla esiintyy myös tyyppiin 1 ja 4 herpesviruksia (McBrearty ym. 2013). Sittenkin gammaherpesvirusten on todettu aiheuttavan hyvin monia erilaisia taudinkuvia (Kershaw ym. 2001, Williams ym. 2007, Torfason ym. 2008, Fortier ym. 2009). Olisi erittäin tärkeää tietää esimerkiksi, kuinka suuri merkitys gammaherpesviruksilla tai muilla vähemmän tutkituilla viruksilla on heikon suorituskyvyn tai IAD:n aiheuttajana Suomessa.

Hendravirus ja afrikkalaista hevosruttovirus ei esiinny Suomessa (Evira 2011, teoksessa Savage ym. 2013), eikä niiden leviäminen Suomeen ainakaan lähitulevaisuudessa tunnu kovin todennäköiseltä. Afrikkalaista hevosruttoa esiintyy Etelä-Euroopassa (teoksessa Wood ym. 2007), ja jos sitä levittävät polttiaiset sopeutuisivat ilmaston lämpenemisen myötä pohjoisemmaksi, voisi afrikkalaista hevosruttoa teoriassa tulevaisuudessa esiintyä Suomessa. Kuitenkaan tämä ei ole todennäköistä lähitulevaisuudessa. Hendravirus on tähän mennessä todettu vain

Australiassa (teoksessa Savage ym. 2013), joten sen esiintyminen on maantieteellisesti hyvin rajoittunutta. Lisäksi hendraviruksen reservoaarina toimivia hedelmälepakoita ei esiinny Suomessa. Hendravirus tarttuu kuitenkin todennäköisesti myös hevosesta toiseen (teoksessa Savage ym. 2013), joten periaatteessa Australiasta tuodun hevosen mukana hendravirus voisi levitä muihinkin maihin. Hendraviruksen leviäminen maailmanlaajuisesti olisi hyvin kohtalokasta sen zoonoottisuuden ja korkean mortaliteetin vuoksi (Playford ym. 2010, teoksessa Savage ym. 2013).

Kaiken kaikkiaan Suomessa on vielä tällä hetkellä selvästi vähemmän tutkimustietoa hevosten hengitystieviroosien esiintyvyydestä kuin monissa muissa maissa. Olisi erittäin hyödyllistä ja mielenkiintoista, jos Suomessa toteutettaisiin kattava tutkimus hengitystievirusten esiintyvyydestä. Lisäksi hengitystievirusten osallisuutta kroonisiin hengitystiesairauksiin tulisi selvittää. Olisi myös hyödyllistä, jos eläinlääkärit entistä useammin selvittäisivät myös lievien hengitystieoireiden todellisen syyn. Näytteitä olisi hyvä tutkituttaa myös harvinaisempien virusten osalta yksityisissä laboratorioissa, jotta näidenkin virusten esiintyvyydestä saataisiin vähitellen enemmän tietoa käytännön kokemuksen kautta. Tähän suuntaan on jo yritetty päästä ”Tarttuvien tautien hallinta hevosetäiden tukena” –hankkeen myötä (Evira 2015a), ja toivottavasti myönteinen kehitys muun muassa lähetettyjen näytteiden määrässä ja tutkimushalukkuudessa jatkuu edelleen.

4 LÄHDELUETTELO

Abdel-Moneim AS, Abdel-Ghany AE, Shany SAS. Isolation and characterization of highly pathogenic avian influenza virus subtype H5N1 from donkeys. *J Biomed Sci* 2010, 17: 25.

Ardans AA, Pritchett RF, Zee YC. Isolation and characterization of an equine adenovirus. *Infect Immun* 1973, 7: 673-677.

Bailey CJ, Reid SWJ, Hodgson DR, Rose RJ. Impact of injuries and disease on a cohort of two- and three-year-old thoroughbreds in training. *Vet Rec* 1999, 145: 487-493.

Balasuriya UBR, MacLachlan NJ. Equine Viral Arteritis. Teoksessa: Sellon DC, Long M (toim.) Equine Infectious Diseases. 2. p. Saunders, St. Louis 2014: 169-181.

Barrandeguy M, Thiry E. Equine coital exanthema and its potential economic implications for the equine industry. Vet J 2012, 191: 35-40.

Begg A, Reece R, Hum S, Townsend W, Gordon A, Carrick J. Pathological changes in horses dying with equine influenza in Australia, 2007. Aust Vet J 2011, 89: 19-22.

Bell SA, Leclere M, Gardner IA, MacLachlan NJ. Equine adenovirus 1 infection of hospitalised and healthy foals and horses. Equine Vet J 2006a, 38: 379-381.

Bell SA, Balasuriya UBR, Gardner IA, Barry PA, Wilson WD, Ferraro GL, MacLachlan NJ. Temporal detection of equine herpesvirus infections of a cohort of mares and their foals. Vet Microbiol 2006b, 116: 249-257.

Browning GF. Reovirus Infections. Teoksessa: Studdert MJ (toim.) Virus Infections of Equines. 1. p. Elsevier Science BV, Amsterdam 1996: 97-100.

Carlson JK, Traub-Dargatz JL, Lunn DP, Morley PS, Kohler A, Kasper K, Landolt GA, Barnett DC, Lunn KF. Equine Viral Respiratory Pathogen Surveillance at Horse Shows and Sales. J Equine Vet Sci 2013, 33: 229-237.

Carman S, Rosendal S, Huber L, Gyles C, McKee S, Willoughby RA, Dubovi E, Thorsen J, Lein D. Infectious Agents in Acute Respiratory Disease in Horses in Ontario. J Vet Diagn Invest 1997, 9: 17-23.

Conner M, Gillespie J, Schiff E, Holmes D, Frey M, Quick S. Experimental Infection of Horses and Ponies by Oral and Intranasal Routes with New York State Reovirus Type 3 and German Reovirus Types 1 and 3 Equine Isolates. Zbl Vet Med B 1984, 31: 707-717.

Crabb BS, Studdert MJ. Equine Rhinopneumonitis (Equine Herpesvirus 4) and Equine Abortion (Equine Herpesvirus 1). Teoksessa: Studdert MJ (toim.) Virus Infections of Equines. 1. p. Elsevier Science BV, Amsterdam, 1996: 11-37.

Crawford PC, Dubovi EJ, Castleman WL, Stephenson I, Gibbs EP, Chen L, Smith C, Hill RC, Ferro P, Pompey J, Bright RA, Medina MJ, Johnson CM, Olsen CW, Cox NJ, Klimov AI, Katz JM, Donis RO. Transmission of equine influenza virus to dogs. Science 2005, 310: 482-485.

- Crispe E, Finlaison DS, Hurt AC, Kirkland PD. Infection of dogs with equine influenza virus: evidence for transmission from horses during the Australian outbreak. *Aust Vet J* 2011, 89: 27-28.
- Cullinane A, Newton JR. Equine influenza - A global perspective. *Vet Microbiol* 2013, 167: 205-214.
- Cullinane A, Elton D, Mumford J. Equine influenza - surveillance and control. *Influenza Other Respir Viruses* 2010, 4: 339-344.
- Cullinane A, Weld J, Osborne M, Nelly M, McBride C, Walsh C. Field Studies on Equine Influenza Vaccination Regimes in Thoroughbred Foals and Yearlings. *Vet J* 2001, 161: 174-185.
- Del Piero F, Wilkins PA, Timoney PJ, Kadushin J, Vogelbacker H, Lee JW, Berkowitz SJ, La Perle KMD. Fatal Nonneurological EHV-1 Infection in a Yearling Filly. *Vet Pathol* 2000, 37: 672-676.
- Diaz-Méndez A, Hewson J, Shewen P, Nagy É, Viel L. Characteristics of respiratory tract disease in horses inoculated with equine rhinitis A virus. *Am J Vet Res* 2014, 75: 169-178.
- Diaz-Mendez A, Viel L, Hewson J, Doig P, Carman S, Chambers T, Tiwari A, Dewey C. Surveillance of equine respiratory viruses in Ontario. *Can J Vet Res* 2010, 74: 271-278.
- Drummer HE, Reubel GH, Studdert MJ. Equine gammaherpesvirus 2 (EHV2) is latent in B lymphocytes. *Arch Virol* 1996, 141: 495-504.
- Dunowska M, Howe L, Hanlon D, Stevenson M. Kinetics of Equid herpesvirus type 2 infections in a group of Thoroughbred foals. *Vet Microbiol* 2011, 152: 176-180.
- Durando MM, Birks EK, Hussey SB, Lunn DP. Cardiac Troponin I Concentrations in Ponies Challenged with Equine Influenza Virus. *J Vet Intern Med* 2011, 25: 339-344.
- Estes PC, Cheville NF. The ultrastructure of vascular lesions in equine viral arteritis. *Am J Pathol* 1970, 58: 235-253.
- Evira (Evira 2009). Eviran julkaisu 3/2009, Mikrobilääkkeiden käyttösuositukset eläinten tärkeimpiin tulehdus- ja tartuntatauteihin.

Evira (Evira 2010). Eviran julkaisuja 8/2010, Eläintaudit Suomessa 2009.

Evira (Evira 2011). Afrikkalainen hevosrutto.

<http://www.evira.fi/portal/fi/elaimet/elainten+terveys+ja+elaintaudit/elaintaudit/hevoset/afrikkalainen+hevosrutto/>, haettu 3.3.2015, päivitetty 25.1.2011.

Evira (Evira 2012a). Hevosinfluenssa.

<http://www.evira.fi/portal/fi/elaimet/elainten+terveys+ja+elaintaudit/elaintaudit/hevoset/hevosinfluenssa/>, haettu 4.3.2015, päivitetty 23.8.2012.

Evira (Evira 2012b). Eviran julkaisuja 3/2012, Eläintaudit Suomessa 2010.

Evira (Evira 2012c). Eviran julkaisuja 8/2012, Eläintaudit Suomessa 2011.

Evira (Evira 2013). Eviran julkaisuja 9/2013, Eläintaudit Suomessa 2012.

Evira (Evira 2014a). Eviran julkaisuja 3/2014, Eläintaudit Suomessa 2013.

Evira (Evira 2014b). Hevosen hengitystietulehdukset.

<http://www.evira.fi/portal/fi/elaimet/elainten+terveys+ja+elaintaudit/elaintaudit/hevoset/hengitystietulehdukset/>, haettu 17.2.2015, päivitetty 31.7.2014.

Evira (Evira 2014c). Hevosrokotteet.

<http://www.evira.fi/portal/fi/elaimet/elainten+terveys+ja+elaintaudit/rokoiteneuvonta/elainlajikohtaiset+rokoitteen/hevosrokoitteen>, haettu 31.3.2015, päivitetty 24.10.2014.

Evira (Evira 2014d). Eläintautien luokittelu.

<http://www.evira.fi/portal/fi/elaimet/elainten+terveys+ja+elaintaudit/elaintautien+vastustaminen+ja+valvonta/elaintautien+luokittelu/>, haettu 6.4.2015, päivitetty 2.12.2014.

Evira (Evira 2014e). Hevosten hengitystievirustaudit.

<http://www.evira.fi/portal/fi/elaimet/elainten+terveys+ja+elaintaudit/naytteenotto+ja+lahetysohjeet/hevonen/hengitystievirustaudit/>, haettu 17.2.2015, päivitetty 18.12.2014.

Evira (Evira 2015a). Tarttuvien tautien hallinta hevostalouden tukena.

<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/esittely/toiminta/tieteellinen+tutkimus/hankkeet/paattyneet/tarttuvien+tautien+hallinta+hevostalouden+tukena/>, haettu 26.3.2015, päivitetty 30.1.2015.

Evira (Evira 2015b). Virusarteriitti.

<http://www.evira.fi/portal/fi/elaimet/elainten+terveys+ja+elaintaudit/elaintaudit/hevoset/virusarteriitti/>, haettu 18.2.2015, päivitetty 9.2.2015.

Field HE, Schaaf K, Kung N, Simon C, Waltisbuhl D, Hobert H, Moore F, Middleton D, Crook A, Smith G, Daniels P, Glanville R, Lovell D. Hendra virus outbreak with novel clinical features, Australia. *Emerg Infect Dis* 2010, 16: 338-340.

Fimea (Fimea 2015). Erityislupavalmisteet eläinlajeittain.

http://www.fimea.fi/download/28917_erityislupavalmisteet_elainlajeittain_2015-03-31.pdf, haettu 13.4.2015, päivitetty 31.3.2015.

Fortier G, van Erck E, Fortier C, Richard E, Pottier D, Pronost S, Miszczak F, Thiry E, Lekeux P. Herpesviruses in respiratory liquids of horses: Putative implication in airway inflammation and association with cytological features. *Vet Microbiol* 2009, 139: 34-41.

Galvin P, Gildea S, Nelly M, Quinlivan M, Arkins S, Walsh C, Cullinane A. The evaluation of three diagnostic tests for the detection of equine influenza nucleoprotein in nasal swabs. *Influenza Other Respir Viruses* 2014, 8: 376-383.

Garré B, Gryspeerdt A, Croubels S, De Backer P, Nauwynck H. Evaluation of orally administered valacyclovir in experimentally EHV1-infected ponies. *Vet Microbiol* 2009, 135: 214-221.

Gildea S, Arkins S, Cullinane A. Management and environmental factors involved in equine influenza outbreaks in Ireland 2007-2010. *Equine Vet J* 2011, 43: 608-617.

Gilkerson JR, Whalley JM, Drummer HE, Studdert MJ, Love DN. Epidemiological studies of equine herpesvirus 1 (EHV-1) in Thoroughbred foals: a review of studies conducted in the Hunter Valley of New South Wales between 1995 and 1997. *Vet Microbiol* 1999, 68: 15-25.

Glaser AL, De Vries AAF, Rottier PJM, Horzinek MC, Colenbrander B. Equine arteritis virus: A review of clinical features and management aspects. *Vet Quart* 1996, 18: 95-99.

Gross DK, Hinchcliff KW, French PS, Goclan SA, Lahmers KK, Lauderdale M, Ellis JA, Haines DM, Slemmons RD, Morley PS. Effect of moderate exercise on the severity of

clinical signs associated with influenza virus infection in horses. *Equine Vet J* 1998, 30: 489-497.

Halpin K, Hyatt AD, Fogarty R, Middleton D, Bingham J, Epstein JH, Rahman SA, Hughes T, Smith C, Field HE, Daszak P. Pteropid bats are confirmed as the reservoir hosts of henipaviruses: A comprehensive experimental study of virus transmission. *Am J Trop Med Hyg* 2011, 85: 946-951.

Harless W, Pusterla N. Equine Herpesvirus 1 and 4 Respiratory Disease in the Horse. *Clin Tech Equine Pract* 2006, 5: 197-202.

Hartley CA, Dynon KJ, Mekuria ZH, El-Hage CM, Holloway SA, Gilkerson JR. Equine gammaherpesviruses: perfect parasites? *Vet Microbiol* 2013, 167: 86-92.

Hautala K, Nevalainen M. Hevosten tarttuvat hengitystiesairaudet. 1. p. Suomen Hippos ry, Somero 2007

Hedman K, Vainionpää R. Virologinen diagnostiikka. Teoksessa: Huovinen P, Meri S, Peltola H, Vaara M, Vaheri A, Valtonen V (toim.) *Mikrobiologia ja infektiosairaudet*, kirja II. 1. p. Kustannus Oy Duodecim, Helsinki 2007: 70-79.

Hippolis ry, Suomen Hippos ry, Suomen Ratsastajainliitto ry, Luke Hevostalous (Hippolis ym. 2015). Hevostalous lukuina 2014.

Hippos (Hippos 2015). Pakollinen influenssarokotus.

http://www.hippos.fi/raviurheilu/ravihevonen/pakollinen_influenssarokotus, haettu 31.3.2015.

Holyoak GR, Balasuriya UBR, Broaddus CC, Timoney PJ. Equine viral arteritis: Current status and prevention. *Theriogenology* 2008, 70: 403-414.

Horsington J, Lynch SE, Gilkerson JR, Studdert MJ, Hartley CA. Equine picornaviruses: Well known but poorly understood. *Vet Microbiol* 2013, 167: 78-85.

Hultén C, Sandgren B, Skiöldebrand E, Klingeborn B, Marhaug G, Forsberg M. The acute phase protein serum amyloid A (SAA) as an inflammatory marker in equine influenza virus infection. *Acta Vet Scand* 1999, 40: 323-333.

Kariaho E, Gruzdaitis P, Hannula K, Hednäs P, Juuti H, Ruponen M, Tuderman P. *Pharmaca Fennica Veterinaria* 2015. 1. p. Lääketietokeskus Oy, Porvoo 2015.

Kershaw O, von Oppen T, Glitz F, Deegen E, Ludwig H, Borchers K. Detection of equine herpesvirus type 2 (EHV-2) in horses with keratoconjunctivitis. *Virus Res* 2001, 80: 93-99.

Landolt GA. Equine Influenza Virus. *Vet Clin N Am-Equine* 2014, 30: 507-522.

Li F, Browning GF, Studdert MJ, Crabb BS. Equine rhinovirus 1 is more closely related to foot-and-mouth disease virus than to other picornaviruses. *P Natl Acad Sci USA* 1996, 93: 990-995.

Li F, Drummer HE, Ficorilli N, Studdert MJ, Crabb BS. Identification of noncytopathic equine rhinovirus 1 as a cause of acute febrile respiratory disease in horses. *J Clin Microbiol* 1997, 35: 937-943.

Lynch SE, Gilkerson JR, Symes SJ, Huang J, Hartley CA. Persistence and chronic urinary shedding of the aphthovirus equine rhinitis A virus. *Comp Immunol Microb* 2013, 36: 95-103.

McBrearty KA, Murray A, Dunowska M. A survey of respiratory viruses in New Zealand horses. *New Zeal Vet J* 2013, 61: 254-261.

McChesney AE, England JJ. Adenoviral infection in foals. *J Am Vet Med A* 1975, 166: 83-85.

McCollum WH. Studies of passive immunity in foals to equine viral arteritis. *Vet Microbiol* 1976, 1: 45-54.

McCollum WH, Prickett ME, Bryans JT. Temporal distribution of equine arteritis virus in respiratory mucosa, tissues and body fluids of horses infected by inhalation. *Res Vet Sci* 1971, 12: 459-464.

Moore BD, Balasuriya UBR, Hedges JF, MacLachlan NJ. Growth characteristics of a highly virulent, a moderately virulent, and an avirulent strain of equine arteritis virus in primary equine endothelial cells are predictive of their virulence to horses. *Virology* 2002, 298: 39-44.

Moore BD, Balasuriya UBR, Watson JL, Bosio CM, MacKay RJ, MacLachlan NJ. Virulent and avirulent strains of equine arteritis virus induce different quantities of TNF- α and other proinflammatory cytokines in alveolar and blood-derived equine macrophages. *Virology* 2003, 314: 662-670.

- Morley PS, Pusterla N. Viral respiratory disease in athletic horses. Teoksessa: Hinchcliff KW, Kaneps AJ, Geor RJ (toim.) Equine Sports Medicine and Surgery. 2.p. Saunders, Edinburgh 2014: 649-664.
- Morley PS, Townsend HGG, Bogdan JR, Haines DM. Risk factors for disease associated with influenza virus infections during three epidemics in horses. *J Am Vet Med A* 2000, 216: 545-550.
- Moscona A. Neuraminidase Inhibitors for Influenza. *N Engl J Med* 2005, 353: 1363-1373.
- Mumford JA, Wilson H, Hannant D, Jessett DM. Antigenicity and immunogenicity of equine influenza vaccines containing a Carbomer adjuvant. *Epidemiol Infect* 1994, 112: 421-437.
- Mumford EL, Traub-Dargatz JL, Salman MD, Collins JK, Getzy DM, Carman J. Monitoring and detection of acute viral respiratory tract disease in horses. *J Am Vet Med A* 1998, 213: 385-390.
- Muranaka M, Yamanaka T, Katayama Y, Niwa H, Oku K, Matsumura T, Oyamada T. Time-related Pathological Changes in Horses Experimentally Inoculated with Equine Influenza A Virus. *J Equine Sci* 2012, 23: 17-26.
- Myers C, Wilson WD. Equine Influenza Virus. *Clin Tech Equine Pract* 2006, 5: 187-196.
- Nordengrahn A, Rusvai M, Merza M, Ekström J, Morein B, Belák S. Equine herpesvirus type 2 (EHV-2) as a predisposing factor for *Rhodococcus equi* pneumonia in foals: prevention of the bifactorial disease with EHV-2 immunostimulating complexes. *Vet Microbiol* 1996, 51: 55-68.
- Nugent J, Birch-Machin I, Smith KC, Mumford JA, Swann Z, Newton JR, Bowden RJ, Allen GP, Davis-Poynter N. Analysis of equid herpesvirus 1 strain variation reveals a point mutation of the DNA polymerase strongly associated with neuropathogenic versus nonneuropathogenic disease outbreaks. *J Virol* 2006, 80: 4047-4060.
- Paillet R. A systematic review of the immune-modulators *Parapoxvirus ovis* and *Propionibacterium acnes* for the prevention of respiratory disease and other infections in the horse. *Vet Immunol Immunop* 2013, 153: 1-9.

- Paillot R, Prowse L, Montesso F, Stewart B, Jordon L, Newton JR, Gilkerson JR. Duration of equine influenza virus shedding and infectivity in immunised horses after experimental infection with EIV A/eq2/Richmond/1/07. *Vet Microbiol* 2013, 166: 22-34.
- Patterson-Kane JC, Carrick JB, Axon JE, Wilkie I, Begg AP. The pathology of bronchointerstitial pneumonia in young foals associated with the first outbreak of equine influenza in Australia. *Equine Vet J* 2008, 40: 199-203.
- Playford EG, McCall B, Smith G, Slinko V, Allen G, Smith I, Moore F, Taylor C, Yu-Hsin K, Field HE. Human Hendra Virus Encephalitis Associated with Equine Outbreak, Australia, 2008. *Emerg Infect Dis* 2010, 16: 219.
- Pusterla N, Hussey GS. Equine Herpesvirus 1 Myeloencephalopathy. *Vet Clin N Am-Equine* 2014, 30: 489-506.
- Pusterla N, Kass PH, Mapes S, Johnson C, Barnett DC, Vaala W, Gutierrez C, McDaniel R, Whitehead B, Manning J. Surveillance programme for important equine infectious respiratory pathogens in the USA. *Vet Rec* 2011, 169: 12.
- Quinn PJ, Markey BK, Carter ME, Donnelly WJ, Leonard FC. Reoviridae. Teoksessa: Quinn PJ, Markey BK, Carter ME, Donnelly WJ, Leonard FC (toim.) *Veterinary Microbiology and Microbial Disease*. 1. p. Blackwell Science, Cornwall 2002: 367-372.
- Read A, Finlaison D, Gu X, Davis R, Arzey K, Kirkland P. Application of real-time PCR and ELISA assays for equine influenza virus to determine the duration of viral RNA shedding and onset of antibody response in naturally infected horses. *Aust Vet J* 2011, 89: 42-43.
- Rees WA, Harkins JD, Lu M, Holland RE, Lehner AF, Tobin T, Chambers TM. Pharmacokinetics and therapeutic efficacy of rimantadine in horses experimentally infected with influenza virus A2. *Am J Vet Res* 1999, 60: 888-894.
- Rees WA, Harkins JD, Woods WE, Blouin RA, Lu M, Fenger C, Holland RE, Chambers TM, Tobin T. Amantadine and equine influenza: pharmacology, pharmacokinetics and neurological effects in the horse. *Equine Vet J* 1997, 29: 104-110.

- Savage CJ, Middleton D, Studdert MJ. Adeno, hendra, and equine rhinitis viral respiratory diseases. Teoksessa: Sellon DC, Long M (toim.) *Equine Infectious Diseases*. 2. p. Saunders, St. Louis 2014: 189-197.
- Schwarz B, Schwendenwein I, van den Hoven R. Successful outcome in a case of equine multinodular pulmonary fibrosis (EMPF) treated with valacyclovir. *Equine Vet Educ* 2013, 25: 389-392.
- Snijder EJ, Meulenbergh JJ. The molecular biology of arteriviruses. *J Gen Virol* 1998, 79: 961-979.
- Studdert MJ. Equine Adenovirus Infections. Teoksessa: Studdert MJ (toim.) *Virus Infections of Equines*. 1. p. Elsevier Science BV, Amsterdam, 1996a: 67-80.
- Studdert MJ. Reoviridae. Teoksessa: Studdert MJ (toim.) *Virus Infections of Equines*. 1. p. Elsevier Science BV, Amsterdam, 1996b: 95-96.
- Studdert MJ, Blackney MH. Isolation of an adenovirus antigenically distinct from equine adenovirus type 1 from diarrheic foal feces. *Am J Vet Res* 1982, 43: 543-544.
- Suomen Ratsastajainliitto (SRL 2009). Hevosten ja ponien influenssarokotukset. <http://www.ratsastus.fi/rokotusmaaraykset>, haettu 31.3.2015.
- Timoney PJ, McCollum WH. Equine viral arteritis. *Vet Clin N Am-Equine* 1993, 9: 295-309.
- Torfason EG, Thorsteinsdóttir L, Torsteinsdóttir S, Svansson V. Study of equid herpesviruses 2 and 5 in Iceland with a type-specific polymerase chain reaction. *Res Vet Sci* 2008, 85: 605-611.
- Townsend HGG. Equine Influenza. Teoksessa: Robinson NE (toim.) *Current Therapy in Equine Medicine*. 5. p. Saunders, St. Louis, Missouri 2003: 42-44.
- Traub-Dargatz JL, Salman MD, Voss JL. Medical problems of adult horses, as ranked by equine practitioners. *J Am Vet Med A* 1991, 198: 1745-1747.
- Williams KJ, Maes R, Del Piero F, Lim A, Wise A, Bolin DC, Caswell J, Jackson C, Robinson NE, Derksen F, Scott MA, Uhal BD, Li X, Youssef SA, Bolin SR. Equine multinodular pulmonary fibrosis: A newly recognized herpesvirus-associated fibrotic lung disease. *Vet Pathol* 2007. 44: 849-62.

Willoughby R, Ecker G, McKee S, Riddolls L, Vernailen C, Dubovi E, Lein D, Mahony JB, Chernesky M, Nagy E. The effects of equine rhinovirus, influenza virus and herpesvirus infection on tracheal clearance rate in horses. *Can J Vet Res* 1992, 56: 115-121.

Wood J, Newton J, Chanter N, Mumford J. Association between respiratory disease and bacterial and viral infections in British racehorses. *J Clin Microbiol* 2005, 43: 120-126.

Wood J, Smith KC, Daly JM, Newton JR. *Viral Infections of the Equine Respiratory Tract*. Teoksessa: McGorum BC, Dixon PM, Robinson NE, Schumacher J (toim.) *Equine Respiratory Medicine and Surgery*. 1. p. Saunders, Edinburgh 2007: 287-326.

Yamanaka T, Tsujimura K, Kondo T, Hobo S, Matsumura T. Efficacy of Oseltamivir Phosphate to Horses Inoculated with Equine Influenza A Virus. *J Vet Med Sci* 2006, 68: 923-928.

Yamanaka T, Bannai H, Nemoto M, Tsujimura K, Kondo T, Muranaka M, Hobo S, Minamijima YH, Yamada M, Matsumura T. Efficacy of a single intravenous dose of the neuraminidase inhibitor peramivir in the treatment of equine influenza. *Vet J* 2012, 193: 358-362.