

KIRJALLISUUSKATSAUS

TUOTANTOELÄINTEN PALOVAMMAT JA  
SAVUKAASUMYRKYTYKSET

ELKE-HANKE

VIRPI SEPPÄNEN



EUROOPAN YHTEISÖ  
Rakennerahastot



ITÄ-SUOMEN  
LÄÄNINHALLITUS  
Sivistysosasto

## Sisällysluettelo

1.	Johdanto	3
2.	Palovammat tuotantoeläimillä	4
2.1.	Palovammojen luokitus	4
2.2.	Ennusteen asettaminen	6
2.3.	Palovammojen systeemivaikutukset	8
2.4.	Palovammojen hoitoperiaatteet	9
2.5.	Palovammojen paikallishoito	10
3.	Savukaasumyrkytykset tuotantoeläimillä	11
3.1.	Tärkeimmät savukaasut	12
3.2.	Savukaasumyrkytyksen patofysiologiaa	13
3.3.	Savukaasumyrkytyksen diagnosointi	14
3.4.	Savukaasumyrkytyksen hoitoperiaatteet	14
4.	Yhteenveto	16
5.	Lähdeluettelo	17
6.	Kuvat	18

## 1. Johdanto

Tässä kirjallisuuskatsauksessa käsitellään palovammojen ja savukaasumyrkytysten syntyä ja niiden paikallisia ja systeemisiä vaikutuksia eläimessä. Kirjoituksessa käydään läpi palovammojen arviointia ennusteenasettelun kannalta. Lisäksi käsitellään palossa vammautuneiden eläinten ensiapua ja tärkeimpiä hoitoperiaatteita. Tämä työ on osa ELKE-hanketta, joka on Itä- Suomen eläinterveydenhuollon kehittämishanke. Rahoittajina hankkeessa ovat Ylä-Savon kunnat, Itä-Suomen lääninhallitus ja Euroopan sosiaalirahasto.

Maatalouden piirissä sattuneiden suurpalojen määrä, joissa vahinkojen suuruus ylittää 200 000 € on viime vuosina kymmenkertaistunut (Lähivakuutus). Tilakoot ja eläinmäärät kasvavat koko ajan. Eläinlääkärin kohdalle tulipalot ja akuutit kriisitilanteet sattuvat yllättäen, usein päivystyksessä ja yöaikaan. ELKE- hankkeessa tehtyjen haastattelujen perusteella eläinlääkäreiden koulutustarve tämältyypisiä kriisitilanteita koskien on ilmeinen.

Ennusteen arvioiminen palossa vammautuneelle potilaalle voi olla erittäin vaikeaa, mutta hoitopäätöksen kannalta se on silti eläinlääkärin tärkeimpiä tehtäviä onnettomuuspaikalla. Selviääkö tulipalosta pelastettu eläin lääkähoidolla? Kelpaako eläin elintarviketeollisuuden raaka-aineeksi ja kestääkö se teuraskuljetuksen asettamat vaatimukset? Onko järkevintä lopettaa palon uhri eläinsuojelullisista tai taloudellisista syistä?

Kirjallisuuden löytäminen tuotantoeläinten tulipaloista selviämisestä ei tehtävänä osoittautunut kaikista yksinkertaisimmaksi. Varsinaisia tuotantoeläinten palovammoja ja savukaasumyrkytyksiä koskevia artikkeleita on vähän. Karjasuojien tulipalot sattuvat luonnollisesti ennalta arvaamatta, joten artikkelit ovat lähinnä tapauselostuksia ja potilasmäärät pieniä. Lehmiä ja lampaita koskevat artikkelit käsittelevät maastopaloista selvinneitä eläimiä. Maastopalossa saatujen vammojen luonne on hieman erilainen, kuin suljetun tilan palossa. Lampaita ja sikoja on käytetty runsaastikin humanipuolen critical care- alan julkaisuissa koe-eläiminä. Kokemuseräistä tietoa kokeneemmilla eläinlääkäreillä varmasti on, mutta sitä ei ole suuremmissa mitassa johdonmukaisesti analysoitu. Niinpä monia hoitomenetelmiä on sovellettu humanipuolelta. Nämä menetelmät eivät aina sovi tuotantoeläinpuolelle käytettävissä olevien resurssien ja taloudellisten syiden takia. Toivottavasti tämä kirjallisuuskatsaus antaa kuitenkin lisätietoa pelastustilanteeseen joutuvan eläinlääkärin päätöksenteon tueksi.

Kiitokset ohjaajalleni Kristiina Dredgelle sekä kaikille muille tätä työtä kirjoitusvaiheessa kommentoineille kollegoille ja ystäville sisältöä ja kielellistä asua korjaavista arvokkaista korjausehdotuksista. Erityiskiitokset tarkastuseläinlääkäri Elisa Pitkäselle tulipalossa vammautuneita nautoja koskevistä kuvista.

## 2. Palovammat tuotantoeläimillä

Palovamma on vaurio, jonka aiheuttajana voi nimestä huolimatta olla myös jokin muukin tekijä kuin pelkästään kuumuus. Palovammoja voi syntyä pitkäaaltoisen (liekit, höyry) tai lyhytaaltoisen säteilyn (röntgensäteily, atomienergia, tai UV-säteily) tai äärimmäisen kylmyyden seurauksena. Myös sähköisen tai kemiallisen vaurion seurauksena syntyy palovammoja. Mekaanisesta vauriosta aiheutunut vamma, kuten köyden aiheuttama hiertymä tai asfaltti-ihottuma, saattaa myös olla palovamman kaltainen (Scarret ym. 1984). Palovamman laajuuteen vaikuttaa vammalle alttiina olevan ihoalueen koko. Palovamman asteeseen taas vaikuttaa vamman lähteen lämpötila ja lämpövaikutuksen kesto-aika (Hanson 2005).

Ihon tehtävänä on suojata elimistöä ympäristötekijöitä vastaan, pidättää vettä, toimia tuntoelimenä ja osallistua kehon lämpötilansäätelyyn. Se on ihmisen suurin elin. Kotieläimillä ihon paksuus vaihtelee riippuen eläinlajista, sukupuolesta, iästä ja ruumiinosasta. Keskimäärin sian ihon paksuus on 2,2 mm, lampaan 2,7 mm hevosen 1-5 mm ja naudnan 6 mm (Bal 1989). Nuorilla ja kastroiduilla eläimillä iho on ohuempi.

Iho jaetaan histologisesti epidermikseen ja dermikseen sekä hypodermikseen. Epidermis koostuu tyvikerroksesta (Stratum basale), okasolukerroksesta (Stratum spinosum), jyväsolukerroksesta (Stratum granulosum), kirkassolukerroksesta (Stratum lucidum) ja sarveiskerroksesta (Stratum corneum). Tyvisolukerroksen solut vastaavat pääasiassa ihon uusiutumista. Dermis on epidermistä paksumpi ja tässä kerroksessa kulkevat myös hermot, verisuonet ja hiki- ja talirauhaset. Dermiksen alla olevassa hypodermiksessä on side- ja rasvakudosta.

### 2.1. Palovammojen luokitus

Palovammat luokitellaan humaanilääketieteessä vammojen syvyyden mukaan neljään luokkaan. Ensimmäisen luokan palovammat ulottuvat vain ihon pintakerrokseen. Vammoille tyypillisiä ovat kipu, punoitus, mahdollisesti turvotus ja ihon pintakerroksen hilseily. I asteen palovammat paranevat yleensä viikossa ilman komplikaatiota ja arpia jättämättä. Klassinen esimerkki ensimmäisen asteen palovammasta on auringon UV-säteilyn aiheuttama palaminen.

Toisen luokan palovammat voivat olla pinnallisia tai syviä. Pinnalliset toisen luokan palovammat ulottuvat sarveis- ja jyväsolukerrokseen ja osaan basaalisolukerrosta. Koska hermot eivät vielä vaurioitu, vammat ovat erittäin kivuliaita. Pinnallinen vamma on punoittava, siihen muodostuu rakkuloita ja vitaalireaktio on positiivinen. Vitaalireaktiolla tarkoitetaan sitä, miten hyvin veri palaa kapillaareihin sormella painamisen jälkeen. Mikäli ensimmäisen asteen palovammaan ilmestyy 12 tunnin kuluttua rakko, on vamma itseasiassa pinnallinen toisen asteen palovamma (Rokkanen ym. 1995). Tyvisolukerrokseen jää vielä uusiutuvia soluja, joten pinnalliset toisen luokan palovammat paranevat yleensä hyvin 14-17 päivässä.

Syvemmissä toisen luokan palovammoissa vaurioituvat kaikki epidermiksen kerrokset. Vammat punoittavat ja ovat pikemminkin kuivia kuin kosteita (Honari 2004). Epidermis voi kuolioitua ja ruvenmuodostusta esiintyy. Kipu on yleensä lievempi kuin pinnallisessa vammassa, koska tuntohermoja on tuhoutunut. Syvät toisen asteen palovammat ovat alttiimpia tulehtumaan ja vaativat huolellista hoitoa parantuakseen kunnolla (Geiser ym. 1984). Vammat voivat parantua

konservatiivisella hoidolla 3-4 viikossa, mikäli huolehditaan siitä, ettei dermis edelleen iskemioidu (Hanson 2005). Muutoin tila voi edetä kolmannen asteen palovammaksi. Syvemmissä toisen asteen palovammoissa arvenmuodostus on voimakasta.

Kolmannen asteen palovammoissa koko dermis ja epidermis ovat tuhoutuneet. Palovamman väri vaihtelee punertavasta keltaisenharmaaseen, jopa hiiltyneen mustaan. Koska hermot ovat tuhoutuneet, kiputuntoa ei ole. Kolmannen asteen palovammat paranevat vain kontraktoitumalla ja epiteelimigraatiolla. Syvien palovammojen parantamiseen tarvitaan yleensä kirurgista hoitoa.

Neljännän asteen palovammat ulottuvat ihon alla oleviin kudoksiin, lihaksiin, luihin, ligamentteihin, rasvaan ja fascioihin. Neljännän asteen palovammoja voi syntyä tyypillisesti sähköiskun tai sulaneen metallin aiheuttamana. Tulipalot, joissa tulipalon uhri on jäänyt loukkuun tai on tajuton, synnyttävät usein neljännän asteen palovammoja (Honari 2004).

Palovammojen astetta on suurelaimilla vaikeampi arvioida kuin ihmisellä (Geiser ym. 1984). Paksu karvapeite ja pigmentoitunut iho voivat häiritä vamman syvyyden arviointia (Carrol 1981, Pierson 1969). Tästä syystä jakoa neljään luokkaan ei pidetä tuotantoeläinten kohdalla kovin käytännöllisenä. Tärkeämpää on luokitella vammat pinnallisiin ja syviin palovammoihin. Tämä on oleellista nimenomaan annettavan hoidon ja ennusteen asettamisen kannalta. Syvät, kolmannen asteen palovammat tarvitsevat useimmiten kirurgista hoitoa, jonka toteuttaminen kenttäolosuhteissa saatavilla olevalla tekniikalla ja korkeat kustannukset huomioiden ei aina tule kyseeseen.

Palovammat voivat muuttaa luokkaa, sillä ne voivat syventyä vielä 24-48 tuntia syntymisen jälkeen (Rokkanen ym. 1995). Tämä johtuu turvotuksen kehittymisestä ja verisuonten trombotisoitumisesta vamma-alueella. Tuotantoeläimillä palovamman aste voi selvitä vasta vuorokausien tai jopa viikkojen kuluttua, kun vammaan muodostunut rupi alkaa irrota (Pierson 1969).

Palovammaluokitusta kannattaa siis tarkistaa vielä muutama vuorokausi vamman syntymisen jälkeen.

Taulukko1.Yhteenvedo palovammojen luokittelusta.

Luokitus	Löydökset	Hoito	Ennuste
I aste	punoitus turvotus pintaepiteelin hilseily vitaalireaktio + kipu	konservatiivinen hoito	paranee viikossa arvenmuodostus - komplikaatiot -
II aste pinnallinen	punoitus turvotus rakkulamuodostus vitaalireaktio + verenvuoto erittäin kivulias	konservatiivinen hoito	paranee 14-17 vrk:ssa
II aste syvä	punoitus tai vaalea väri rakkulamuodostus +/- vuotaa pistettäessä ruvenmuodostus kivulias tai kiputunto alentunut	huolellinen konservatiivinen tai kirurginen hoito	altis tulehtumaan konservatiivihoidolla voi parantua 3-4 vk:ssa
III aste	punoitus tai vaaleanharmaa tai hiiltynyt väri rakkulanmuodostus – vitaalireaktio – kuolio, ei verenvuotoa ei kiputuntoa	kirurginen yhdistettynä konservatiiviseen hoitoon	altis tulehtumaan paraneminen voi kestää kuukausia

## 2.2. Ennusteen asettaminen

Mikäli syvemmät palovammat paranevat, tilalle muodostunut iho on yleensä ohutta, karvatonta ja herkästi rikkoontuvaa (Scarratt ym. 1984). Syvempien palovammojen hoito on aikaa vievää ja kallista, joten se vaatii omistajan sitoutumista hoitoon (Hanson 2005). Kuntoutuminen voi viedä kuukausia, jopa vuosia (Pierson 1969, Auliffe ym. 1980, Scarratt ym. 1984, Schumacher ym. 1986). Tuotantoeläimillä tuotoksen keskeytymisestä tai pysyvästä alenemisestä koituvat kustannukset voivat tehdä hoidon kannattamattomaksi. Hevosilla ulkonäön muuttuminen ja arpeutuneen ihon oireileminen saattaa pysyvästi vaikeuttaa eläimen harrastekäyttöä (Hanson 2005).

Palovammojen laajuus on myös huomioitava ennustetta asetettaessa. Humaanilääketieteessä on käytössä niin sanottu yhdeksän prosenttien sääntö. Potilaan yläraajan pinta-ala on noin yhdeksän prosenttia koko ruumiin pinta-alasta. Alaraajojen osuus on noin 18 prosenttia, ja rintakehä sekä vatsan alue vastaavat kukin 18 prosenttia kehon pinta-alasta. Mikäli palovamman laajuus on aikuisella yli kymmenen prosenttia ja lapsella yli viisi prosenttia kehon pinta-alasta, ei vammaa enää hoideta avohoidossa vaan potilas kuuluu sairaalan vuodeosastolle (Alaspää ym. 2003, Oksanen ym. 2001).

Eläinlääketieteellisessä kirjallisuudessa on myös esitetty vastaavanlaisia prosenttilukuja ennusteen arvioimisen tueksi. Laiduntavia eläimiä on harvoin mahdollista pelastaa, mikäli niillä on vakavia palovammoja yli 15 prosenttia kehon pinta-alasta ilman intensiivistä eläinlääkärin hoitoa (Carroll 1981). Arvokkaiden eläinten kohdalla pelastaminen saattaa kannattaa, vaikka palovammojen pinta-ala olisi jopa 40 prosenttia, mutta tämä vaatii jo tehokasta hoitoa (Hanson 2005). Palaneen ihon osuus kokonaispinta-alasta sanotaan korreloivan kuolleisuuteen, kun taas vamman syvyys sairastuvuuteen (Fox ym. 1985).

Eläimen ihon pinta-ala voidaan laskea kaavasta:

$$S(m^2) = 0,1 \times w(kg)^{2/3}, \text{ missä } S \text{ on pinta-ala ja } w \text{ on paino (Duckett 1995).}$$

Taulukko 2. Ihon pinta-alan osuus naudalla (Pierson 1969), täysikasvuisella hevosella ja varsalla (Mc Farlane 1995).

	Nauta	Täysikasvuinen Hevonen	Varsa
pää	7 %	8 %	7 %
korvat		1 %	2 %
kaula		8 %	7 %
rinta		20 %	10 %
selkä	7 %		
keskiselkä		20 %	15 %
lautaset		12 %	12 %
kylki	24 + 24 %		
häntä	1 %	1 %	1 %
etujalka	4 + 4 %	6 + 6 %	10 + 10 %
takajalka	6 + 6 %	9 + 9 %	13 + 13 %

Laajuudeltaan pienemmätkin palovammat voivat huonontaa ennustetta ratkaisevasti. Tällaisia ovat esimerkiksi raajojen alaosien vammat. Ruununrajan palovamman seurauksena sorkan tai kavion verenkierto häiriintyy ja koko sarveisseinämä voi irrota martokerroksesta. Tämä voi johtaa ontumiseen ja jopa koko sorkan tai kavion menetykseen (Pierson 1969). Laminiittioireet ja ontuminen saattavat ilmetä vasta useamman viikon kuluttua. Toisaalta lampailta raportoitujen tapausten perusteella sarveisseinämän irtoaminen voi tapahtua vasta kuukausia myöhemmin, kun uutta sarveista on jo muodostunut vammautuneen alle (Auliffe ym. 1980). Ennustetta arvioitaessa täytyy huomioida eläimen kyky kävellä. Raajojen alaosissa ei ole paljoakaan luita ja jäniteitä suojaavaa ihonalaista rasvaa, ja lihaskudoksenkin määrä on vähäinen. Mikäli vammautuneet raajat turpoavat ja iho muuttuu nahkamaiseksi, eläinten seisominen ja liikkuminen voi hankaloitua ratkaisevasti (Auliffe ym. 1980).

Silmäluomien ja sarveiskalvon palohaavat ovat yleensä erittäin kivuliaita ja vaativat intensiivistä hoitoa parantuakseen (Pierson 1969). Sarveiskalvo muuttuu palovamman seurauksena opalisoivaksi, silmä on valonarka ja vuotaa. Syömistä ja hengittämistä vaikeuttavat turvan alueen palovammat huonontavat selviämisenennustetta. Eläimen tuotantoarvoon vaikuttavat myös siitoseläinten sukuelinvammat. Hitaimmin paranevia ihoalueita ovat naudalla vetimet, raajat, rintaontelon alueen iho ja korvat (Pierson 1969). Sen sijaan perineaalialueen vammat paranevat melko hyvin (Auliffe ym. 1980).

Naudalla maitoa tuottavien lehmien vetimien kunto on tärkeä eläimen tuotantoarvon kannalta. Vetimien palovammat näkyvät lievimmillään ihon punoituksena. Vaikka iho saattaa palpaatiossa tuntua paperimaiselle, on vedinkudos yhtä joustavaa kuin terveessä vetimessä. Vakavammissa palovammoissa ihon pinta rypistyy ja on väriltään musta tai ruskea. Palpaatiossa rupien alta paljastuva vedinkudos on menettänyt joustavuuttaan ja se on vertavuotavaa ja nahkamaista. Vetimien kiertymistä vertikaalisesti voi tapahtua heti palovamman syntyessä tai palohaavan kontraktio- eli supistumisvaiheessa. Tämä kiertyminen samoin kun vedinkanavan ahtautuminen vaikeuttaa konelypsyä ja lypsyssä olevia lehmiä suositellaan umpeutettavaksi paranemisen ajaksi. Syvempien palovammojen paraneminen kestää keskimäärin kolmesta neljään kuukautta. Hiehojen vetimien on kuvattu paranevan lehmiä huonommin. Tämän on arveltu johtuvan vetimien pienemmästä koosta ja maidonerityksen puuttumisesta (Morton ym. 1985). Vaurioituneet vedinkanavat altistavat eläimen jatkossa utaretulehdukselle.

Eläimen hoitopäätöstä tehtäessä tulee huomioida hoitomahdollisuuksien järjestäminen ja paranemisaika. Shokkivaihe kestää ensimmäisen viikon, jolloin eläin on ruokahaluton ja makailee normaalia enemmän (Pierson 1969). Ruven irtoamisvaihe kestää kahdesta kuuteen viikkoon. Tällöin yleistila ja ruokahalu paranevat ja palovammojen paraneminen edistyy. Toisaalta raajojen alaosien palovammoja saaneilla eläimillä ilmenee enemmän ontumista ja haluttomuutta liikkuu. Eitelisaatio ja paranemisvaihe kestää kahdesta viikosta neljään kuukauteen. Tämä aika on myös kaikista herkintä infektioiden kehittymiselle.

Eläinten lähettäminen teuraaksi on myös vaihtoehtona huomioitava hoitopäätöstä tehtäessä. Mikäli eläimet saadaan teurastukseen ensimmäisen 24 tunnin aikana, ruhot kelpaavat useimmiten teuraaksi (Carrol 1981, Auliffe ym. 1980). Tämä luonnollisesti edellyttää, että eläin on kuljetuskelpoinen. Suomessa teurastamolle tulleiden tulipalossa vammautuneiden eläinten ruhojen lihantarkastuslöydökset ovat olleet yllättävän vähäisiä. Lähinnä ruhoissa on ollut nähtävissä paikallisia, poistettavissa olevia muutoksia, kuten subcutaanista ödema ja keuhkomuutoksia (Pitkänen Elisa, suullinen tiedonanto). Teurastuspäätöstä pohtiessaan eläinlääkäriin kannattaa tukeutua Suomessa voimassa oleviin tuotantoeläinten kuljetuskelpoisuusvaatimukseen. Lopettaminen on järkevintä heti, mikäli eläimellä on pahoja hiiltyneitä palovammoja jaloissa, lihaksistossa tai pään alueella tai jos eläin ei pääse ylös. Eutanasia on järkevää, mikäli eläimellä on pahoja hengitysvaikeuksia, yskää tai vaahtoa tulee suusta tai eläin on selkeästi depressoitunut tai koomassa (Carrol 1981).

### 2.3. Palovammojen systeemivaikutukset

Vaikka palovamma voi olla hyvinkin paikallinen, se voi aiheuttaa vakavia patologisia muutoksia koko elimistöön. Vaikutukset kohdistuvat muun muassa verenkiertoelimistöön, immuunijärjestelmään, hengitysteihin, ruoansulatuskanavaan, munuaisiin ja maksaan.

Vakavan palovamman seurauksena kehittyvä shokki muistuttaa hypovolemista shokkia. Elimistö alkaa erittää tulehduksen välittäjäaineita. Vasoaktiivisten aineiden ja lämmön seurauksena kapillaaristen verisuonten läpäisevyys muuttuu. Nestettä, proteiineja ja tulehdussoluja kertyy palovammaan.

Nesteen myötä menetetään myös elektrolyyttejä. Solujen hajotessa kalium vuotaa ulos soluista ja palovammapotilailla tavataan tyypillisesti aluksi hyperkalemiaa ja hyponatremiaa. Munuaiset



reagoivat nesteen menetykseen lisäämällä ADH:n ja aldosteroidien eritystä. Mineralokortikoidien lisääntyneen erityksen seurauksena virtsan natrium/kalium suhde muuttuu. Veren kuvassa tämä saattaa myöhemmin näkyä hypokalemiana ja hypernatremiana. Munuaisten ja maksan toiminta voi heiketä hypovolemian seurauksena ja insuliinin erityks kiihtyy. Immuunijärjestelmä kärsii myös palovammojen seurauksena. Immunoglobuliinien pitoisuus veressä laskee muutaman päivän päästä vamman syntymisestä. Neutrofiilien toiminnassa on puutteita ja fibronectiinin pitoisuus laskee. Laajoissa palovammoissa anemian kehittyminen on mahdollista, mutta se tapahtuu viiveellä ja tila voi veren kuvassa peittyä dehydraatioon.

Palovammapotilaan aineenvaihdunta yleensä vilkastuu ja energiankulutus lisääntyy. Laajoissa palovammoissa eläimen lämmönsäätelyjärjestelmä häiriintyy, eläin menettää lämpöä ja sitä kautta energiankulutus lisääntyy. Aineenvaihdunta kiihtyy suoraan verrannollisesti palovamman kokoon, kun vamman koko ylittää kymmenen prosenttia ihon pinta- alasta. Potilailla, joilla palovamman pinta-ala ylittää 30 prosenttia ihon kokonaispinta-alasta, energiankulutus on jo kaksinkertainen normaalitilanteeseen verrattuna ( Hanson 2005). Eläimen kunto ennen palovammaa on siis hyvinkin ratkaiseva tekijä ennusteen kannalta. Proteiinien menetys tulisi huomioida tarjoamalla palovammapotilaalle helposti sulavaa valkuaispitoista rehua (Pierson 1969).

#### 2.4. Palovammojen hoitoperiaatteet

Palovammapotilaan hoitoon kuuluu aluksi yleistutkimus, jossa kiinnitetään huomiota mahdollisiin shokin merkkeihin. Shokki ei ole tuotantoeläinten palovammoissa niin merkittävässä osassa kuin ihmisellä (Pierson 1969). Yleistilan arvioinnin jälkeen voidaan keskittyä mahdollisten paikallisten vammojen laajuuteen ja syvyyteen.

Eläin tulisi ensihoitotoimenpiteiden jälkeen siirtää lämpimään suojaan, jossa lämpötila on kunkin eläinlajin termoneutraalilla alueella tai jopa hieman sen yläpuolella. Kipulääkitys on välttämätön paitsi kivun lievittämisen myös toksemian ja turvotuksen muodostumista ehkäisevän vaikutuksen takia.

Mikäli palovammojen laajuus on vähintään 15 prosenttia kokonaispinta-alasta, tarvitsee potilas yleensä suonensisäistä nestehoitoa. Nesteeksi käyvät isotoniset liuokset. Mikäli epäillään savukaasumyrkytystä tai vaurioita hengitysteissä, tulee mahdollisen keuhkoödeemin oireita tarkkailla nesteytyksen aikana. Plasma sopii korvaamaan albumiinin ja hyytymistekijöiden menetystä. Kliinikkaolosuhteissa on mahdollista kontrolloida veren proteiinit, hematokriitti ja elektrolyytit nestekorvaushoidon aikana.

Yleisesti antibioottilääkitystä palovammojen hoidossa pidetään arveluttavana, sillä se selektoi resistenttejä bakteerikantoja. Paikallinen turvotus ja ihon verisuonten trombotisoituminen huonontavat palovamma-alueen verenkiertoa, jolloin systeemisesti annetun antibiootin pääsy vaikutusalueelle on kyseenalaista (Hanson 2005, Honari 2004). Toisaalta nautojen kohdalla raportoidut kliiniset tapaukset osoittavat, että nauta kestää toisen asteen palovammoja ihmistä paremmin, eikä ole yhtä altis sepsikselle (Pierson 1969). Hevospotilaiden kohdalla tetanustoksoidi on suositeltavaa, mikäli rokotusohjelmaa ei ole noudatettu.

## 2.5. Palovammojen paikallishoito

Palovammojen hoidon tarkoituksena on optimoida paraneminen niin, että saavutetaan paras lopputulos ihon toiminnan ja ulkonäön kannalta (Honari 2004). Tämä saavutetaan ehkäisemällä mikrobien kasvu, minimoimalla haavainfektion riski, ehkäisemällä sepsiksen kehittyminen ja estämällä haavan syveneminen ja leviäminen.

Puhtaiden haavojen puhdistamiseen riittää steriili fysiologinen suolaliuos. Likaisempien haavojen puhdistuksessa suositellaan esimerkiksi laimeaa povidonijodia tai klorheksidiiniä (Fox ym. 1986). Puhdistukseen tulee liittää mahdollinen revidointi. Revidointiin käytännöllisin ja vähiten kipua tuottava menetelmä on hydraus. Jatkossa haava tulee puhdistaa kahdesta kolmeen kertaan päivässä ja suojata antibakteerisella voiteella.

Pinnallisemmissä palovammoissa kylmähoito vedellä tai lumella helpottaa kipua. Vammautuneen ihon kautta eläin kuitenkin menettää lämpöä, joka tulee ottaa huomioon kylmähoitoa annettaessa. Hydraus poistaa kuollutta kudosta ja puhdistaa samalla haavaa. Vesihoito sopii edullisuutensa ja kivuttomuutensa takia myös päivittäiseen haavan jatkohoitoon. Hydrausta suositellaan myös kemiallisten palovammojen ensihoidoksi. Mikäli happoa koetetaan neutraloida emäksellä tai emästä hapolla, voi reaktiossa vapautua niin paljon lämpöä, että se pahentaa palovammaa (Honari 2004). Emästen aiheuttamat vammat vaativat pidemmän hydrausajan (tunti) kuin happamat (20-30 min). Emäkset denaturoivat ihoa kerros kerrokselta kun taas hapot kuluvat loppuun reagoidessaan proteiinien kanssa.

Eläimen iholla on oma normaaliflooransa, joka palovamman syntyessä joko tuhoutuu ihon epiteelikerroksen mukana tai ainakin muuttuu. Eläinsuoja ei ole steriili ympäristö, joten eksogeeninen bakteerikontaminaatio on väistämätöntä. Palovammoista on naudoilta eristetty Stafylokokkeja, Streptokokkeja ja Proteusta (Pierson 1969). Suolistobakteerien kontaminaatio on todennäköistä ainakin kehon ala- ja takaosissa. Ihmisillä myös Candida- infektiot ovat palovammoissa tavallisia (Honari 2004).

Hopeasulfadiatsidia on vuosikymmeniä käytetty humaanilääketieteessä palovammojen hoitoon, ja sitä suositellaan myös eläimille (Hanson 2005). Hopesulfadiatsiini tehoaa pääasiassa gram-negatiivisiin bakteereihin (Geiser ym. 1984). Aloe veraa on käytetty humaanipuolella kipua lievittävän ja bakteeri- ja fungisidisen vaikutuksensa takia. Silikonilla spraymuodossa annosteltuna on raportoitu olevan paranemista edistävää vaikutusta palovammojen hoidossa (Pierson 1969). Muita palovammojen hoitoon käytettyjä paikallishoitovalmisteita ovat povidonijodi, klorheksidiini, nitrofurazoni, mefediiniasetaatti, gentamisiinisulfaatti, basitrasiiini, neomysiini ja polymyksiini B. Suomessa saatavina valmisteina näistä on vain hopeasulfadiatsiini, povidonijodi ja basitrasiiini (Pharmaca Fennica 2005). Kaikkien näiden aineiden käyttöä ei Suomessa ole tuotantoeläimille rekisteröity (MMMEO luettelo tuotantoeläimille hyväksytyistä lääkeaineista 2000).

Toisen asteen pinnallisissa palovammoille on tyypillistä rakkulanmuodostus. Muodostuneita rakkuloita ei kannata puhkaista ensimmäisen 24-36 tuntiin, koska rakkulaneste suojaa alla olevaa kudosta bakteerikontaminaatiolta. Ehjänä rakkula on vähemmän kivulias kuin puhkaistuna, ellei kyse ole laajasta rakkomuodostumasta tai liikkeenrajoituksesta. Mikäli rakko joudutaan puhkaisemaan, huolehditaan haavan revidoinnista ja antibakteerisesta lääkityksestä sekä mahdollisesti sitomisesta. Palovammojen kohdalla puhutaan myös luonnollisesta sidoksesta, jolla tarkoitetaan vamman päälle kehittyvää rupea. Ruven muodostuminen kestää yleensä 24-36 tuntia (Geiser ym. 1984). Rupi ei yleensä riitä suojaamaan syvempiä palovammoja ja esimerkiksi raajojen

alaosiin muodostuneet ruvet irtoavat helposti liikkeen ja kulutuksen myötä ennen kuin alla oleva haava on ehtinyt parantua. Pinnalliset vammat paranevat kahdesta kolmeen viikossa yleensä ilman komplikaatioita ja arpia (Honari 2004).

Kolmannen asteen palovammoissa potilaan yleistila tulisi stabiloida ennen haavahoitoon ryhtymistä. Konservatiivisella hoidolla paranemistulokset saattavat jäädä huonoiksi. Syvät palovammat voidaan hoitaa peittäville sidoksilla (closed technique), puoliavoimesti kosteilla sidoksilla (semiclosed technique), avoimesti rupimuodostuman avulla (exposed technique) tai ihonsiirroilla (Geiser ym. 1984, Hanson 2005). Sidoksien käyttö suojaa haavaa bakteerikontaminaatiolta ja traumaailta, mutta siteiden säännöllisestä vaihdosta on huolehdittava. Siteiden vaihto saattaa olla kivuliasta ja niiden pysyminen paikallaan ongelma. Peittäville sidoksilla voi olla myös haavaa hautova vaikutus, joten suljettua menetelmää tulisi välttää (Hanson 2005). Suljetussa menetelmässä käytetään haava-alueen peittäviä sidoksia, jotka vaihdetaan säännöllisesti. Toinen vaihtoehto on antaa ruven muodostua haavan päälle ja peittää rupi antibakteerisella aineella kostutetulla sidoksella. Kosteus nopeuttaa ruven irtoamista. Avoimessa menetelmässä haavan päälle muodostunut rupi suojataan pelkästään antibakteerisella voiteella. Ruvenmuodostus yleensä syventää haavaa ruven kuivumisvaiheessa. Ihonsiirrot soveltuvat vain pienempien syvien palohaavojen hoitoon.

Palohaavojen paranemisvaiheeseen liittyvä kutina voi kehittyä ongelmaksi varsinkin hevosella. Raapimisen ja hankaamisen hillitsemiseksi voidaan käyttää eläimen sitomista, kuonokoppaa tai rauhoittavaa lääkitystä (Scarret 1984, Hanson 2005). Liikalihan muodotus ja kasvaimet ovat myös yleisiä.

### 3. Savukaasumyrkytykset tuotantoeläimillä

Tulipalossa hengenvaarallisimmat tekijät ovat savukaasut, kuumuus ja hapen puute. Monissa rakennusmateriaaleissa käytetään synteettisiä polymeerejä, jotka palaessaan vapauttavat ilmaan syanidia ja epäorgaanisia happoja. Myrkyllisiä savukaasuja tunnetaan 250 eri ainetta. Myrkyllisimpinä pidetään akroleiinia, syanidivetyä ja hiilimonoksidia eli häkää. Vaikka myrkykaasut vapautuvat palossa yleensä seoksina, häkä näyttää edelleenkin olevan suurin toksinen tekijä tulipaloissa.

Suljetun tilan palossa nopeimmin kehittyvän hengenvaaran aiheuttavat todennäköisesti ensin hapenpuute ja kuumuus (Alarie 2002). Myös savukaasujen hengitysteihin kohdistuvat myrkylliset vaikutuksen alkavat heti. Hiilimonoksidin ja syanidivedyn pitoisuudet nousevat hengenvaaralliseksi yleensä vasta palon edetessä. Palossa myrkylliset kaasut pyrkivät kohoamaan katonrajaan, jossa myös ilman lämpötila on korkein. Vaikka täysikasvuiset eläimet ovat saattaneet palokunnan tullessa jo menehtyä, voivat matalammalla hengittävät pikkuvasikat olla vielä pelastettavissa (Auvinen Markku, suullinen tiedonanto

### 3.1. Tärkeimmät savukaasut

Myrkylliset kaasut voidaan jakaa ärsyttäviin, tukahduttaviin ja systeemisesti toksisiin kaasuihin. Ärsyttävän kaasun vaikutuskohta riippuu kaasun pitoisuudesta, altistuksen kestosta, kaasun vesiliukoisuudesta, hiukkaskoosta ja siitä, miten syvälle hengitysteihin uhri kaasua hengittää (Rokkanen ym. 1995). Vesiliukoiset kaasut ärsyttävät hengitysteiden limakalvoja ja aiheuttavat paikallisia syöpymiä pääasiassa ylemmissä hengitysteissä. Ärsytysoireet alkavat yleensä nopeasti altistuksen jälkeen. Vesiliukoisuuden pienentyessä kaasut pääsevät pidemmälle hengitysteihin aina alveolitasolle saakka. Mikäli kaasun pitoisuus on suuri ja altistusaika pitkä, myrkyvaikutukset voivat kohdistua hyvinkin laajalle alueelle hengitysteitä.

Taulukko3. Ärsyttävien kaasujen, höyryjen ja aerosolien pääasialliset vaikutuskohdat hengityselimissä. (Rokkanen ym. 1995).

Ylähengitysteihin vaikuttavat aineet	Ylähengitysteihin ja keuhkoputkiin vaikuttavat aineet	Alveolitasolla vaikuttavat aineet
Ammoniakki	Fluorivety	Akroleiini
Suolahappo	Jodi	Fosforivety
Rikkihallo	Jodivety	Metyylibromidi
Formaldehydi	Kloori	Otsoni
Asetaldehydi	Kloorioksidi	Typpidioksidi
Etikkahappo	Rikkioksidi	

Hiilimonoksidi (CO) eli häkä on hajuton, mauton, väritön ja ärsyttämätön kaasu. Hiilimonoksidille on näin mahdollista altistua sitä aistimatta. Hiilimonoksidia on todettu vapautuvan synteettisistä materiaaleista paljon nopeammin kuin palavasta puhtaasta puusta (Alarie 2002).

Häkä kuuluu tukehduttaviin kaasuihin (Mc Farlane 1995). Se sitoutuu hemoglobiiniin yli kaksisataa kertaa nopeammin, josta seuraa veren hapenkuljetuskapasiteetin lasku. Hiilimonoksidi vaikeuttaa hapen vapautumista hemoglobiinista solujen käyttöön. Tämä näkyy hapen dissosiaatiokäyrän siirtymisenä vasemmalle. CO sitoutuu myös myoglobiiniin, jolloin hapen siirtyminen luuranko- ja sydänlihakseen sekä aivoihin huononee.

Karboksihemoglobiinin (COHb) pitoisuutta on totuttu pitämään humanilääketieteessä savun hengittämisen mittarina. Jos COHb- pitoisuus veressä on ollut yli 50 prosenttia, pidetään häkämyrkytystä ensisijaisena kuolinsyynä tulipalon uhreilla (Alarie 2002). Häkä poikkeaa muista savukaasuista siinä, että se ei tee näkyviä muutoksia hengitysteihin. Myrkytyksen diagnosointia vaikeuttaa veren pysyminen helakanpunaisena, mikä johtuu karboksihemoglobiinin väristä. Häkämyrkytyksessä hapen osapaine veressä ei myöskään laske, vaikka solujen käytettävissä oleva happipitoisuus on pieni (Beech 1990). Auskultaatiossa keuhkoäänät voivat kuulostaa normaaleille (Mc Farlane 1995). Häkämyrkytyksestä tai hapenpuutteesta kärsivää potilasta voidaan hoitaa antamalla happea. Huoneilmassa CO:n puoliintumisaika on kolmesta neljään tuntia, sataprosenttisella happiterapialla 30-40 minuuttia (Hanson 2005).

Synteettiset materiaalit, kuten polyvinyylidikloridi, neopreeni, polytetrafluorietyyleeni, polyvinyylifluoridi, sisältävät klooria, bromia ja fluoria. Näiden yhdisteiden palaessa syntyy kloorivetyä, fluorivetyä ja bromivetyä. Kun nämä epäorgaaniset kaasut yhdistyvät orgaanisiin ärsyttäviin aineisiin, joita tulipalossa muodostuu aina, muodostuu ärsyttävää ja tukahduttavaa savua.

Puhtaan puun palaessa vapautuva savu on huomattavasti vähemmän myrkyllistä. Myrkylliset savuyhdisteet ovat välittömästi syövyttäviä hengitysteiden limakalvoille ja aiheuttavat myös pidempiaikaisia keuhkovaikutuksia. Koska kloorivedylle ei ole varsinaista vastamyrkkyä, potilaat hoidetaan oireiden mukaisesti.

Syanidia saattaa kehittyä meilläkin joissakin navetoissa välikattoon käytetyn styroksipohjaisen materiaalin palaessa (Nupponen Heikki, suullinen tiedonanto.). Syanidi on toksisuuden suhteen hiilimonoksidia paljon potentimpi kaasua. Se voi suurempina pitoisuuksina lamauttaa hengityksen eikä tilaa voida hoitaa (Alarie 2002). Syanidin toksinen vaikutus perustuu sen sitoutumiseen mitokondrioiden sytokromi-c-oksidaasi entsyymiin, mikä estää soluhengityksen. Koe-eläimillä syanidin hengittämiseen on todettu depressoivan hengitystä ja hapenottoa (Alarie 2002).

### 3.2. Savukaasumyrkytyksen patofysiologiaa

Savu vaurioittaa hengitysteitä suoran lämpövaikutuksen ja savussa olevien myrkyllisten kemikaalien kautta. Savukaasuja hengittäneelle on tyypillistä vähäoireinen alkuvaihe ja sitä seuraava yleistilan äkillinen huononeminen (Rokkanen ym. 1995). Lämpö vaurioittaa yleensä ylempiä hengitysteitä ja sen vaikutus alkaa välittömästi. Limakalvojen palovammat yleisissä hengitysteissä aiheuttavat eryhemaa, ulseraatioita ja ödemia. Ylähengitysteiden ilman lämpötilaa tasaava vaikutus ja kuuman hengitysilman aiheuttama laryngospasmi estävät yleensä palovammat alemmissa hengitysteissä. Palovammoja voi kuitenkin syntyä kuumien partikkelien päästessä alempiin hengitysteihin. Auskultaatiossa voi kuulua stridor ja muuttuneita hengityksääniä ylempien hengitysteiden alueelta (Geor ym. 1991).

Keuhkojen vajaatoiminta kehittyy savukaasumyrkytyksessä asteittain. Alkuun kehittyvää akuuttia keuhkoinsuffiensiä seuraa keuhkoödeema ja lopuksi bronkopneumonia (Mc Farlane 1995, Geor ym. 1991). Keuhkosurfaktantin toiminta häiriintyy. Värekarvojen toiminta heikkenee, mikä vaikeuttaa hengitysteiden puhdistautumista sinne palon seurauksena joutuneista partikkeleista. Keuhkoputkien supistuminen vaikeuttaa hengitystä.

Akuutti keuhkojen vajaatoiminta kehittyy puolentoista vuorokauden sisällä altistuksesta. Keuhkoödeema on pahimmillaan yhdestä kahteen vuorokautta altistuksesta (Mc Farlane 1995). Ödemia kehittävät limakalvovaurio ja neutrofiilien vapautuminen sytotoksisten välittäjäaineiden seurauksena. Keuhkojen verenkierto lisääntyy, mikä aiheuttaa interstitiaalia ödemia.

Hengitystievaurion seurauksen kuolioitunut irtoava limakalvo voi tukkia alempia hengitysteitä. Tuhoutuneiden solujen jäänteistä, fibriinistä ja tulehdussoluista muodostuvat lieriöt voivat myös aiheuttaa hengitystietukoksia (Cox ym. 2003). Pahimmillaan alempien ilmäteiden tukkeutuminen voi johtaa emfyseemaan ja ilmarintaan (Mc Farlane 1995).

Bronkopneumonia kehittyy noin 3-14 päivää altistuksesta (Geor ym. 2005). Hevosilla yleisimmin tavattuja bronkopneumoniaalöydöksiä ovat Pasteurellat, Streptokokit ja Pseudomonakset. Vakavat vauriot hengitysteissä voivat hevospotilailla johtaa krooniseen bronkiittiin ja keuhkoputkien supistumisen aiheuttamaan hengitystieobstruktion (Geor ym. 2005).

### 3.3. Savukaasumyrkytyksen diagnosointi

Esitiedot saattavat tulipalosta selvinneen eläimen kohdalla olla puutteelliset. Ei ole aina selvää, onko eläin yleensä hengittänyt savua ja missä määrin. Pään alueen palovammat, kärventyneet silmäripset ja turpakarvat, noen värjäämä sierainerite ja savunhaju ovat luonnollisesti viitteitä savukaasumyrkytyksestä, mutta näiden merkkien puuttuminen ei myöskään sulje pois myrkytyksen mahdollisuutta (Drobatz ym. 1999).

Yleistutkimuksessa tulisi kiinnittää huomiota erityisesti verenkerroelimityksen tutkimiseen ja keskushermosto-oireiden seuraamiseen. Häkämyrkytyksestä ja hapenpuutteesta johtuvat keskushermosto- oireet ilmaantuvat yleensä nopeasti. Potilas voi olla jo löydettyä kuolemaisillaan tai koomassa. Lievempiä oireita ovat depressio, ataxia ja ärtyneisyys. (Beech 1990).

Kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä ei hoidosta ja ennusteesta yksin yleistutkimuksen perusteella voi tehdä. Pidemmälle vietyjä diagnostisia menetelmiä ei kuitenkaan kenttäolosuhteissa ole tarjolla. Nauta- ja sikapraktiikassa kliinikon on tyydyttävä työdiagnoosin asettamiseen ja hoitokokeiluihin sekä tarkkaan potilaan yleistilan seurantaan.

Hyvin varustelluilla hevosklinikoilla on potilailta mahdollista tutkia pidemmälle. Hengitystieaurioon viittaavia bronkoskopia löydöksiä ovat limakalvojen ödema ja nekroosi sekä noki. Röntgenologisesti keuhkomuutokset ovat nähtävissä vasta selvien kliinisten muutosten kehityttyä. Transtrakeaalinäytteestä saatujen fagosyyttien sisältämät hiilipartikkelit ovat viitteenä savukaasujen hengittämisestä (Geor ym. 1991). Bakteeriviljely on suositeltavaa epäiltäessä bronkopneumoniaa. Verikaasuanalyysin avulla voidaan seurata taudinkuvan kehittymistä. Karboksihemoglobiinin määrittäminen on saatavissa humanipuolen sairaaloissa.

### 3.4. Savukaasumyrkytyksen hoitoperiaatteet

Savua hengittäneen potilaan hoidossa pitäisi keskittyä hengityksen tukemiseen ja ödeman lieventämiseen. Potilaalla voi olla 12-24 tunnin latentti vaihe ennen ensimmäisiä hengitystieoireita. Savukaasumyrkytyspotilaan hoidossa tavoitteena on ylläpitää hengitystiet avoimena, korjata happivaje, poistaa limaa ja kuollutta kudosta hengitysteistä, lieventää tulehdusta, minimoida ödeman kehittymistä, estää sekundaarikomplikaatioita ja huolehtia kivunlievityksestä (McFairlane 1995, Kemper ym. 1993). Savua hengittäneiden potilaiden tarkkailu on tärkeää ainakin muutaman vuorokauden ajan. Hoito tulee sovittaa kliiniseen vasteeseen ja diagnostisiin löydöksiin (Hanson 2005).

Hengitysteiden ylläpitäminen avoimena saattaa vaatia trakeostomiaa tai intubaatiota. Happivajeesta kärsivä eläin tulee aluksi viedä ulos tai sijoittaa hyvin tuuletettuun sisätilaan. Mikäli happilaitteita on käytettävissä, happi tulisi antaa kostutettuna. Sataprosenttinen hapen anto kostutettuna onnistuu nasaalituubin kautta, maskia eläinpotilaat sietävät huomattavasti huonommin (Mc Fairlane 1995).

Bronkokonstriktion laukaiseminen helpottaa kaasujen vaihtoa ja happivajeen korjaamista (Geor 1991). Bronkodilataattoreista on eniten hyötyä heti hoidon alkuvaiheessa. 12-24 tunnin kuluttua ilmatiet alkavat ahtautua tulehduseritteistä, ödemasta ja verestä, jolloin näiden lääkkeiden teho jää

vaihtelevaksi. Teofylliiniä (10-15 mg/kg PO BID), aminofylliiniä (3-5 mg/kg PO BID-TID) ja terbutaliinisulfaattia (0,05 mg/kg PO BID) on käytetty yksin tai yhdessä keuhkoputkien laajentamiseen (Mc Farlane 1995).  $\beta_2$ -agonisteista terbutaliinia voidaan myös käyttää bronkospasmin hoitoon.

Liman poistumista voidaan edesauttaa pitämällä huolta nestetasapainosta. Suonensisäisessä nesteytyksessä tulee varoa keuhkoödeemin kehittymistä. Toinen vaihtoehto on steriilin fysiologisen suolaliuoksen anto inhalaationa, yksin tai yhdistettynä muuhun lääkitykseen (Mc Fairlane 2005). Diureettien käytöllä ehkäistään keuhkoödeman kehittymistä. Furosemidi on Suomessa rekisteröity tuotantoeläimistä naudalle ja hevoselle ilman varoaikaa.

Antibioottien ja kortikosteroidien käytöstä ei palovammapotilailla ole täyttä yksimielisyyttä. Varsinkin tuotantoeläinten kohdalla antibiootteja tulisi käyttää vain todettuihin infektioihin, ennaltaehkäisevä käyttö suosii resistenttien kantojen syntymistä. Toisaalta ihon palovammoista kärsivä savukaasumyrkytyspotilas on alttiimpi sepsikselle. Kortikosteroidien käytöllä ei ole todettu olevan merkitystä henkiinjäämisen kannalta (Hanson 2005). Pitkävaikutteiset valmisteet saattavat hidastaa palovammojen paranemista. NSAID-lääkkeiden käyttö vähentää tulehduksenvälittäjäaineiden erittymistä ja hillitsee sitä kautta ödeman kehittymistä.

#### 4. Yhteenveto

Eläinlääkärin tärkein ja samalla vaikein tehtävä tulipalopaikalla on palosta selvinneiden eläinten kohtalosta päättäminen. Ennusteen asettelun kannalta hoitavan eläinlääkärin on tärkeää kyetä arvioimaan palovammojen syvyyttä ja laajuutta sekä ennakoimaan potilaan tilan etenemisen. Mikäli syvien palovammojen osuus kehon pinta-alasta on yli 15 prosenttia, vaaditaan tehokasta hoitoa eläimen parantamiseksi. Pinta-alaltaan pienemmätkin syvät palovammat saattavat huonontaa ennustetta, mikäli vammat ovat esimerkiksi lehmien vetimissä, siitoseläinten sukuelimissä, ruununrajassa tai silmissä. Hoitopäätökseen vaikuttavat lisäksi eläimen käyttöarvo, omistajan kyky sitoutua hoitoon sekä taloudelliset seikat. Käytettävissä oleva eläinsuoja asettaa omat rajoituksensa intensiivihoidon onnistumiselle.

Tuotantoeläinten kohdalla teuraaksi lähettäminen on yksi vaihtoehto. Kuljetuskuntoiset eläimet kelpaavat useimmiten teuraaksi, mikäli teurastus onnistuu ensimmäisen vuorokauden kuluessa. Välitön eutanasia eläinsuojelullisiin syihin nojaten on järkevintä, mikäli eläimellä on pahoja hiiltyneitä palovammoja jaloissa, lihaksistossa tai pään alueella, eläin ei pääse ylös, eläimellä on pahoja hengitysvaikeuksia tai yskää, vaahtoa tulee suusta tai mikäli eläin on selkeästi depressoitunut tai koomassa. Mikäli eläintä päätetään hoitaa, tulee eläinlääkärin olla valmis muuttamaan palovammaluokitusta ja ennustetta sekä tarvittaessa lopettamaan potilas vielä seuraavien vuorokausien kuluessa. Palovammat saattavat syventyä vielä tulipalosta seuraavien tuntien aikana. Savukaasumyrkytyksen seurauksena kehittyvä keuhkoödeemi ilmenee tyypillisesti vasta noin puolitoista vuorokautta altistuksesta.

Yleistutkimuksessa kiinnitetään huomiota hengityselimistön tilaan, shokin merkkeihin ja keskushermosto-oireisiin. Mikäli syvien palovammojen osuus ylittää 15 prosenttia kehon pinta-alasta, tarvitaan suonensisäistä nestehoitoa. Kipulääkitys on aina indikoitu sekä palovamma- että savukaasumyrkytyspotilaille. Palovammapotilaan vesihoito lieventää kipua, revidoi ja puhdistaa haavaa. Paikallishoitona palovammoihin voidaan käyttää antibakteerisia voiteita. Parenteraalisen antibiootin tarve kannattaa harkita tapauskohtaisesti, rutiinisti käytettäväksi sitä ei suositella.

Savukaasumyrkytyspotilaan hoidossa tavoitteena on ylläpitää hengitystiet avoimena, korjata happivaje, poistaa limaa ja kuollutta kudosta hengitysteistä, lieventää tulehdusta, minimoida ödeman kehittymistä ja ehkäistä sekundaarikomplikaatioita. Happivajeesta kärsivä eläin tulee aluksi viedä ulos tai sijoittaa hyvin tuuletettuun sisätilaan. Bronkodilataattorit ja nesteytys edesauttavat liman poistumista. Diureettien käytöllä ehkäistään keuhkoödeemin kehittymistä. Tuotantoeläimille rekisteröityjen lääkkeiden valikoima asettaa omat rajoituksensa lääkkeiden käytölle.



## 5. Lähdeluettelo

1. Alaspää A, Kuisma M, Rekola L, Sillanpää K. Uusi ensihoidon käsikirja 2003 Tammi.
2. Alarie Y. Toxicity of Fire Smoke. *Critical Reviews in Toxicology*, 2002; 32(4): 259-289.
3. Bal H.S. The skin. *Dukes` Physiology of Domestic Animals tenth ed.*, Melvin J. Swenson 1989; ch.35; 537-547.
4. Beech J. Smoke inhalation. *Large Animal Internal medicine*. Smith BP 1990; 532-533.
5. Carroll S.N. After the fire- what then? *Agricultural gazette of New South Wales* 1981; 92,3; 9-12.
6. Drobatz K.J., Walker L.M., Hendricks J.C. Smoke exposure in cats:22 cases (1986-1997). *Journal of the American veterinary medical association* 1999; 215, 9, 1312-1316.
7. Duckett W.M. Acute care of burn victims. *Journal of Equine Veterinary Science* 1995; 15,4,157-159.
8. Fox S.M., Goring R.I., Probst C.W. Management of thermal burn injuries. Part II. *Compend Contin Educ Pract Vet* 1986; 8: 439-44.
9. Geiser D.R., Walker R.D. Management of Thermal Injuries in Large Animals. *Veterinary Clinics of North America: Large Animal Practice* Vol. 5 No. 1, March 1984.
10. Geor R.J. Smoke Inhalation Injury in Horses. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian* 1991; 13, 7: 1162-1169.
11. Hanson R.R. Management of Burn Injuries in the Horse. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 2005; 21, 1, 105-123.
12. Honari S. Topical therapies and antimicrobials in the management of burn wounds. *Crit Care Nurs Clin N Am* 2004; 16: 1-11.
13. Kemper T., Spier S., Barratt-Boyes S.M., Hoffman R. Treatment on smoke inhalation in five horses. *Journal of the American veterinary medical association* 1993; 202: 91-94.
14. McAuliffe P.R., Hucker D.A., Marshall A.N. Establishing a Prognosis for Fire Damaged Sheep. *Australian Veterinary Journal* 1980; 56,3,123-132.
15. Mc Farlane D. Smoke inhalation injury in the horse. *Journal of equine veterinary science* 1995; 15, 4, 159-162.
16. MMMEO Asetus eläinten kuljetuksesta N:o 491.
17. MMMEEO:n luettelo tuotantoeläimille hyväksytyistä lääkeaineista, 2000.

18. Morton J.M., Fitzpatrick D.H., Morris D.C., White M.B. Teat burns in dairy cattle- the prognosis and effect of treatment. Australian Veterinary Journal Vol. 64, No. 3, March 1987.
19. Oksanen T., Turva J. Ensihoidon taskuopas 2001 s. 105.
20. Pharmaca Fennica 2005: s. 149, 680.
21. Pierson R.E., Larson K.A., Horton D., Turbes C., Palen J.S. Treatment of Second-degree Thermal. Veterinary medicine& small animal clinican 1969; 64,3, 218-229.
22. Rokkanen P., Slätis P., Alho A., Ryöppy S., Huittinen V.M. Traumatologia Vammojen patofysiologian ja hoidon perusteet 6. p. 1995; s.327-342.
23. Scarratt W.K., Pugh D.G., August J.R., Magnusson R.A. Cutaneous Thermal Injury in a Horse. Equine Parctice 1984; 6, 1, 13-17.

Seuraavat kuvat ovat tulipalossa vammautuneita teurastettavaksi tulleita nautoja sekä lihantarkastusmuutoksia ruhossa ja elimissä.  
Kuvat Elisa Pitkänen, EVIRA



Kuva 1: syviä palovammoja selässä naudalla.



Kuva 2: palovammoja ihossa lantion alueella naudalla.



Kuva 3: ödeemiä ja vertymiä nahanalaiskudoksessa selän alueella naudalla.



Kuva 4: elinpaketti, jossa keuhkot emfyseemiset, henkitorvessa ja keuhkoputkissa löytyi avattaessa tummaa eritettä.