



HELSINGIN YLIOPISTO

# Vuohien akuutti ja subkliininen pötsiasidoosi

Emilia Niinimäki

Eläinlääketieteen lisensiaatintutkielma

Tuotantoeläinten terveyden- ja sairaanhoito

Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto

Eläinlääketieteellinen tiedekunta

Helsingin yliopisto

2024

**Tiedekunta:** Eläinlääketieteellinen tiedekunta

**Koulutusohjelma:** Eläinlääketieteen lisensiaatin koulutusohjelma

**Tekijä:** Emilia Niinimäki

**Työn nimi:** Vuohien akuutti ja subkliininen pötsiasidoosi

**Työn laji:** Lisensiaatintutkielma

**Kuukausi ja vuosi:** 03/ 2024

**Sivumäärä:** 35

**Avainsanat:** vuohen subkliininen pötsiasidoosi, vuohen akuutti pötsiasidoosi, pötsiasidoosin hoito, pötsiasidoosin ennaltaehkäisy, pötsiasidoosin ennuste

**Ohjaaja:** Eeva Mustonen ELT, tuotantoeläinsairauksien erikoislääkäri

**Työn johtaja:** Eeva Mustonen ELT, tuotantoeläinsairauksien erikoislääkäri

**Osasto:** Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto

**Säilytyspaikka:** HELDA – Helsingin yliopiston digitaalinen arkisto

### **Tiivistelmä:**

Tämä lisensiaatin tutkielma on kirjallisuuskatsaus vuohien akuutista ja subkliinisestä pötsiasidoosista. Työn tavoitteena on koota käytännön työssä hyödynnettävä kirjallisuuskatsaus kyseisistä ruokinnallisista sairauksista ja niiden hoidosta vuohella. Katsauksen hoitokäytäntöjen yhteenvedon avulla praktikkoeläinlääkäriin on helppo valita vuohelle oireilun vakavuusasteen mukainen hoito.

Työn alussa käydään läpi vuohien ruansulatuskanavan anatomiaa ja toimintaa muihin märehtijöihin verraten. Anatomian ja fysiologian osuudessa käydään erityisesti läpi etumahojen rakennetta ja toimintaan. Lisäksi työssä perehdytään rehun sulavuuteen vaikuttaviin tekijöihin. Katsauksessa käydään läpi vuohen akuutin ja subkliinisen pötsiasidoosin oireet, taudinkuva, syntymekanismit, diagnoosimenetelmät, hoitovaihtoehdot ja ennuste. Työssä verrataan vuohen akuutin ja subkliinisen pötsiasidoosin hoitoa lampaan ja naudnan akuutin ja subkliinisen pötsiasidoosin hoitoon. Työn lopussa pohditaan akuutin ja subkliinisen pötsiasidoosin vaikutuksia tuotantoon ja eläinten terveyteen.

Akuutilla pötsiasidoosilla tarkoitetaan pötsin toiminnan häiriötä, jossa pötsin pH laskee äkillisesti aiheuttaen vuohelle kliinisiä oireita ja jopa henkeä uhkaavan tilan. Sairauden taustasyynä on ruokinnallinen epätasapaino, joka johtuu äkillisestä liian suuresta annoksesta runsasenergistä hiilihydraattipitoista rehua, vähäkuituisesta ruokavaliosta ja liian nopeista ruokintamuutoksista. Kliiniset oireet riippuvat tilan vakavuudesta ja etenevät usein nopeasti ilman hoitoa. Oireina vuohilla voi olla vaisuutta, syömättömyyttä, ripulia, alhainen ruumiinlämpö, nopea hengitystiheys, sekä nopea ja heikko pulssi. Monesti vuohella on myös metabolinen asidoosi eli elimistön veren pH laskee.

Subkliinisellä pötsiasidoosilla tarkoitetaan pötsin happamoitumista, jossa pH laskee alle arvon 5,8 ja pysyy matalana vähintään kolmen tunnin ajan vuorokaudesta. Myös subkliinisen pötsiasidoosin taustalla on ruokinnalliset ongelmat. Pitkällä aikavälillä matala pötsin pH aiheuttaa huonosyöntisyyttä ja ruansulatuskanavan ongelmia, kuten pötsin seinämän parakeratoosia ja ripulia. Hapan pötsi vaikuttaa myös maidon tuotukseen laskevasti, joten sillä on tuotannon näkökulmasta suuri merkitys.

# Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Vuohen ruuansulatuskanavan anatomia ja fysiologia</b>	<b>2</b>
2.1	Suuontelo, hampaat, nielu ja ruokatorvi	2
2.2	Etumahat ja juoksutusmaha	3
2.2.1	Pötsi	4
2.2.2	Verkkomaha	5
2.2.3	Satakerta	5
2.2.4	Juoksutusmaha	6
2.3	Ohutsuoli, paksusuoli ja peräsuoli	6
2.4	Haiman ja maksan merkitys ruuansulatuskanavan toiminnassa	7
2.5	Rehun sulavuus ruuansulatuskanavassa	7
<b>3</b>	<b>Akuutti pötsiasidoosi</b>	<b>9</b>
3.1	Taudinkuva ja oireet	9
3.2	Taustasyyt taudin syntymisessä ja oireiden taustalla	10
3.3	Diagnostiikka	12
3.3.1	Pötsinäyte	12
3.3.2	Verinäyte	12
3.4	Hoito	14
3.4.1	Pötsiä neutraloivat valmisteet ja pötsipiristeet	14
3.4.2	Metabolisen asidoosin korjaus	16
3.4.3	Muu suonensisäinen nesteytys	17
3.4.4	Muu tukihoido	19
	Taulukko 1: Oireiden mukaiset hoitokäytännöt	20
	Taulukko 2: Suonensisäisesti annettava hoito	22
3.5	Ennaltaehkäisy	23
3.6	Ennuste	23
<b>4</b>	<b>Subkliininen pötsiasidoosi eli SARA</b>	<b>25</b>
4.1	Taudinkuva ja oireet	25
4.2	Taustasyyt	26
4.3	Diagnostiikka	28
4.3.1	Pötsinäyte	28

4.3.2	Verinäyte	28
4.3.3	Maitonäyte	30
4.4	Hoito	30
4.5	Ennaltaehkäisy	30
4.6	Ennuste	31
5	Vuohen akuutin ja subkliinisen pötsiasidoosin hoidon vertaaminen lampaisiin ja nautoihin	32
6	Pohdinta	34
	Lähteet	36

# 1 Johdanto

Vuohiin liittyvää suomenkielistä eläinlääketieteellistä aineistoa on hyvin vähän saatavilla, joten eläinlääkäri on vuohia hoitaessa usein uuden äärellä. Ruuansulatuskanavan sairaudet, erityisesti pötsiasidoosit, ovat keskeisiä märehitijöiden sairauksia. Niitä hoidettaessa tarvitaan niin anatomian kuin fysiologian ymmärrystä kuin käsitystä ruokinnan perusteista, ruokinnallisten sairauksien taustatekijöistä, oireista, diagnosoinnista ja hoidosta.

Märehitijän pötsimikrobisto on herkkä ruokintamuutoksille. Ruokinnasta tai muusta syystä johtuvan pötsin toimintahäiriön seurauksena vuohi voi sairastua. Pötsin toimintahäiriöt ja siitä johtuvat sairaudet ovat märehitijöillä tavallisia. Pötsin happamuustilat johtuvat usein ruokinnallisesta epätasapainosta. Ne voidaan jakaa akuuttiin ja subkliiniseen pötsiasidoosiin. Akuutilla pötsiasidoosilla tarkoitetaan äkillistä pötsin happamoitumista, jossa pötsin pH laskee alle normaaliarvojen (Tufani ym. 2013). Subkliinisellä pötsiasidoosilla eli SARA:lla tarkoitetaan pötsin happamuustilaa, jossa pötsin pH laskee alle arvon 5,8 ja pysyy matalana vähintään kolmen tunnin ajan (Jia ym. 2014). Taustalla on ruokinnallinen ongelma (Giger-Reverdin 2018).

Työn tavoitteena on koota käytännön työssä hyödynnettävä kirjallisuuskatsaus vuohen ruuansulatuskanavan anatomiasta ja fysiologiasta sekä pötsiasidoosiin altistavista taustatekijöistä, diagnoosista ja hoidosta. Katsauksen hoitokäytäntöjen yhteenvedon avulla praktikkoeläinlääkäriin on helppo valita vuohelle oireilun vakavuusasteen mukainen hoito. Lisäksi työssä vertaillaan vuohen pötsiasidoosin hoitokäytäntöjä naudan ja lampaan pötsin happamuustilojen hoitokäytäntöihin. Pohdin myös SARA:n ja akuutin pötsiasidoosin vaikutuksia tuotantoon, eläinten terveyteen ja hyvinvointiin.

## **2 Vuohen ruuansulatuskanavan anatomia ja fysiologia**

Ruuansulatuskanava rakentuu suusta, hampaista, nielusta, ruokatorvesta, neljästä mahasta, ohutsuoilesta, paksusuolesta, peräsuolesta ja peräaukosta. Myös haimalla ja maksalla, sekä syljen erittymisellä on tärkeä rooli ruuansulatuksessa (Luginbuhl 1983). Pötsissä tapahtuu mikrobikäymistä, jossa pötsin alkueläimet ja bakteerit muuntavat hiilihydraatit haihtuviksi rasvahapoiksi. Vuohi käyttää haihtuvia rasvahappoja energianlähteenään (Harfoot 1981). Seuraavaksi käydään läpi tarkemmin vuohen ruuansulatuskanavan anatomiaa ja fysiologiaa muihin märehtijöihin verraten.

### **2.1 Suuontelo, hampaat, nielu ja ruokatorvi**

Märehtijöiden suuontelo on kehittynyt ruokavalion mukaan siten, että se on mahdollisimman tehokas käsittelemään karkearehua. Rehu pureskellaan suussa ensin vain pinnallisesti, jonka jälkeen se kulkeutuu ruokatorvea pitkin pötsiin. Myöhemmin rehumassaa hienonnetaan suussa uudelleen märehtimisen avulla (Nickel ym. 1979). Pureskelun ansiosta kasvisolut hajoavat pienemmiksi ja käymisprosessi nopeutuu. Lisäksi ruuan hienontamisen yhteydessä siihen sekoittuu sylkeä (Harfoot 1981). Hampaista, huulia ja kieltä käytetään avuksi ruuan tarttumiseen ja valikointiin (Luginbuhl 1983). Vuohien ja lampaiden erilainen kieli ja huulien rakenne verrattua nautaan, mahdollistaa tarkan ruuan valikoimisen (Marshall 1932). Vuohen ja lampaan huulet ovat helposti liikkuvia. Niissä on myös tuntokarvoja aistimuksen ja ruuan valikoimisen parantamiseksi (Nickel ym. 1979). Vuohien ylähuulessa ei ole samanlaista nenä-huulivakoa kuin lampaalla, joten ne ovat lampaita parempia repimään ja tarttumaan ruokaan. Lisäksi vuohi sietää paremmin kitkerää makua kuin muut märehtijät (Smith ja Sherman 2013). Syljen tuotanto riippuu rehun tyypistä ja määrästä, mutta on arviolta yhteensä 5-15 litraa päivässä lampailla ja 75-190 litraa päivässä naudoilla (Dehority 2002). Blair-West ym. (1967) mukaan vuohilla ja lampailla syljen erityis olisi 6-16 litraa ja naudoilla 100-190 litraa päivässä. Seth ym. (1976) tutkimuksen mukaan vuohien syljen erityis olisi kuitenkin huomattavasti nopeampaa vuohilla kuin lampailla. Vuohet tuottivat sylkeä korvasylkirauhasesta 110 ml tunnissa ja lampaat 40 ml tunnissa.

Vuohilla kovakitalaki on turvasta katsottuna alkuun kapeampi, jonka jälkeen se levenee äkillisesti ensimmäisten poskihampaiden kohdalla. Naudalla ja lampaalla kovakitalaki

turvasta katsottuna alkuun leveämpi, jonka jälkeen se kaventuu ja sitten taas levenee (Nickel ym. 1979).

Hampaat ovat tärkeänä osana ruuan hienontamisessa. Märehtijöillä ei ole yläetuhampaita vaan ne korvautuvat sidekudoksen ja sarveistuneen epiteelin muodostamasta levystä, joka on kiinnittynyt alla olevaan luiseen rakenteeseen. Vuohella on kahdeksan alaetuhammasta kuten naudalla ja lampaallakin. Vuohella etuhampaat ovat pitkiä ja kapeita. Ne kohdistuvat yläleuan sidekudoksiseen levyyn pienemmässä kulmassa kuin naudoilla (Nickel ym. 1979). Vuohi jauhaa ruokaa sivuttaisliikkeellä, joten hammaspiikkejä voi muodostua yläposkihampaissa posken puolelle ja alaposkihampaissa kielen puolelle (Smith ja Sherman 2013).

Poskihampaat ovat jaettu premolaareihin eli välihampaisiin ja molaareihin eli varsinaisiin poskihampaisiin. Premolaareja on alaleuassa molemmilla puolella kolme ja yläleuassa saman verran. Myös molaareja on vastaava määrä. Yhteensä vuohella on premolaareja ja molaareja koko suussa 24kpl. Poskihampaat ovat vuohella ja lampaalla muodoltaan yksinkertaisempia kuin naudalla (Nickel ym. 1979).

Ruokatorven lihaksikas seinämä koostuu poikkijuovaisesta lihaksesta, jonka paksuus vaihtelee ruokatorven eri osissa. Pienmärehtijöiden ruokatorvi on melko samanlainen kuin naudalla, mutta sen koko on pienempi. Ruokatorven loppuosa kiinnittyy pötsin ja verkkomahan liitoskohtaan (Nickel 1979). Ruokatorven peristalttiset liikkeet kuljettavat ruokasulaa (Harfoot 1981). Eurooppalaisten rotujen täysikasvuisilla lypsyvuohilla ruokatorvi on noin yhden metrin mittainen. Ruokatorven pituus tulee huomioida, kun käytetään nenämahaletkua hoitotoimenpiteissä (Smith ja Sherman 2013).

## **2.2 Etumahat ja juoksutusmaha**

Märehtijöillä on neljä mahaa, jotka ovat pötsi, verkkomaha, satakerta ja juoksutusmaha. Näistä etumahoiksi luokitellaan pötsi, verkkomaha ja satakerta (Harfoot 1981, Nickel ym. 1979). Juoksutusmaha vastaa enemmän toiminnaltaan yksimahaisten mahalaukkuja. Etumahoissa sisäpinnalla on levyepiteeliä, joka ei sisällä rauhasia, kun taas juoksutusmahassa on myös rauhasia sisältävä alue (Luginbuhl 1983). Etumahojen rakenne on melko samanlainen vuohella ja lampaalla (Gueltekin 1953). Märehtijät ovat etumahafermentoitjia eli mikrobikäyminen tapahtuu etumahoissa ennen juoksutusmaha. Mikrobikäymisen avulla märehtijät saavat kasvien

polysakkaridit muutettua energiaksi (Dehority 2022). Vuohella noin 58 % kuiva-aineesta, 93 % raakakuidusta, 11 % raakaproteiinista ja 80 % liukoisesta hiilihydraatista pilkkoutuu etumahoissa (Ridges ja Singleton 1962).

Pienillä märehitijöillä mahojen tilavuus riippuu rodusta ja eläimen koosta. Aikuisella vuohella ja lampaalla pötsin tilavuus on yleensä 13-23 litraa, verkkomaha 1-2 litraa, satakerta 0,3-0,9 litraa ja juoksutusmaha 1,75-3,3 litraa (Nickel ym. 1979).

### **2.2.1 Pötsi**

Pötsi eli rumen sijaitsee vatsaontelossa vasemmalla puolella ja se vie suurimman tilan vatsaontelosta. Pötsi on jaettu eri osiin poikittaisurien, pitkittäisurien ja pötsipilarien avulla. Pötsi jakautuu kraniaaliseen eli pään puoleiseen osaan, dorsaaliseen eli selänpuoleiseen, ventraaliseen eli mahanpuoleiseen, dorsokaudaaliseen eli selänpuoleiseen takaosaan ja ventrokaudaaliseen mahanpuoleiseen takaosaan. Joskus pötsin ventrokadaalinen osa voi ylettyä myös oikealle puolelle vatsaonteloa (Nickel ym. 1979). Lisäksi verkkomaha sijaitsee pötsistä kraniaalisesti (Luginbuhl 1983, Nickel 1979). Pötsin seinämä koostuu suurelta osin sileästä lihaskudoksesta ja kerrostuneesta levyepiteelistä. Pötsin limakalvolla ei ole rauhasia. Ravintoaineiden imeytymispinta-alaa lisäävät papillit, jotka ovat pieniä ulokkeita pötsin sisäpinnalla. Niiden kautta imeytyy etenkin rasvahapot ja natrium. Pötsipapillien mekaanista vaikutusta ruuansulatuskanavassa on myös spekuloitu (Nickel ym. 1979).

Vuohella pötsin normaali pH on Matthews (2016) mukaan 6,5-7 ja Tamble ym. (2017), sekä Tufani ym. (2013) mukaan 6,2-6,8. Kun vuohille annetaan väkirehua, voi pötsin pH laskea 2-3 tunnin kuluessa arvoihin 5,5-6, mutta yleensä palautuu 12h kuluessa ruokailusta normaalille tasolle (Matthews 2016). Syljellä on erityisen tärkeä rooli pötsin pH:n säätelyssä, koska syljen koostumus auttaa puskuroimaan pötsissä käymisen aikana syntyneitä happoja. Sylki sisältää natrium- ja kaliumbikarbonaattia, sekä fosfaattia (Dehority 2002). Pötsi sekoittuu säännöllisesti (Dehority 2002). Sekoittuminen ja pötsin supistuminen tapahtuu vuohilla, sekä lampailla 7-16 kertaa viiden minuutin aikana eli 2-3 kertaa minuutissa (Nickel ym. 1979).

Suurin osa mikrobien käymisaktiivisuudesta tapahtuu pötsissä ja verkkomahassa (Harfoot 1981, Luginbuhl 1983). Pötsissä on monia erilaisia bakteereja ja alkueläimiä,

jotka huolehtivat mikrobikäymisestä. Mikrobikäymisessä hiilihydraatit muunnetaan rasvahapoiksi, kuten propioni-, etikka- ja voihapoksi. Näitä kutsutaan haihtuviksi rasvahapoiksi tai toiselta nimeltään vapaiksi rasvahapoiksi, joista käytetään lyhennettä VFA (volatile fatty acids). Haihtuvia rasvahappoja voidaan käyttää energialähteenä tai varastoida maksaan myöhempää käyttöä varten. Proteiinit hajoavat ensin aminohapoiksi, jonka jälkeen ne pilkkotaan vielä rasvahapoiksi ja ammoniakiksi. Käymisnopeuteen vaikuttaa muun muassa rehun sulavuus (Harfoot 1981). Käymisen ja märehtimisen seurauksena rehupartikkeleiden koko pienenee, kuituhiukkaset kyllästyvät vedellä ja pyrkivät uppoamaan. Tietyn kokoiset rehupartikkelit siirtyvät verkkomahaan ja sieltä edelleen satakertaan (Luginbuhl 1983). Mikrobikäymisen seurauksena syntyy paljon kaasuja, kuten metaania ja hiilidioksidia. Kaasut poistuvat pötsistä röyhtäilyn avulla (Harfoot 1981).

### **2.2.2 Verkkomaha**

Verkkomaha eli reticulum sijaitsee pötsistä kraniaalisesti rajautuen pötsin kraniaaliseen osaan, palleaan, vasempaan maksalohkoon, satakertaan ja juoksutusmahaan. Se sijaitsee kuudennen ja yhdeksännen kylkiluun tasolla (Nickel ym. 1979). Pötsillä ja verkkomahalla on toiminnallisia samankaltaisuuksia. Verkkomahan limakalvo on erilaista ja se muistuttaa hunajakennomaista muotoa, jossa on pieniä kartion muotoisia ulokkeita eli papilleja (Harfoot 1981).

### **2.2.3 Satakerta**

Pienillä märehtijöillä satakerta eli omasum on soikea ja pienempi kuin verkkomaha. Satakerta sijaitsee pienmärehtijöillä kahdeksannen ja kymmenennen kylkiluuvälin kohdalla koskettamatta oikealla puolella vatsaontelon seinämää. Naudalla satakerta on suurempi ja osuu oikealla puolella vatsaontelon seinämään (Nickel ym. 1979). Satakerta rakentuu lehtimäisistä poimuista (Ehlich ym. 2018, Dehority 2002). Vuohella lehtimäisiä poimuja on keskimäärin 35 kun taas naudalla niitä on keskimäärin 169. Lampaalla lehtimäisiä poimuja on neljää eri pituista, kun taas vuohella poimuja on kolmea eripituista. Vuohelta puuttuu lyhin lehtimäinen poimu, kun verrataan lampaaseen (McSweeney 1988). Satakerrassa tapahtuu nesteen takaisin imeytymistä, joka helpottaa rehupartikkeleiden pilkkoutumista ja lajittelua (Ehlich ym.

2018). Siellä tapahtuu myös haihtuvien rasvahappojen imeytymistä (Harfoot 1981). Satakerrasta ruokamassa siirtyy seuraavaksi juokсутusmahaan (Ehlich ym. 2018).

#### **2.2.4 Juokсутusmaha**

Juokсутusmaha eli abomasum on märehitjän mahoista neljäs eli viimeinen ennen suolistoa. Se jaetaan fundukseen eli mahan pohjukkaan, runko-osaan ja pylorukseen eli mahanporttiin johon ohutsuoli kiinnittyy (Nickel ym. 1979). Funduksessa on rauhassoluja, jotka tuottavat pepsiiniä ja suolahappoa. Pohjukaissuolen sulkijalihas säätelee ruuan kulkeutumista ohutsuoleen (Dehority 2002).

### **2.3 Ohutsuoli, paksusuoli ja peräsuoli**

Nickel ym. (1979) mukaan märehitjällä suolisto on suhteellisen pienessä tilassa, koska etumahat ja juokсутusmaha vievät suurimman osan vatsaontelon tilavuudesta. Suolet kiinnittyvät vatsaontelon kattoon suoliliepeen avulla. Vuohilla suoliston kokonaispituus on keskimääräisesti 33 metriä, josta ohutsuolen pituus on keskimääräisesti 18-35 metriä. Vastaavasti lampailla suolen kokonaispituus on keskimäärin 22-43 metriä ja naudalla 33-63 metriä. Ohutsuoli jaetaan duodenumiin eli pohjukaissuoleen, jejunumiin eli tyhjäsuolessa ja ileumiin eli sykkyräsuolessa. Ileum loppuu umpisuoleen, jonka jälkeen alkaa koolon eli paksusuoli. Paksusuoli jaetaan nousevaan paksusuoleen, joka muodostaa spiraalimaisen kuvion, poikittaiseen paksusuoleen ja laskevaan paksusuoleen. Paksusuolen jälkeen tulee peräsuoli. Pienillä märehitjillä ulosteet jakautuvat papanoiksi nousevassa paksusuoleessa spiraalimuodostelman loppuosassa ja kertyvät peräsuoleen ulostepelletteinä ennen ulostamista (Nickel ym. 1979). Vuohien ja lampaiden ulosteiden kuivan koostumuksen selittää suolen sisällön hidas eteneminen paksusuoleessa verrattuna ohutsuoleen ja voimakas veden takaisinimeytyminen paksusuoleessa. Normaalisti vuohen ulosteen kuiva-ainepitoisuus on 50-60 % kun taas naudalla vastaava pitoisuus on 15-30 % (Smith ja Sherman 2013).

Vuohella on lampaaseen ja nautaan verrattuna suurempi taipumus kerryttää rasvaa vatsaonteloon. Rasvaa kertyy helposti etenkin suoliliepeeseen ja omentumiin eli vatsapaitaan. Tämän uskotaan johtuvan vuohen sopeutumisesta hyödyntää niukkaa rehunsaintia ympäristöstä. Myös ulkoisesti laihalla vuohella saattaa olla merkittävät rasvavarastot vatsaontelossa. Rasvavarastoista voi olla myös haittaa, koska ne vievät

tilaa etumahoilta, juoksutusmahalta ja suolistolta. Tämä voi johtaa rehun saannin vähenemiseen sekä negatiiviseen energiataseeseen (Smith ja Sherman 2013).

#### **2.4 Haiman ja maksan merkitys ruuansulatuskanavan toiminnassa**

Pienmärehtijöillä maksan sappitiehyt ja haimatiehyt laskevat samaan kohtaan pohjukaissuolessa (Nickel ym. 1979). Sappineste koostuu sappihapoista ja sappiväriaineista. Sappiväriaineet sisältävät kolesterolia, lesitiiniä, elektrolyyttejä ja proteiineja (Noble 1978). Haimaneste koostuu proteolyttisistä entsyymeistä eli proteiinia hajottavista entsyymeistä kuten trypsinogeenistä, kymotrypsinogeenistä, prokاربoksipeptidaasista ja karboksipeptidaasista, sekä amylaasista eli tärkkelystä hajottavasta entsyymistä ja lipaasista eli rasvoja hajottavasta entsyymistä (Keller ym. 1958). Märehtijöillä haimanesteen virtausnopeus pohjukaissuolessa on huomattavasti pienempi kuin sapien virtaus. Pohjukaissuolessa erityyppien ruuansulatusnesteiden aktiivisuus ja merkitys ei ole märehtijöillä niin merkittävä kuin yksimahaisilla, koska esimerkiksi ravinnon lipidien hydrolyysiä on tapahtunut jo pötsissä. Haimanesteen ja sappinesteen merkitystä märehtijöiden ruuansulatuskanavan toiminnassa ei saa kuitenkaan sivuuttaa (Noble 1978). Märehtijät esimerkiksi sopeutuvat lisääntyneeseen viljan saantiin lisäämällä haiman amylaasituotantoa. Sopeutuminen tapahtui kuitenkin hitaammin kuin yksimahaisilla (Clary ym. 1969). Maksa on tärkeä osa elimistön aineenvaihduntaa (Dentin ym. 2005) ja säätelee merkittävässä osassa homeostaasia eli elimistön sisäistä tasapainoa (Johnson 1997).

#### **2.5 Rehun sulavuus ruuansulatuskanavassa**

Vuohet syövät useammin ja nopeammin kuin lampaat (Geoffroy 1974). Vuohi hyödyntää monia eri kasvilajeja ruokavaliossaan ja on moneen muuhun märehtijään verrattuna ruokavalioltaan monimuotoisempi. Ruuansulatuksen nopeudesta ja tehokkuudesta on tehty useita tutkimuksia. On esitetty, että vuohen ruuansulatuskanavan teho on parempi kuin lampaalla tai naudalla, mutta tutkimuksissa on saatu myös ristiriitaisia tuloksia. Kun lampaille ja vuohille annetaan korkealaatuista ja hyvin sulavaa rehua niin on osoitettu, että lampaiden ja vuohien ruuansulatuskanavan tehokkuus on samaa luokkaa. Kun vuohille ja lampaille annetaan huonommin sulavaa ja kuitupitoista ravintoa niin on osoitettu, että lammas

sulattaa kuitua paremmin, mutta lampaalla rehu viipyy pötsissä kauemmin kuin vuohella (Brown ja Johnson 1984).

Rehun kuiva-ainepitoisuudella tarkoitetaan prosenttiosuutta, joka jää rehusta jäljelle, kun sen sisältämä vesi on poistettu (Suomen hevostietokeskus 2023). Vuohen kuiva-aineen syöntikyky on yleensä 2,5-3 % elopainosta. Kuiva-aineen syöntikyky kasvaa iän myötä. Karkearehut lisäävät pureskelua, röyhtäilyä ja syljeneritystä. Sylki sisältää bikarbonaattia ja fosfaatti-ioneita, jotka puskuroivat pötsin happamuutta ja näin auttavat optimaalisen pH:n säilyttämisessä (Matthews 2016). Tämän takia pötsi vaatii toimiakseen tietyn määrän kuitua.

Huston ym. (1986) tutkimuksessa tutkittiin rehun sulavuuteen vaikuttavia tekijöitä naudoilla, vuohilla, lampailla ja valkohäntäpeuroilla. Tutkimus koostui neljästä eri kokeesta, joissa jokaisessa tutkittiin asiaa eri näkökulmasta. Tutkimuksessa tuli ilmi, että kohtalaisen kuitupitoisuuden sisältävän rehun sulavuus on parempi naudalla kuin peuralla. Vuohen ja lampaan kohdalla saman rehun sulavuus oli keskitasoa. Usean kokeen tulokset viittasivat siihen, että ruuansulatusnopeus liittyy enemmän ruokavalioon kuin sitä syövään eläinlajiin. Lajien välillä ruuansulatuskanavassa on eroja. Rehun sulavuuteen vaikuttaa lajikohtaisesti se, kuinka kauan menee aikaa ennen kuin rehumassa on pyörähtänyt pötsissä ympäri ja kuinka nopeasti rehu pötsissä vaihtuu. Rehun sulavuuteen vaikuttaa monet tekijät saatavan ravinnon ominaisuuden lisäksi. Etenkin vapaasti laiduntavien eläinten ravinnon sulavuuteen vaikuttaa useampi tekijä, kuten edellä mainittu käymisnopeus ja rehun kulkunopeus ruuansulatuskanavassa, mutta myös laitumelta valikoidun rehun koostumus (Huston ym. 1986). Castlen (1956 a, b, c) tutkimuksessa tutkittiin elintarvikeväriä avulla vuohien ruuansulatuskanavan tehokkuutta ja partikkeleiden kulkunopeutta ruuansulatuskanavassa. Väriaineita nähtiin ensimmäisen kerran ulosteessa 11-15 tunnin kuluttua ja niitä ei enää havaittu ulosteessa 6-7 päivän jälkeen annostelusta.

Vuohella märehimissykli on keskimäärin 63 sekuntia eli kerran minuutissa. Märehimissykli on hieman pidempi kuivaheinällä kuin säilörehulla (Dzjuk ja McCauley 1956). Eräässä tutkimuksessa vuohet märehivät aktiivisesti noin 7,75 tuntia vuorokaudesta ja 75 % märehimisestä tapahtui yöllä (Bell ja Lawn 1957).

### 3 Akuutti pötsiasidoosi

#### 3.1 Taudinkuva ja oireet

Akuutilla pötsiasidoosilla tarkoitetaan pötsin toiminnan häiriötä, jossa pötsin pH laskee äkillisesti. Kliiniset oireet vaihtelevat tilan vakavuuden mukaan ja etenevät usein nopeasti ilman hoitoa. Oireina voi olla vaisuus, syömättömyys, epänormaalin alhainen ruumiinlämpö, nopea ja heikko pulssi, sekä ripulia (Tufani ym. 2013, Matthews 2016). Tufanin ym. (2013) tutkimuksen mukaan ruumiinlämpötila oli sitä alhaisempi, mitä vakavaoireisempi tila eläimellä oli. Pötsi saattoi puhaltua eli pötsiin kertyi runsaasti kaasua pötsimikrobiston toiminnan häiriön seurauksena. Pötsiäännet olivat vaimeat tai puuttuvat kokonaan. Hengitystiheys oli usein nopeutunut ja eläimellä oli nestehukka. Tufani ym. (2013) tutkimuksessa vakavaoireisilla potilailla syke oli jopa 155 kertaa minuutissa. Hengitystiheys oli vastaavasti 46 kertaa minuutissa. Chamberlainin (2005) mukaan jos syke on yli 100/min rauhalliselta vaikuttavalla eläimillä, niin ennuste on jo huonompi. Vuohen normaali syke levossa on 70-80 (Detweiler ja Erickson 2004). Jacksonin ja Cockcroftin (2002) mukaan vuohen normaali syke on 70-100, hengitystiheys levossa 15-30 ja normaali lämpö 39-40,5 astetta.

Akuutissa pötsiasidoosissa eläin kärsii monesti vatsaontelokivusta, joka ilmenee vatsaonteloon potkimisena ja hampaiden narskutteluna (Matthews 2016). Vakavassa tapauksessa akuutti pötsiasidoosi voi johtaa jopa kuolemaan. Vakavasti oireilevilla yksilöillä on pötsiasidoosin lisäksi myös metabolinen asidoosi eli elimistön nesteiden happamoituminen. Eläimet kärsivät vakavasta nestehukasta, toksemiasta ja koordinaatiohäiriöistä (Tufani ym. 2013). Kohtalaisena pötsiasidoosina pidetään tilaa, jossa pH laskee arvoihin 4,5-5,5. Kun kyseessä on vakava pötsiasidoosi, niin pötsin pH laskee arvoihin 4-4,5 (Tamble ym. 2017). Tufanin ym. (2013) tutkimuksen mukaan vakavaoireisilla eläimillä pötsin pH oli välillä 4,38-4,69.

Tufani ym. (2013) tutkimuksessa akuuttia pötsiasidoosia sairastavat vuohet ja lampaat jaettiin kolmeen eri luokkaan I-III oireiden vakavuuden perusteella. Luokassa I oli lievästi sairastuneet eläimet, luokassa II kohtalaisesti sairastuneet eläimet ja luokassa III vakavasti sairastuneet eläimet. Luokittelu on tärkeä, kun mietitään eläinten yksilöllistä hoitoa. Ennen hoitoa luokassa I olevilla eläimillä pötsiäännet olivat hieman

hiljentyneet ja luokassa III olevilla eläimillä pötsiäänä ei kuulunut. Luokassa III olevilla eläimillä ruumiinlämpö oli alhaisin. Luokan II eläimillä kliiniset oireet vaihtelivat luokan I ja luokan III oireiden välillä. Kaikissa luokissa hengitystiheys ja sydämenlyöntitiheys olivat kasvaneet. Lisäksi ryhmällä havaittiin verinäytteissä verensokerin nousua ja hematokriitin eli punasolujen suhteellisen tilavuusosuuden määrän nousua veressä (Tufani ym. 2013).

### **3.2 Taustasyyt taudin syntymisessä ja oireiden taustalla**

Pötsiasidoosia aiheuttaa runsaasti hiilihydraatteja sisältävän rehun syöttäminen vähäkuituinen ruokavalio, huonot hoitokäytännöt tai näiden kaikkien tekijöiden yhdistelmä. Pötsimikrobiston sopeutuminen ruokavalionmuutokseen tapahtuu hitaasti, joten ruokinnalla on merkittävä vaikutus pötsin toimintaan (Tufani ym. 2013). Äkilliset suuret annokset runsasenergistä rehua kuten viljaa tai muita itsestään happamia tuotteita aiheuttavat akuuttia pötsin happamoitumista (Tufani ym. 2013). Taustalla voi olla myös vuohien tahaton pääsy rehuvarastoon tai sopimattomien ruokajätteiden anto (Chamberlain 2005).

Vuohien pääasiallinen energianlähde on mikrobikäymisen aikana syntyvät vapaat rasvahapot (VFA). Vapaita rasvahappoja muodostetaan mikrobikäymisen avulla pötsissä hitaasti hajoavista kasvien soluseinien sisältämistä hiilihydraateista. Lisäksi rasvahappoja muodostetaan nopeasti hajoavasta tärkkelyksestä ja sokereista. Vapaat rasvahapot laskevat pötsin pH:ta. Jos nopeasti fermentoituvaa hiilihydraattipitoista rehua saadaan liikaa niin VFA tuotanto ylittää imeytymisen ja pötsin pH voi laskea merkittävästi. Kun pH laskee, niin maitohappotuotanto lisääntyy (Chamberlain 2005). Liiallisen hiilihydraattisaannin seurauksena maitohappoa tuottavien pötsibakteerien määrä lisääntyy ja syntyy normaalia enemmän maitohappoa. Etenkin gram-positiivisten bakteerien *Streptococcus spp.* määrä lisääntyy selvästi pötsiasidoosin aikana. Tämän seurauksena pötsin pH laskee äkillisesti. Maitohappo imeytyy pötsistä edelleen verenkiertoon ja aiheuttaa elimistön happamoitumisen eli systeemisen asidoosin (Tufani ym. 2013). Pötsin liikkuvuus vähenee ja normaali mikrobifloora tuhoutuu pH:n laskun seurauksena. Mikrobien tuhoutumisprosessin aikana syntyy toksiineja, jotka siirtyvät verenkiertoon. Maitohappo saattaa aiheuttaa pötsin seinämään haavaumia (Matthews 2016).

Maitohapon toksiset vaikutukset ja nestehukan takia pienentynyt plasmatilavuus, voivat selittää sydämenlyöntitiheyden nousun (Radostits ym. 2000). Akuutissa pötsiasidoosissa hengitystiheyden nousun taustalla on veren kohonnut hiilidioksidipitoisuus ja veren pH:n lasku (Huber 1976). Pötsin lisääntynyt maitohappopitoisuus nostaa osmoottista potentiaalia ja vettä siirtyy pötsiin. Tämän seurauksen vuohen elimistö kuivuu (Chamberlain 2005, Tufani ym. 2013) ja vuohella voi esiintyä ripulia (Matthews 2016).

Tufani ym. (2013) tutkimuksessa sairastuneiden eläinten pötsineste oli maitomaista ja se haisi pahalle. Vakavissa tapauksissa pötsinesteessä ei havaittu pötsin mikrobiston ja alkueläinten liikehdintää. Tutkimuksessa pötsin pH laski pötsimikrobeille myrkylliselle tasolle 2-6 tunnin kuluessa runsaasti hiilihydraattia sisältävän rehun syömisestä (Tufani ym. 2013). Pötsin heikentynyt toiminta voi vähentää myös tiamiinin eli B1-vitamiinin synteesiä ja siten aiheuttaa aivokuorikuoliota eli CCN:ää (Cerebrocortical necrosis) (Matthews 2016).

Shokin astetta ja dehydraatiota voi arvioida vuohen limakalvoista. Kuivat limakalvot viittaavat nestevajaukseen (Chamberlain 2005). Kapillarien täyttymisaika eli se aika missä limakalvolle painettaessa hiussuonet täyttyvät uudelleen, kertoo elimistön verenkierrosta. Varhaisessa shokin vaiheessa limakalvot ovat tiilenpunaiset ja niiden kapillaarien täyttymisaika on lyhentynyt. Septisen shokin edetessä limakalvot muuttuvat likaisen värisiksi ja kapillaarien täyttymisaika pitenee (Tello 2007).

Ruuansulatuskanavan toiminnan ja nestetasapainon häiriöt voivat johtaa myös siihen, että hajoamatonta rehua pääsee ohutsuoleen ja *Clostridium perfringens* -bakteerit mahdollisesti lisääntyvät. *C. perfringens* bakteerien lisääntyminen ohutsuolessa voi johtaa enterotoksemiaan, jolloin kyseisten bakteerien endotoksiinit vapautuvat verenkiertoon aiheuttaen endotoksemian (Chamberlain 2005).

### **3.3 Diagnostiikka**

Akuutti pötsiasidoosi diagnosoidaan yleensä esitietojen, kliinisen kuvan ja oireiden perusteella, mutta pötsiasidoosin diagnosoimisen apuna voidaan myös käyttää erilaisia diagnostisia menetelmiä (Tufani ym. 2013).

#### **3.3.1 Pötsinäyte**

Pötsinesteen ja kaasun rajapintaa voi arvioida napauttelemalla vasemmalta puolelta pötsiä ja kuuntelemalla samalla stetoskoopilla. Pötsinesteen tutkiminen on kannattavaa, jotta voidaan tehdä nopea hoitopäätös ja arvioida tilan vakavuus (Smith ja Sherman 2013). Pötsinäyte otetaan vasemmalta puolelta kyljestä pötsin alakolmanneksesta pistämällä 14G neula kohtisuoraan ihosta läpi ja sen jälkeen aspiroimalla pötsin sisältöä ruiskuun. Neulan pituus on 38 mm tai 50 mm. Pötsinäytteenottoa varten alue puhdistetaan alkoholitaitoksilla (Matthews 2016). Smithin ja Shermanin (2013) mukaan pötsinäyte voidaan ottaa 18G neulalla ja vastaavasti imeä pötsin sisältöä ruiskulla. Vuohilla pötsinäytteenotto mahaletkun avulla on vaikeaa. Sylkikontaminaatio voi aiheuttaa virheellisen tuloksen (Smith ja Sherman 2013). Jos pötsinäyte otetaan kuoleman jälkeen, niin se tulisi ottaa viimeistään yhden tunnin sisällä kuolemasta, jotta se olisi luotettava (Chamberlain 2005).

Viljan liikasaanti akuutin pötsiasidoosin taustalla aiheuttaa pötsinesteen pH:n laskua, alkueläinten määrän vähenemistä, pötsibakteerien lisääntymistä, maitohappopitoisuuden kasvua ja värin muutosta oliivin vihreästä maitomaisen harmaaksi (Shihabudheen ym. 2006). Chamberlainin (2005) mukaan vakavassa pötsiasidoosissa kaikki alkueläimet pötsinesteessä ovat kuolleita.

#### **3.3.2 Verinäyte**

Verinäytteen perusteella voidaan arvioida taudin vakavuutta (Tufani ym. 2013). Ruuansulatuskanavan sairauksissa seerumin elektrolyyttitasot muuttuvat. Maha-suolikanavan toiminnan hidastuessa tai pysähtyessä havaitaan verinäytteessä hypokaleemiaa eli kaliumin vajausta ja hypokloremiaa eli kloridien vajausta (Smith ja Sherman 2013). Verensokeri nousee merkittävästi akuutin pötsiasidoosin yhteydessä, mutta laskee normaalille tasolle hoidon jälkeen. Lievästi oireilevilla vuohilla verensokeri

oli 3,71-3,83 mmol/l, kohtalaisesti oireilevilla vuohilla 4,57- 4,68 mmol/l ja vakavasti oireilevilla vuohilla 5,09-5,23 mmol/l (Tufani ym. 2013). Verensokerin nousu johtuu todennäköisesti kudosten vähentyneestä glukoosinkäytöstä, maksan lisääntyneestä glykogenolyysistä ja immuunireaktiivisen insuliinin vähentymisestä (Basak ym. 1994).

Akuutissa pötsiasidoosissa elimistöön kehittyy tavallisesti metabolinen asidoosi. Myös ripuli aiheuttaa metabolista asidoosia. Metabolisessa asidoosissa veren pH laskee. Metabolinen asidoosi voidaan havaita seerumin alhaisena bikarbonaattipitoisuutena ja hyponatremiana eli natriumin vajauksena. Pötsiasidoosissa metabolisen asidoosin lisäksi havaitaan veren laktaattitasojen huomattava kohoaminen (Smith ja Sherman 2013). Bikarbonaatin normaaliarvo laskimoveressä on 22,68-25,72 mmol/l (Cao ym. 1987), kloridin 99-110,3 mmol/l (Kaneko ym. 1980), glukoosin 2,78-4,17 mmol/l (Kaneko ym. 1980), laktaatin 8,25-0,46-0,58 mmol/l (Verma ym. 1975), kokonaishiilidioksidin 25,6-29,6 mmol/l ja pH 7,05-7,65 (Cao ym. 1987). Cao ym. (1987) tutkimuksessa plasman keskimääräiset urea- ja kreatiniinipitoisuudet pysyivät normaaleissa rajoissa pötsiasidoosin aikana ja sen jälkeen.

Verestä mitattavan hematokriitin avulla voidaan arvioida eläimen dehydraation eli nestevajauksen astetta. Hematokriitti on koholla dehydraatiossa. Mitä vakavampi taudinkuva, niin sitä suurempi nestehukka eläimellä on (Tufani ym. 2013). Chamberlainin (2005) mukaan jos hematokriitti on 30-40 % niin eläimellä on hyvä ennuste, mutta kun hematokriitti on yli 45 % niin ennuste on jo huonompi. Hematokriitti laski normaalille tasolle, kun nestetasapaino oli saatu hoidolla korjattua (Tufani ym. 2013).

Tambe ym. (2017) tutkimuksessa asidoottisten vuohien veren hemoglobiini nousi merkittävästi verrattuna terveisiin kontrollivuohiin. Hemoglobiiniarvot laskivat normaalille tasolle hoidon jälkeen. Tutkimuksessa myös valkosolujen kokonaismäärä asidoottisilla vuohilla oli huomattavasti korkeampi kuin kontrollivuohilla. Myös Cao ym. (1987) havaitsivat valkosolujen kokonaismäärän nousua asidoottisilla vuohilla.

### **3.4 Hoito**

Hoidolla on monesti hyvä vaste, mikäli se aloitetaan tarpeeksi nopeasti. Tämän takia hoitoa tulisi ainakin yrittää kenttäolosuhteissa (Tufani ym. 2013). Ensiapuna vuohelta tulisi ottaa väkirehut pois ja siirtää paljon kuitua sisältävälle hyvälaatuiselle heinälle (Chamberlain 2005).

Akuutin pötsiasidoosin hoito koostuu peroraalisesta hoidosta eli suun kautta annettavasta hoidosta, suonensisäisesti annettavasta hoidosta ja muusta tukihoidosta. Hoidon tavoitteena on korjata pötsin ja elimistön happamuustila, sekä hoitaa eläimen shokkitilaa. Lisäksi tavoitteena on elvyttää pötsimikrobiston toiminta. Hoito riippuu oireilun vakavuudesta. Lievissä tapauksissa voi riittää suun kautta annettava hoito (Tambe ym. 2017).

#### **3.4.1 Pötsiä neutraloivat valmisteet ja pötsipiristeet**

Pötsin pH:ta voidaan neutraloida antamalla suun kautta magnesiumoksidia 50 grammaa tai natriumbikarbonaattia eli ruokasoodaa 20 grammaa (Chamberlain 2005). Tufani ym. (2013) tutkimuksessa kaikille oireileville vuohille annettiin ensimmäisenä päivänä suun kautta 20 grammaa natriumbikarbonaattia, jonka jälkeen hoitoa jatkettiin antamalla 5 grammaa natriumbikarbonaattia kahdesti päivässä seuraavan kolmen päivän ajan. Tambe ym. (2017) tutkimuksen mukaan bikarbonaatin annos suun kautta on 1g/kg 5 päivän ajan ja lisäksi pötsipiristettä pakkauksen ohjeen mukaan edistämään pötsin normaalia toimintaa. Natriumbikarbonaattijauhe voidaan sekoittaa pieneen määrään vettä ja annostella suoraan suuhun. Natriumbikarbonaattia käytetään neutraloimaan pötsissä syntynyttä maitohappoa paikallisesti ja palauttamaan pötsin normaali pH. Lisäksi se ennaltaehkäisee rumeniitin eli pötsin tulehdustilan syntyä ja vähentää systeemisen asidoosin vaikutuksia. Le Ruyetin ja Tuckerin (1992) mukaan natriumbikarbonaatti on nopeavaikutteisempi ja turvallisempi kuin magnesiumoksidi. Turvallisuusväite perustuu siihen, että magnesiumoksidi alkoi pötsiä sen pH:sta riippumatta. Natriumbikarbonaatti on magnesiumoksidin sijaan turvallinen valinta, jos asidoosi diagnoosista ei ole täyttä varmuutta. Tammiston kirjallisuuskatsauksen (2023) mukaan naudoilla magnesiumoksidi on tehokkaampi kuin natriumbikarbonaatti. Natriumbikarbonaatti voi akuuteissa vaiheissa johtaa puhaltumiseen naudoilla. Aslan ym. (1995) tutkimuksen mukaan suun kautta annettava bikarbonaatti oli hoidon

suhteen erittäin tehokas, kun taas pelkän *Saccharomyces cerevisiae* -hiivan antaminen todettiin tehottomaksi. Valmisteiden yhdistelmähoidolla oli kohtalainen vaikutus paranemiseen, mutta hoidon teho johtui luultavasti bikarbonaatin vaikutuksesta (Aslan ym. 1995). Myös Chamberlain (2005) mukaan suun kautta annettavaan pötsin neutralointiin tähtäävään hoitoon tulee lisätä jokin pötsin normaalia toimintaa tukeva valmiste.

Suomessa on saatavilla hyvä valikoima erilaisia pötsipiristeitä. Pötsipiristeitä annetaan kunkin valmisteen pakkauksen ohjeen mukaan. Tambe ym. (2017) tutkimuksessa pötsin puskureita, aineenvaihduntaa tehostavia aineita ja hiivaa sisältävää pötsipiristettä annettiin kerran päivässä neljän päivän ajan kohtalaisesti oireileville ja vakavasti oireileville kerran päivässä viiden päivän ajan. Tufani ym. (2013) tutkimuksessa suun kautta annettiin myös pötsin mikrobiston toimintaa parantavaa valmistetta (Bulus Rumentas) kolmena päivänä kerran päivässä. Valittaessa vuohelle sopivaa pötsipiristettä, tulee ottaa huomioon hoidon vakavuusaste ja muu suun kautta annettava pötsin happamuutta vähentävä tukihoido. Back (2010) vertaili katsausartikkelissaan yhdeksää eri Suomen markkinoilla olevaa pötsipiristeitä ja niiden ominaisuuksia. Kahdessa valmisteessa oli riittävästi happamuutta alentavia aineita. Nämä valmisteet olivat ReCovin pötsin pH -pasta ja Correct pH Kombi. Molempien valmisteiden pakkausselosteessa on ohjeet myös vuohelle ja lampaalle. Back (2010) katsausartikkelin mukaan kolmessa valmisteessa oli tarpeeksi hiivaa. Nämä valmisteet ovat Super Vetrumin -jauhe, Rumelan ja Correct Pötsi-Potku. Correct Pötsi-Potkussa on myös propyleeniglykolia. Kobolttia, jota tarvitaan B12 -vitamiinin synteesiin, oli tarpeeksi viidessä valmisteessa. Näitä valmisteita ovat ReCovin Pötsin pH -pasta, Super Vetrumin -jauhe, Rumelan, Rumex ja Rumevit. ReCovin pötsin pH pastassa oli riittävästi seleeniä. B-vitamiineja oli lisätty riittävästi neljään valmisteeseen, joita ovat Biorumin, Super Vetrumin -jauhe, Rumex ja Rumevit. Super Vetrumin jauheesta ja Correct Pötsi-Potkusta löytyvät ohjeet myös vuohelle ja lampaalle.

Back (2010) katsausartikkelin perusteella vuohelle sopivin valmiste pötsiasidoosin hoitoon on Super Vetrumin -jauhe tai sen ominaisuudet omaava valmiste yhdistettynä

suun kautta annettavaan natriumbikarbonaattijauheeseen ja muuhun tukihoidon asidoosin vakavuusasteen mukaan.

### **3.4.2 Metabolisen asidoosin korjaus**

Metabolinen asidoosi korjataan suonensisäisesti emäsvajeen mukaan. Natriumbikarbonaattia voidaan antaa isotonisena natriumbikarbonaattina (1,3 %) tai hypertonisena natriumbikarbonaattina (5 % tai 8,4 %). Todellisia elimistön happo- ja emäspoikkeavuuksia on hankala arvioida ilman verinäytteiden laboratoriotuloksia (Pugh ym. 2011).

Emäsvaje (mmol/l) lasketaan vähentämällä mitattu hiilidioksidin kokonaismäärä normaalista hiilidioksidin kokonaismäärästä. Normaali hiilidioksidin kokonaismäärä veressä on 26 mmol/l (Pugh ym. 2011). Bikarbonaatin vajauksen määrä lasketaan kertomalla emäsvaje painokiloilla ja lukumäärällä 0,3. Tulokseksi saadaan tarvittavan bikarbonaatin määrä yksikössä mmol. Hypertonisessa 5 %:n natriumbikarbonaattiliuoksessa bikarbonaattia on 0,6 mmol/ml. Vastaavasti yksi gramma bikarbonaattijauhetta sisältää 12 mmol bikarbonaattia. 5 %:sta natriumbikarbonaattiliuosta voidaan antaa suonensisäisesti laimentamatta, jos dehydraatio korjataan samanaikaisesti. 5 %:sen natriumbikarbonaatin antonopeus ei saa ylittää 2 ml/kg/min (Pugh ym. 2011).

Oheisten laskukaavojen avulla voidaan laskea vuohen todellinen bikarbonaatin tarve. Tämän lisäksi tulee korjata vuohen muu nestevajaus (Pugh ym. 2011). Jos metabolinen asidoosi johtuu pelkästään kuivumisesta niin vain puolet emäsvajeesta tulee korjata. Mikäli metabolinen asidoosi johtuu viljan ylikuormituksesta, voidaan korjata koko emäsvaje (Pugh ym. 2011). Kenttäolosuhteissa verinäytetuloksia on harvoin saatavilla, joten usein joudutaan arvioimaan emäsvaje kliinisen voinnin perusteella (Pugh ym. 2011).

Chamberlain (2005) tutkimuksessa elimistön happamuustila neutralointiin antamalla suonensisäisesti 500 ml 5 %:sta natriumbikarbonaattia 30 minuutin aikana. Tufani ym. (2013) tutkimuksessa annettiin 30 minuutin aikana 5 %:sta natriumbikarbonaattiliuosta suonensisäisesti 10 ml/kg. 5 %:nen natriumbikarbonaattiliuos valmistetaan

sekoittamalla 500 ml fysiologista suolaliuosta ja 25 grammaa NaHCO<sub>3</sub> jauhetta. Tai vastaavasti 50 grammaa NaHCO<sub>3</sub> jauhetta litraan fysiologista suolaliuosta NaCl (Utriainen 2010). 1,3 %:nen, isotoninen bikarbonaattiliuos valmistetaan sekoittamalla 13 grammaa NaHCO<sub>3</sub> jauhetta litraan fysiologista suolaliuosta NaCl (Matthews 2016).

### **3.4.3 Muu suonensisäinen nesteytys**

Pugh ym. (2011) ovat todenneet, että nesteterapiaa tarvitaan, jos vuohen nesteensaanti ei riitä aineenvaihduntatarpeiden tyydyttämiseen. Nesteytyksellä korvataan sen hetkinen nestehukka ja lisäksi otetaan huomioon tulevat nestemenetykset ja elimistön ylläpitoon tarvittava nestemäärä. Nesteterapian tavoitteena on laajentaa verisuonten tilavuutta ja parantaa sekä sydämen minuuttitilavuutta että kudosten perfuusiota. Nesteytys suunnitelmaa tehdessä on tärkeää arvioida tarvittavan nesteen määrä, nesteen tyyppi ja antonopeus. On tärkeää, että nestettä annetaan oikea määrä sopivalla nopeudella (Pugh ym. 2011).

Pugh ym. (2011) mukaan vuohen kuivumisprosentti voidaan arvioida kliinisen tutkimuksen perusteella. Kliinisessä tutkimuksessa arvioidaan vuohen syke, silmämunan painuminen, limakalvojen kosteus ja väri, sekä kapillaarien täyttymisaika ja ihopoimun palautuminen. Enoftalmusastetta eli silmämunan painumisen astetta käytetään vasikoilla kuivumisasteen määrittämisessä. Samaa kuivumisasteen arviointia voidaan käyttää myös vuohilla ja lampailla. Kuivumisprosentti lasketaan mittaamalla silmämunan painuminen millimetreinä ja kerrotaan se kahdella. Eli esimerkiksi jos silmämunana painunut 4 mm niin vuohen kuivumisprosentti on 8 %. Kuivumisprosentti voidaan laskea myös ihopoimun palautumiseen kuluneen ajan perusteella niin, että ihopoimun palautuminen sekunteina kerrotaan kahdella, jonka jälkeen siitä vähennetään neljä. Eli esimerkiksi jos ihopoimun palautuminen kestää kuusi sekuntia, niin kuivumisprosentti on 8 % (Pugh ym. 2011).

Pugh ym. (2011) mukaan suonensisäistä nestehoitoa suositellaan tapauksissa, joissa kuivumisprosentin arvio on 8 % tai enemmän. Kuivumisprosentin ja painon avulla voidaan laskea nestemäärä litroina, joka tarvitaan korjaamaan vuohen dehydraatio. Arvioitu nestehukka (%) kerrotaan vuohen painokiloilla (kg). Esimerkiksi 50 kg vuohen, jonka kuivumisprosentti 8 %, nestemäärä lasketaan seuraavalla tavalla:  $0,08 \times 50 = 4$

litraa. Yleissääntönä on korvata puolet nestevajeesta 4-6 tunnin aikana ja loput 12-24 tunnin aikana. Jos nestevajaus korjataan nopeammin eli esimerkiksi kuuden tunnin aikana, tulee noudattaa varovaisuutta. Liian nopea nesteensaanti voi johtaa keuhkopöhöön. Mikäli neste tulee saada annettua nopeammin, niin voidaan sitä annostella 50 ml/kg/h. Shokkia hoidettaessa voidaan annostella nopeudella 90 ml/kg/h. Normaali ylläpitonesteytys vuohella on 50 ml/kg/vrk (Pugh ym. 2011).

Tambe ym. (2017) tutkimuksessa annettiin jokaiselle tutkimusryhmän vuohelle Ringer laktaatti -nestettä suonensisäisesti kerran päivässä kliinisen arvioinnin perusteella noin viiden päivän ajan. Lievästi oireileville annettiin 25 ml/kg, kohtalaisesti oireileville 50-75 ml/kg ja vakavasti oireileville 75-100 ml/kg. Nesteytystä annettiin kuivumisen korjaamiseksi sekä munuaisten toiminnan ylläpitämiseksi. Ringer laktaatti ylläpitää asidoottisen vuohen natrium-, kalium- ja kloritasoja. Chamberlainin (2005) tutkimuksessa vuohille annettiin 3-5 litraa suolaliuosta korjaamaan nestetasapainoa ja Tufani ym. (2013) tutkimuksessa suolaliuosta annettiin 100 ml/kg kolmen päivän ajan. Pugh ym. (2011) mukaan vuohen nesteytykseen voidaan käyttää myös fysiologista suolaliuosta (NaCl 0,9 %). Sitä ei suositella asidoositapauksissa, koska se vähentää plasman bikarbonaattipitoisuuksia. Natriumkloridia suositellaan käytettävän vuohille tilanteissa, joissa esiintyy metabolista alkaloosia eli elimistön nesteiden liika emäksisyyttä tai hyponatremiaa. Tavanomaisia tilanteita olisivat esimerkiksi maha-suolikanavan tukokset tai virtsakivitukoksen yhteydessä (Pugh ym. 2011).

### 3.4.4 Muu tukihoido

Asidoottiset vuohet kärsivät monesti tiamiinin eli B1-vitamiinin puutteesta, koska niiden pötsin tiaminaasientsyymiä tuottava mikrobisto häiriintyy. Tiamiini myös auttaa maitohapon metaboloinnissa ja siten ehkäisee systeemistä maitohappoasidoosia (Tambe ym. 2017). Useissa lähteissä korostetaan B1-vitamiinin saantia asidoosin hoidossa. Chamberlainin (2006) mukaan B1-vitamiinia annetaan 300-500 mg useita kertoja päivässä. Mikäli B1-vitamiinia ei ole saatavilla, voidaan antaa myös monivitamiini valmistetta (Chamberlain 2006). Matthews (2016) mukaan tiamiinin annos on 10 mg/kg suonensisäisesti tai lihakseen kerran päivässä kolmen päivän ajan. Tambe ym. (2017) tutkimuksessa annettiin jokaiselle oireilevalle ryhmälle B1-vitamiinia injektiona lihakseen kerran päivässä kliinisen arvioinnin perusteella noin viiden päivän ajan. Kaikki ryhmät saivat lihakseen pistoksena myös antihistamiinia kerran päivässä kliinisen arvioinnin perusteella noin viiden päivän ajan. Antihistamiinia käytettiin Tambe ym. (2017) tutkimuksessa estämään kemiallisen ruminiitin aiheuttamaa histamiinin vapautumista ja alentamaan pötsin, sekä veren histamiinipitoisuutta.

Vakavassa tilanteessa voidaan tehdä rumenotomia eli pötsin sisältö poistetaan ja huuhdellaan 5 %:lla natriumbikarbonaattiliuoksella. Lisäksi pötsiin voidaan siirtää teurastamolta saatua terveen eläimen pötsin sisältöä. Leikkauksen jälkeen annetaan laajakirjoista antibioottia ja meloksikaamia sisältävää tulehduskipulääkettä 5 päivän ajan. Lisäksi annetaan suonensisäistä nesteytystä ja korjataan elimistön metabolinen asidoosi (Tufani ym. 2013).

Sekundäärisen endotoksemian hoitoon suositellaan kipulääkettä ja vakavassa tilanteessa myös antibioottia. Antibioottivalinta on ensisijaisesti penisilliini (Murray ja Hines 2013). Matthews (2016) mukaan kipulääkettä kannattaa antaa vasta kun elimistön nestetasapaino on normalisoitunut.

Taulukossa 1. on tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella laadittu taulukkomallinen ohjeistus hoitokäytännöistä ja lääkemääristä. Taulukossa 2. on ohjeistus emäsvajeen ja dehydraation arvioinnista sekä ohjeistus suonensisäisesti annettavan natriumbikarbonaatin ja Ringer laktaatti infuusionesteen määristä. Hoidon edetessä tarkkaillaan, ettei vuohen pötsi puhallu (Chamberlain 2005).

Taulukko 1: Oireiden mukaiset hoitokäytännöt.

Vakavuusaste	Kliiniset oireet	Hoito
<b>Lievä</b>	Lieviä kliinisiä oireita kuten vaisuus ja huono syöntisyys. Ruumiinlämpö on hieman normaalia ruumiinlämpöä alhaisempi tai täysin normaali. Pötsin pH 5,5-6,1	Suun kautta natriumbikarbonaattia 0,5-1 g/kg kolmen päivän ajan. Pötsipiristettä pakkauksen ohjeen mukaan kolmen päivän ajan. Esimerkiksi. Super Vetrumin ruokalusikallinen kerran päivässä. Natriumbikarbonaatin sijasta voidaan käyttää myös magnesiumoksidia 50 grammaa / vuohi.
<b>Kohtalainen</b>	Kohtalaisia kliinisiä oireita kuten kohtalainen vaisuus, syömättömyys, alhainen ruumiinlämpö, nopea ja heikko pulssi, sekä tiheä hengitys ja mahdollisesti ripulia. Vuohella on havaittavissa lieviä shokin oireita ja kipuja. Pötsin pH 4,6-5,5.	<p>Hoidetaan kuten lievästi oireileva, mutta lisäksi korjataan metabolinen asidoosi ja nestehukka suonensisäisesti seuraavasti:</p> <p>Emäsvajeen mukaan 5 %:sta natriumbikarbonaattiliuosta 30-60 minuutin aikana (katso taulukko 2.).</p> <p>Ringer laktaatti 8 % dehydraatioasteen mukaan (katso taulukko 2.). Yleissääntönä on korvata puolet nestevajeesta 4-6 tunnin aikana ja loput 12-24 tunnin aikana.</p> <p>Lisäksi annetaan B1-vitamiinia 10 mg/kg suonensisäisesti tai lihakseen kerran päivässä 3-5 päivän ajan. Jos ei ole saatavilla tiamiinivalmistetta, voidaan käyttää saatavilla olevia moni B-vitamiinivalmisteita.</p> <p>Kun nestetasapaino on korjattu, niin vuohelle annetaan tulehduskipulääkettä.</p>

---

## Vakava

Vakavia kliinisiä oireita. Vuohi on todella vaisu ja syömätön. Ruumiinlämpö on huomattavasti normaalia alhaisempi. Syke on heikko ja todella nopea. Hengitys on tiheä ja vuohi on selvästi kivulias. Havaittavissa selviä shokin oireita ja vakava nestehukka. Lisäksi vuohella voi olla neurologisia oireita, ripulia tai pötsi voi olla puhaltunut. Pötsin pH 4-4,6.

Hoidetaan kuten kohtalaisesti oireileva, mutta tarvittaessa aloitetaan penisilliinikuuri endotoksemian hoitoon.

Hyvin vakavassa tapauksessa voidaan suorittaa rumenotomia, jolloin pötsi huuhdellaan toimenpiteen yhteydessä 5 %:n natriumbikarbonaattiliuoksella.

Kaikille lievästi, kohtalaisesti ja vakavasti oireileville suositellaan antihistamiinia pistoksena viiden päivän ajan. Suomessa ei ole tällä hetkellä saatavilla olevaa valmistetta tuotantoeläimille.

Taulukko 2: Suonensisäisesti annettava hoito.

Vakavuusaste	Dehydraatio %	Emäsvaje mmol/l	Suonensisäisesti annettavan natriumbikarbonaatin määrä	Suonensisäisesti annettavan Ringer laktaatti nesteen määrä
Lievä	5 %	5	Ei välttämätöntä korjata suonensisäisesti. Bikarbonaatin määrä 1,5 mmol/kg eli 2,5 ml/kg hypertonista 5 %:sta natriumbikarbonaattiliuosta. 50 kg vuohelle annos olisi 125 ml.	Ei välttämätöntä antaa suonensisäistä nesteytystä. Tarvittava nestemäärä litroina korjaamaan dehydraatio vuorokauden aikana: 0,05 x painokilot (kg). Ylläpitonesteytys nopeudella 50 ml/kg/vrk.
Kohtalainen	8 %	10	Bikarbonaatin määrä 3 mmol/kg eli 5 ml/kg hypertonista 5 %:sta natriumbikarbonaattiliuosta. 50 kg vuohelle annos olisi 250 ml.	Tarvittava nestemäärä litroina korjaamaan dehydraatio vuorokauden aikana: 0,08 x painokilot (kg). Ensin voidaan korjata elimistön shokkitilaa bolustamalla. Shokkinesteytys maksimissaan nopeudella 90 ml/kg/h. Ylläpitonesteytys nopeudella 50 ml/kg/vrk
Vakava	10 %	15	Bikarbonaatin määrä 4,5 mmol/kg eli 7,5ml/kg hypertonista 5% natriumbikarbonaattiliuosta. 50 kg vuohelle annos olisi 375 ml.	Tarvittava nestemäärä litroina korjaamaan dehydraatio vuorokauden aikana: 0,1 x painokilot (kg). Ensin voidaan korjata elimistön shokkitilaa bolustamalla. Shokkinesteytys maksimissaan nopeudella 90 ml/kg/h. Ylläpitonesteytys nopeudella 50 ml/kg/vrk.

### 3.5 Ennaltaehkäisy

Akuutin pötsiasidoosin taustalla on vääränlainen ruokinta tai äkillinen ruokintamuutos (Tufani ym. 2013). Pötsin mikrobit sopeutuvat ruokavalion muutoksiin 2-4 viikkoa. Ruokavalion muutokset on siis tehtävä hitaasti totuttaen (Chamberlain 2006).

Vuohilla tulisi olla riittävästi hyvänlaatuista karkearehua saatavilla. Liiallinen väkirehujen määrä tai niiden muutos äkillisesti voi aiheuttaa akuutin pötsiasidoosin. Vuohien pääsy väkirehujen säilytystiloihin on estettävä, jotta voidaan minimoida mahdollisuus tahattomaan ylensyömiseen. Mikäli vuohille annetaan paljon nopeasti fermentoituvia hiilihydraatteja niin niiden määrä tulisi jakaa useaan eri ruokinta-ajankohtaan. Näin etenkin niillä eläimillä, jotka saavat runsaasti väkirehujä osana päivittäistä ruokavaliota (Tufani ym. 2013).

### 3.6 Ennuste

Tufani ym. (2013) mukaan ennusteeseen vaikuttaa hoidon aloittamisen nopeus ja vuohen kliininen vointi ennen hoidon aloittamista. Mitä vakavammat oireet vuohella on ennen hoidon aloittamista, sitä huonompi on ennuste. Ne vuohet, joilla hoito aloitetaan välittömästi oireiden alkaessa, parantuvat nopeammin ja selviävät todennäköisemmin hengissä (Tufani ym. 2013). Makaavilla eläimillä on huonompi ennuste, joten tilanteen vaatiessa tulee miettiä myös eutanasiaa eläimen turhien kärsimysten välttämiseksi (Meyer ja Bryant 2017). Tufani ym. (2013) tutkimuksessa kahdeksasta vakavaoireisesta vuohesta 7 selvisi hengissä hoidon jälkeen. Tambe ym. (2017) tutkimuksessa vuohet, jotka saivat nesteytyksen, tiamiinipistoksen ja antihistamiinin lisäksi vain natriumbikarbonaattia suun kautta ilman pötsipiristettä, toipuivat hitaammin kuin ne vuohet, jotka saivat muun hoidon lisäksi pelkän pötsipiristeen tai natriumbikarbonaattia ja pötsipiristeen. Pötsin toimintaa tukeva kaupallinen valmiste parantaa oikein annosteltuna sairastuneen vuohen ennustetta. Kyseisessä tutkimuksessa havaittiin vuohien kliininen toipuminen 5 hoitopäivän jälkeen. Toipumista arvioitiin kliinisen yleisvoinnin lisäksi myös veriarvojen, pötsinesteen koostumuksen ja virtsan avulla. Kliinisessä yleisvoinnissa tarkkailtiin ulosteen koostumuksen palautumista normaaliksi, ruokahalun palaamista normaaliksi ja kuivumisasteen palautumista normaaliksi. Aslan ym. (1995) mukaan ennusteen kannalta on tärkeää määrittää tai arvioida vuohen elimistön happamuustilan vakavuus

ennen suonensisäisesti annettavaa hoitoa, koska suonensisäisesti annetun bikarbonaattiliuoksen yliannostelu johtaa helposti alkaloosiin eli elimistön liian emäksiseen tilaan. Hoidon yhteydessä suun kautta annettu bikarbonaatti on paremmin siedetty ja ei aiheuta niin helposti yliannostusta.

## 4 Subkliininen pötsiasidoosi eli SARA

### 4.1 Taudinkuva ja oireet

Subkliininen pötsiasidoosi on ravitsemuksellinen sairaus, jota esiintyy märehitijöillä (Giger-Reverdin 2018). SARA:ssa pötsin pH pysyy normaalia matalampana pitkän aikajakson ajan. Pötsin pH:seen vaikuttaa pötsimetabolialla ja vapaiden rasvahappojen imeytymisnopeus (Siqin ym. 2024). Subkliinisen pötsiasidoosin määritelmänä pidetään, että pötsin pH laskee alle arvon 5,8 ja pysyy matalana vähintään kolmen tunnin ajan vuorokaudesta (Jia ym. 2014). Davey (1965) ja Neubauer ym. (2017) mukaan subkliinisessä pötsiasidoosissa pH on välillä 5,5-6,2. Abdelan (2016) mukaan SARA:n ensisijainen diagnoosikriteeri on, että pötsinesteen pH pysyy välillä 5,2-5,6 yli kolmen tunnin ajan. Akuutin pötsiasidoosin ja subkliinisen pötsiasidoosin määritelmät vaihtelevat eri lähteiden mukaan, koska pötsin pH riippuu näytteenottotavasta ja näytteenotosta suhteessa ruokintaan (Davey 1965 ja Neubauer ym. 2017)

Pitkään jatkunut matala pötsin pH aiheuttaa huonosyöntisyyttä ja ruuansulatuskanavan ongelmia, kuten pötsin seinämän parakeratoosia ja ripulia (Matthews 2016). Pötsin toiminta vaikuttaa myös maidontuotukseen ja rasvapitoisuuteen laskevasti (Desnoyese ym. 2009). Kuten akuutissakin pötsiasidoosissa, kun pötsin häiriön seurauksena hajoamaton rehu päätyy ohutsuoleen, se voi aiheuttaa *C. perfingensin* liikakasvua suolistossa ja enterotoksemian. Vuohet ovat erityisen alttiita enterotoksemialle vuonimisen jälkeen (Matthews 2016). Myös Kleen ym. (2003) mukaan SARA:ssa veren endotoksiinipitoisuudet kasvavat ja kuitujen sulavuus on heikentynyt. SARA:ssa pötsin fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet muuttuvat happostressin seurauksena. Pötsissä mikrobien monimuotoisuus vähenee ja tämä vaikuttaa pötsissä tapahtuvaan käymisreaktioon (Siqin ym. 2024). Toisaalta vaikka SARA:ssa havaitaan monesti oireina huonosyöntisyyttä, saattaa vuoheen paino silti nousta runsasenergisestä väkirehuruokinnan seurauksena. Siqin ym (2024) tutkimuksessa selvitettiin, että runsas väkirehuruokinta heikensi vuoheiden antioksidanttikapasiteettia. Antioksidanttikapasiteetin lasku korosti vuoheiden painonnousun mahdollisia haitallisia seurauksia.

Subkliinisen pötsiasidoosin tutkiminen on hankalaa, koska eläimet reagoivat yksilöllisesti helposti sulavien hiilihydraattien määrään ruokinnassa (Giger-Reverdin 2018). Siqin ym. (2024) toteaa, että sekvensointiteknologian kehittyessä on tulevaisuudessa mahdollista syventyä tarkemmin ruokavaliomuutosten vaikutuksiin eläinten suolistomikrobistossa.

## 4.2 Taustasyyt

Subkliinistä pötsiasidoosia tavataan vuohilla vähemmän kuin naudoilla. Ilmiö voi johtua siitä, että vuohet pystyvät valikoimaan ruokansa paremmin ja näin ylläpitämään paremmin kuidunsaantia (Matthews 2016). Lypsävillä tuotantovuohilla esiintyy enemmän subkliinistä pötsiasidoosia ja harrastevuohilla taas enemmän akuuttia pötsiasidoosia (Chamberlain 2006). Matthews (2016) mukaan lemmikkivuohilla saattaa esiintyä subkliinistä pötsiasidoosia enemmän kuin tuotantovuohilla, koska niiden ruokinta ei ole niin tasapainotettua (Matthews 2016).

Subkliinisen pötsiasidoosin taustalla on useita eri tekijöitä. Yleisesti taustalla on ruokavalion runsas hiilihydraattipitoisuus (Giger-Reverdin 2018) ja vähäinen kuitu ruokavaliossa (Siqin ym. 2024). Eläimen ruokintakäyttäytyminen kuten pureskelu- ja lajittelukäyttäytyminen vaikuttavat subkliinisen pötsiasidoosin syntyyn. Kun eläimelle annetaan paljon helposti sulavaa väkirehua, niin ruokintakäytös muuttuu merkittävästi. Yksilöiden erilainen reagoiminen ruokintamuutoksiin selittyy myös pötsin toiminnan avulla. Yksilöiden pötsin normaaliparametreissa ja mikrobien toiminnassa on eroavaisuuksia, jonka takia yksilöt reagoivat eri tavalla ruokintamuutokseen. Esimerkiksi haihtuvien rasvahappojen ja ammoniakkin imeytymisessä saattaa olla merkittäviä eroja yksilöiden välillä. Myös eläimien muu aineenvaihdunta ja elektrolyyttitasapaino vaikuttavat (Giger-Reverdin 2018).

Giger-Reverdin (2018) tutkimuksessa käsiteltiin lypsävillä vuohilla esiintyvää subkliinistä pötsiasidoosia ja ruokinnan vaikutuksia sen kehittymiseen. Tutkimuksen mukaan kolme tärkeintä taustatekijää subkliinisen pötsiasidoosin synnylle ovat ruokintakäyttäytyminen, ruuansulatus ja pötsiparametrit, sekä aineenvaihdunta. Ruokintakäyttäytymiseen liittyy päivittäinen kuiva-aineensaanti, ruuan lajittelukäyttäytyminen ja pureskelukäyttäytyminen. Provenzan (1995) mukaan vuohet

pystyvät muuttamaan ruokailukäytöstään elimistön antaman aineenvaihdunnallisen palautteen mukaan eli käytännössä kun niiden pötsi happamoituu runsaan väkirehupitoisen ruokavalion takia, ne pystyvät valikoimaan rehustaan kuitupitoisimmat osuudet ja näin vaikuttavat itse pötsin happamuuteen (Provenza 1995). Gonzalez ym. (2012) mainitsi, että vuohilla, jotka pureskelevat enemmän, pötsin pH laskee ruokailun jälkeen vähemmän. Pureskelun aikana pötsiin pääsi syljen kautta enemmän puskureita. Pötsin parametrit ovat myös yksilöllisiä, jonka takia yksilöiden välisiä reaktioita ruokintamuutoksiin on vaikea ennustaa. Vuohilla, jotka söivät hitaasti, oli vakaampi pötsin pH kuin niillä vuohilla, jotka söivät nopeasti. Tästä syystä ruokintakäyttäytyminen ja pötsin pH liittyvät vahvasti toisiinsa. Vuohet pystyvät rehun valikoinnin lisäksi myös muuttamaan syöntinopeutta, ruuan määrää ja pureskelukäyttäytymistä asidoositilanteessa (Giger-Reverdin 2018). Ylipäätään ruokavalion koostumuksella voidaan vaikuttaa merkittävästi ruuansulatuskanavan entsyymien toimintaan. Rungas hiilihydraattinen ruokavalio johtaa amylaasiaktiivisuuden lisääntymiseen haimassa ja ohutsuolessa. Rungas väkirehuruokinta aiheuttaa vaurioita suolen ja pötsin epiteeliin (Siqin ym. 2024).

Kasvien soluseinien käymiseen erikoistuneet bakteerit ovat herkkiä pH:lle eli jos pH pötsissä laskee, niin kuidun sulaminen heikentyy (Matthews 2016). Hyvin sulavalla ja vähäkuituisella ruokavaliolla on keskeinen rooli subkliinisen pötsiasidoosin synnyssä (Uhart ja Carroll 1967). Tuotantovuohilla subkliinisen pötsiasidoosin synnyn taustalla on tavanomaisesti liian vähäinen kuidunsaanti ja liian nopeat ruokinnanmuutokset poikimiskauden aikana. Lemmikkivuohilla taustalla on myös liian vähäinen kuidunsaanti, mutta sen lisäksi riskiä lisää huonolaatuinen rehu, väkirehun ylensyöttäminen, liialliset lisäravinteet ja sopimattomien rehujen, kuten ruuantähteiden syöttäminen (Matthews 2016).

Desnoyersen ym. (2009) tutkimuksessa tutkittiin, että miten subkliininen pötsiasidoosi vaikutti lypsävien vuohien syöntikykyyn ja miten subkliinisen pötsiasidoosin aiheuttamat syömättömyysjaksot vaikuttivat maidon koostumukseen, sekä tiettyihin pötsi- ja veriparametreihin. Tutkimuksessa mallinnettiin maidontuotantoa, kuiva-aineen saantia ja pötsin päivittäisiä pH:n vaihteluita subkliinisen pötsiasidoosin aiheuttamien syömättömyysjaksojen aikana. Maidon koostumusta ja veriarvoja ei

mitattu päivittäin. Subkliininen pötsiasidoosi aiheutettiin vuohille ruokinnan avulla. Lypsäviä vuohia oli 18 ja niitä ruokittiin väkirehulla 11 viikon ajan. Tutkimuksen aikana havaittiin vuohilla 25 spontaania syömättömyysjaksoa (Desnoyersen ym. 2009). Syömättömyysjaksojen aikana pötsin pH laski aluksi voimakkaasti, jonka jälkeen pötsin pH nousi suhteellisen korkeaksi (yli 6,5) ennen kun pötsiarvot palautuivat normaaleiksi. Kun pötsin pH laski, niin myös kuiva-aineen saanti laski. Kuiva-aineen saanti oli alhaisin noin kaksi päivää voimakkaan pötsin pH:n laskun jälkeen. Maidontuotanto oli alhaisinta kolmantena päivänä pH:n laskun jälkeen. Maidontuotanto ja kuiva-aineensaanti palautui normaalille tasolle vasta 20 päivän jälkeen (Desnoyere ym. 2009).

### **4.3 Diagnostiikka**

#### **4.3.1 Pötsinäyte**

Kuten akuutissakin pötsiasidoosissa, niin myös subkliinisessä pötsiasidoosissa voidaan tutkia vuohien pötsinäyte vastaavalla tavalla ja arvioida näin tilan vaikeusastetta. Siqin ym. 2024 tutkimuksessa tutkittiin subkliinisen pötsiasidoosin vaikutuksia pötsin mikrobistoon. Havaittiin, että subkliinisessä pötsiasidoosissa pötsimikrobiston monimuotoisuus väheni selvästi verrattuna terveiden kontrollivuohien pötsin mikrobistoon. Tutkimuksessa tärkkelystä hajottavien bakteerien määrä lisääntyi ja kuitua hajottavien bakteerien määrä vähentyi pötsissä.

#### **4.3.2 Verinäyte**

Vuohilla veren akuutin faasin proteiinien ja kortisolin pitoisuudet nousevat subkliinisessä pötsiasidoosissa (Jia ym. 2014). Jian ym. (2014) tutkimuksessa vertailtiin kontrollivuohia ja subkliinistä pötsiasidoosia sairastavia vuohia keskenään ja tavoitteena oli selvittää SARA:n eli subkliinisen pötsiasidoosin aiheuttamia stressimuutoksia niiden elimistössä. Tutkimus suoritettiin siten, että kuudelle vuohelle aiheutettiin subkliininen pötsiasidoosi antamalla kolmen viikon ajan väkirehujä 60 % ruokavaliosta ja muuta rehua 40 % ruokavaliosta. Kontrollivuohille annettiin väkirehujä 40 % ruokavaliosta ja 60 % muuta rehua. Näiden kahden verokiryhmän välillä vertailtiin haptoglobiini (HP) ja seerumin amyloidi A (SAA) tasoa plasmassa, sekä niiden mRNA esiintymistä maksassa (Jia ym 2014). HP ja SAA kuuluvat akuutin faasin

proteiineihin, jotka nousevat muun muassa elimistön vasteesta akuutteihin tulehdustiloihin tai traumoihin (Jain ym 2011). Lisäksi tutkimuksessa vertailtiin vuohien kortisolin pitoisuutta plasmassa ohjaavia geenejä ja lisämunuaiskuoren kortisoli synteesiä (Jia ym 2014).

Kontrollivuohilla pötsin pH oli tutkimuksen aikana yli 6,0 ja subkliinistä pötsiasidoosia sairastavilla vuohilla pötsin pH oli alle 5,8 yli kolmen tunnin ajan vuorokaudessa (Jia ym 2014). Tutkimuksessa todettiin, että SARA-vuohilla HP:n pitoisuus plasmassa nousi ja SAA:n pitoisuus pysyi samana. Molempien mRNA pitoisuudet maksassa kuitenkin kasvoivat verrattuna kontrolli vuohiin (Jia ym. 2014). Khafipourin ym. (2009) lehmillä suoritetun tutkimuksen mukaan akuutin faasin proteiinien merkitys liittyy subkliinisessä pötsiasidoosissa muun muassa lipopolysakkarideihin. Kun viljalla aiheutetaan subkliininen pötsiasidoosi, niin lipopolysakkarideja siirtyy verenkiertoon. Lipopolysakkaridien siirtyminen laukaisee systeemisen tulehdusvasteen ja akuutinfaasin proteiinit plasmassa lisääntyvät (Khafipour ym. 2009). Srisikandan ja Altmannin (2008) mukaan akuutin vaiheen proteiinien nousu ei todista lipopolysakkaridien siirtymistä verenkiertoon, koska näiden pitoisuudet voivat nousta myös muiden tulehdusärsykkeiden vuoksi. Spesifisen akuutin vaiheen proteiinin LBP:n eli lipopolysakkarideja sitovan proteiinin pitoisuus veressä antaa viitteitä lipopolysakkaridien siirtymisestä verenkiertoon. Myös Siqin ym. (2024) tutkimuksessa havaittiin tulehdusvälittäjäaineiden nousua.

SARA vuohilla plasman kortisolitasot olivat korkeammat ja etenkin lisämunuaiskuoren 17-alfa-hydroksylaasisytokromin ja 3-beetta-hydroksisteroididehydrogenaasin mRNA:n ilmentyminen lisääntyi merkittävästi (Jia ym. 2014). Jia ym. (2014) tutkimuksen perusteella pystyttiin päättämään, että subkliininen pötsiasidoosi aiheutti lievän stressivasteen ja immuunivasteen vuohilla. Tutkimuksen vuohet eivät olleet maidontuotantovaiheessa. Stressi- ja immuunivaste näkyi etenkin HP-pitoisuuden ja kortisolin nousuna veressä. Mudron ym. (1994) mukaan kortisolia käytetään myös kivun indikaattorina elimistön stressireaktion arvioimisen lisäksi.

Kun mitataan samaan aikaan veren pH:ta, ruokintakäyttämistä ja pötsiparametreja, voidaan todeta, ettei veren pH:n avulla voida ennustaa pötsiasidoosia. Tämä johtuu

siitä, että jotkut yksilöt tuottavat syljen mukana runsaasti bikarbonaattia, joka puskuroi pötsin happamuutta. Samanaikaisesti elimistön bikarbonaattivarastot vähentyvät, joka saattaa johtaa metaboliseen asidoosiin eli elimistön veren pH:n laskuun, vaikka pötsin pH olisikin normaali (Giger- Reverdin 2018).

### **4.3.3 Maitonäyte**

Tutkimuksissa, joissa tutkittiin lypsäviä vuohia, mitattiin myös maidon pitoisuuksia ja tuotosta. Maitonäytteen avulla ei voida diagnosoida subkliinistä pötsiasidoosia, mutta se auttaa ymmärtämään pötsiasidoosin vaikutuksia tuotantoon ja eläinten hyvinvointiin (Ginger-Reverdin 2018, Desnoyers ym. 2009). Pötsin happamoitumisella on merkittävä vaikutus maidontuotantoon laskevasti ja tuotos on alimmillaan kolme päivää pötsiasidoosin alkamisen jälkeen (Desnoyers ym. 2009). Ruuansulatuskanavan häiriöissä tulehdusreaktion aktivoituminen voi vaikuttaa ravintoaineiden ja energian uudelleen jakautumiseen maksassa ja sitä kautta johtaa lypsävän vuohen maidon laadun heikkenemiseen (Haibo ym. 2013).

### **4.4 Hoito**

Matthews (2016) mukaan ensisijaisesti subkliiniseen pötsiasidoosiin sairastuneen vuohen ruokinta tulisi saada tasapainotettua. Ensiapuna tärkkelyn lähde eli väkirehut tulisi poistaa ruokinnasta ja antaa vuohelle vain pitkäkortista hyvälaatuista heinää. Subkliinistä pötsiasidoosia voidaan hoitaa kuten akuuttia pötsiasidoosia. Subkliinisessä pötsiasidoosissa oireilu on kuitenkin yleensä lievempää, joten pötsin happamuutta voidaan korjata suun kautta natriumbikarbonaatilla tai magnesiumoksidilla. Lisäksi voidaan hoitaa SARA:sta johtuvia sekundäärisiä sairauksia oireen mukaisesti (Matthews 2016). Subkliinisessä pötsiasidoosissa ennaltaehkäisyllä on tärkeä rooli tulevien happamuusjaksojen hallinnassa, joten hoidon yhteydessä tulee miettiä sairauden ennaltaehkäisyä tulevaisuudessa yksilö ja ryhmätasolla (Matthews 2016).

### **4.5 Ennaltaehkäisy**

Ennaltaehkäisyssä on tärkeää huolehtia ruokinnan runsaasta kuitupitoisuudesta, koska se lisää syljeneritystä ja pureskelua. Etenkin pitkäkortinen heinä on tärkeä osa

ruokintaa. Myös hyvälaatuinen olki kuivikkeena lisää kuidun saantia. Suuria väkirehumääriä tulisi välttää, mutta jos väkirehuja annetaan niin viljan tulisi olla kokonaisina jyvinä, jotta tärkkelys vapautuisi ruuansulatuskanavassa hitaammin (Matthews 2016). Mertenssin (1997) mukaan NDF-kuitu (neutral detergent fiber) kuvaa rehussa huonosti sulavan kuidun määrää ja voi märehittäjien ruokinnassa edistää pötsin nestefaasin ja kiinteänfaasin kerrostumista, sekä vaikuttaa märehittäjien pureskeluun. Aikaisemmissa tutkimuksissa on osoitettu, että NDF-kuidun lisääminen ruokintaan on tehokas ennaltaehkäisykeino SARA:n synnyssä. NDF-kuidun lisääminen nosti keskimääräisesti pötsin pH:ta (Li ym. 2020, Yang ja Beauchemin 2009). Subkliinisen pötsiasidoosin syntyyn vaikuttavat niin monet yksilölliset tekijät, että sen ennaltaehkäisy karjassa voi olla haastavaa (Giger-Reverdi 2018).

#### **4.6 Ennuste**

Vuohen ennuste parantua subkliinisestä pötsiasidoosista on hyvä, jos pötsi happamuustila huomataan tarpeeksi ajoissa (Matthews 2016). Hu ym. (2022) tutkimus osoitti, että SARA voi johtaa jopa pysyviin vaurioihin pötsin epiteelin rakenteessa ja toiminnassa. Pötsin epiteeli palautuu SARA:n jälkeen hitaammin kuin sen toiminta. Kuten on jo aikaisemmin mainittu, maidontuotanto ja kuiva-aineensaanti palautui normaalille tasolle vasta 20 päivän jälkeen (Desnoyere ym. 2009).

## 5 Vuohen akuutin ja subkliinisen pötsiasidoosin hoidon vertaaminen lampaisiin ja nautoihin

Tufani ym. (2013) tutkimuksessa hoidettiin vuohien lisäksi myös akuuttiin pötsiasidoosiin sairastuneita lampaita. Samaa hoitoprotokollaa käytettiin eläinlajista riippumatta. Tutkimuksen mukaa vuohia ja lampaita hoidetaan samalla tavalla. Hoito riippuu oireiden vakavuudesta, joten kliininen tila tulee arvioida ennen hoitopäätöstä. Myös lampaan subkliinistä pötsiasidoosia hoidetaan ja ennaltaehkäistään samalla tavalla kuin vuohella. Subkliinisen ja akuutin pötsiasidoosin oireetkin ovat samankaltaiset lampaalla ja vuohella.

Nautojen kohdalla happaman pötsin hoitoprotokolla on samankaltainen kuin pienmärehtijöillä. Akuutin pötsiasidoosin oireita naudalla on syömättömyys, pötsin motoriikan heikkeneminen ja nestehukka. Lisäksi eläin on monesti alilämpöinen, vaisu ja shokkinen. Myös syke on monesti koholla (Pyörälä ja Tiihonen 2005). Kohtalaisessa pötsiasidoosissa naudalle annetaan suun kautta kuivahiivaa 40-50 pussia tai tuorehiivaa 0,5-1 kg yhtä nautaa kohden. Lisäksi annetaan suun kautta 200-400 g magnesiumoksidia. Myös natriumbikarbonaattia voidaan annostella magnesiumoksidin sijasta (Tammisto 2023). Back (2010) kirjallisuuskatsauksen mukaan pötsin pH:ta alentavia aineita kannattaa yhdistää tehokkuuden ja turvallisuuden takaamiseksi. Back (2010) suosittelee antamaan lehmälle happaman pötsin hoitoon 140g natriumbikarbonaattia ja 120g magnesiumoksidia. Voidaan antaa myös pelkkää natriumbikarbonaattia annoksella 210g päivässä. Tammiston (2023) kirjallisuuskatsauksessa suositellaan antamaan magnesiumoksidia, koska se on tehokkaampaa ja puhaltumisen riski on pienempi kuin natriumbikarbonaattia annettaessa. Lisäksi letkutetaan nestettä pötsiin ja siirretään nauta heinäruokinnalle. Voidaan myös antaa pötsipiristeenä Super Vetrumin valmistetta. Vakavassa pötsiasidoosissa annetaan natriumbikarbonaattia suonensisäisesti sekoittamalla 250g natriumbikarbonaattia 5 litraan vettä. Annetaan myös kalsiuminfuusio laskimoon. Mikäli pötsi ei ole täyttynyt niin voidaan antaa suun kautta samalainen hoito kuin kohtalaisesti oireileville. Kipulääkettä annetaan endotoksemian hoitoon (Tammisto 2023). Pyörälä ja Tiihonen (2023) mainitsevat, että lisäksi tulisi antaa B-vitamiini valmistetta. Äärimmäisessä tapauksessa eläimelle tulisi tehdä rumenotomia. Naudan

pötsiasidoosin hoito vastaa vuohen pötsiasidoosin hoitoa, mutta annettavat lääkeannokset ovat erisuuruisia.

Lehmillä subkliinisen pötsiasidoosin oireita ovat syömättömyys, maidon tuotannon lasku, maidon rasvapitoisuuden lasku, lisääntynyt juoksutusmahan siirtymän riski, vähentynyt hedelmällisyys ja vähentynyt pötsin aktiivisuus (Chamberlain 2006). Kuten vuohillakin, niin myös naudoilla subkliinisen pötsiasidoosin ennaltaehkäisyssä on tärkeää kiinnittää huomiota ruokinnan suunnitteluun. Ruokinnassa tulee ottaa huomioon riittävä kuidunsaanti (Oetzel 2007). Pötsin pH säilyy paremmin fysiologisessa pH:ssa, jos naudoilla on vapaa pääsy syömään. Tämän takia tulisi varmistaa, että naudoilla olisi riittävästi tilaa ruokintapöydällä, jotta kilpailua rehusta tulisi (Rioja-Lang ym. 2012).

## 6 Pohdinta

Mielestäni akuutilla ja subkliinisellä pötsiasidoosilla on merkittäviä vaikutuksia eläinten terveyteen ja hyvinvointiin. Hoitokustannukset ja sairastumisesta johtuva tuotannonlasku vaikuttavat tuottajan talouteen negatiivisesti. Desnoyersen ym. (2009) mukaan subkliinisen pötsiasidoosin aiheuttamat syömättömyysjaksot voivat vaikuttaa tuotantoon ja eläinten terveyteen negatiivisesti vähintään kolmen viikon ajan. Kolme viikkoa on pitkä aika, kun mietitään esimerkiksi vuohien maidontuotantoa ja sen laskun merkityksiä tilallisen talouteen. Matthews (2016) mukaan subkliinistä pötsiasidoosia esiintyy paljon tuotantovuohilla, mutta vähemmän kuin nautojen keskuudessa. Tämä saattaa johtua siitä, että vuohet ovat parempia valikoimaan ruokansa kuin naudat. Mielestäni subkliininen pötsiasidoosi on merkittävä hyvinvointiongelma.

Kun pohditaan ennaltaehkäisykeinoja akuutin ja subkliinisen pötsiasidoosin yleisyyden vähentämiseksi, tulee miettiä happaman pötsin synnyn taustasyitä. Siqin ym. (2024) mukaan viime vuosien aikana tuotantoa on pyritty tehostamaan lisäämällä väkirehujen määrää ruokinnassa. Tästä syystä aineenvaihduntasairaudet yleistyvät märehitijöiden keskuudessa. Etenkin Kiinassa tai muissa vastaavissa teollisuusmaissa missä korkealaatuisen karkearehun saanti on haastavaa, esiintyy märehitijöillä lisääntyvissä määrin pötsiasidoosia. Tämä johtuu siitä, että tuottajat pyrkivät maksimoimaan tuoton ja täyttävät runsaasti tärkkelystä sisältävillä väkirehuviljoilla eläinten ravitsemukselliset tarpeet laadukkaan karkearehun saatavuusongelmien vuoksi (Siqin ym. 2024). Tässä ajatusmallissa on ristiriita. Tuoton maksimointi ei onnistu, jos eläimet sairastuvat liiallisesta väkirehun määrästä. Sairastuvuus vähentää tuotosta. Eläinten hyvinvointiin vaikuttaa väkirehumäärän noston lisäksi myös kuitupitoisen rehun vähentäminen ruokinnasta.

Korkeatuotoksisilla eläimillä väkirehun saanti on tärkeää, joten väkirehua ei voi jättää antamatta. Väkirehun lisäksi tulisi olla saatavilla hyvälaatuista heinää, jotta kuidun saanti pysyisi riittävällä tasolla. Liian alhainen väkirehujen saanti aiheuttaa tuotoksen laskun, kun eläimen energiansaanti ravinnosta pienenee ja kulutus kasvaa tai pysyy samana. Etenkin lypsävillä vuohilla maidontuotantoon vaaditaan paljon energiaa. Laumassa eri yksilöillä voi olla erilaisia ravitsemuksellisia tarpeita tuotosvaiheen

mukaan. Lehmien kohdalla väkirehun yksilöllinen annostelu on toteutettu ruokinta-automaattien avulla. Myös vuohien kohdalla yksilöllisestä väkirehuannostelusta voisi olla hyötyä, koska osa vuohista ovat herkempiä väkirehun muutoksille ja määrille sairastavuuden, sekä tuotoksen kannalta kuin verrattuna muihin yksilöihin. Vuohitiloilla vastaavanlainen yksilöity rehuautomaatin tunnistusjärjestelmä toisi kuitenkin mittavia investointeja tilalle. Pohdittavaksi jää onko ongelma niin suuri taloudellisesti ja eläinten terveyden kannalta, jotta vastaava järjestelmä voitaisiin ottaa käyttöön myös vuohien keskuudessa.

Tilaongelmaselvityksissä eläinlääkärin tulee selvittää tilan ruokintakäytännöt. Lisäksi tulee tarkastaa rehuanalyysit ja ruokintasuunnitelmat, sekä ruokintasuunnitelmien toteutuminen. Samoin tulee selvittää miten eri tuotantovaiheissa olevien vuohien ruokinta toteutetaan ja kuinka hyvin vuohtia totutetaan muuttuvaan ruokavalioon. Nopeita ruokintamuutoksia, liiallista väkirehumäärää suhteessa kuidun saantiin tulee välttää ja pyrkiä mahdollisimman yksilölliseen ruokintaan. Tämä voidaan toteuttaa järjestelemällä vuohtet eri ruokintaryhmiin.

Subkliinisen pötsiasidoosin ennaltaehkäisyssä tärkeintä on tasapainoinen ja suunnitelmallinen ruokinta. Akuutteja pötsinhappamuus tapauksia voidaan ennaltaehkäistä huolehtimalla siitä, että väkirehujen annostelijat toimivat, rehuvarastot sijaitsevat erillisessä rakennuksessa tai varastot ovat lukollisia. Lemmikkivuohien keskuudessa omistajien informointi ja koulutus oikeanlaisesta ruokavaliosta, sekä hoidosta ja oireiden tunnistamisesta on tärkeää. Lemmikkivuohien omistajia tulisi kehottaa pitämään kaapissa ensiavun varalta jotain pötsipiristettä ja suun kautta annettavaa pötsin happamuutta neutraloivaa valmisteita.

Työn tavoitteena oli koota käytännön työssä hyödynnettävä kirjallisuuskatsaus kyseisistä ruokinnallisista sairauksista ja niiden hoidosta vuohella. Aiheesta löytyi kattavasti tietoa ja eri tutkimuksissa käytetyt hoitomenetelmät olivat hyvin vertailtavissa. Katsauksen perusteella tehdyn hoitokäytäntöjen yhteenvedon avulla praktikkoeläinlääkärin on helppo valita vuohtelle oireilun vakavuusasteen mukainen hoito.

## Lähteet

Abdela N. Sub-acute Ruminant Acidosis (SARA) and its Consequence in Dairy Cattle: A Review of Past and Recent Research at Global Prospective. *Achiev. Life Sci.* 10, 187–196. 2016.

Aslan v., Thamsborg S. M, Iørgensen R. J. and Bassel A. Induced Acute Ruminant Acidosis in Goats Treated with Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and Bicarbonate. *Acta vet. scand.*, 36, 65-77. 1995.

Back Anu. Katsausartikkeli: Pötsin toimintaa tasapainottavat vapaankaupan valmisteet; sisällön ja tehokkuuden arviointia pötsihäiriöiden hoidossa ja ennaltaehkäisyssä. Helsingin yliopisto 2010.

Basak D.N., Das A.K. and Chekrabarti A. Studies on endocrinal changes in experimentally induced acid indigestion in goats. *Indian Vet. J.* 71, 587-589. 1994.

Bell, F.R. and Lawn, A.M. The pattern of rumination behaviour in housed goats. *Br. J. Anim. Behav.* 5: 85–89. 1957.

Blair-West, J. R., Coghlan, J. P., Denton, D. A. and Wright, R. D. Effect of endocrines on salivary glands. In: handbook of Physiology, section 6, Alimentary Canal, Vol. II, Secretion, pp. 633-664, Code, C. F. ed., American Physiological Society, Washington 1967.

Brown L.E. and Johnson W.L. Comparative intake and digestibility of forages and byproducts by goats and sheep. A review. *Int. Goat Sheep Res.* 2: 212–226. 1984.

Cao, G.R., English, P.B., Filippich, L.J., and Inglis, S. Experimentally induced lactic acidosis in the goat. *Aust. Vet. J.* 64: 367–370. 1987.

Castle, E.J. The rate of passage of foodstuffs through the alimentary tract of the goat. 2. Studies on growing kids. *Br. J. Nutr.* 10: 115–125. 1956 a

Castle, E.J. The rate of passage of foodstuffs through the alimentary tract of the goat.  
3. The intestines. Br. J. Nutr. 10: 338–346. 1956 b

Castle, E.J. The rate of passage of foodstuffs through the alimentary tract of the goat.  
1. Studies on adult animals fed on hay and concentrates. Br. J. Nutr. 10: 15–23. 1956  
c

Chamberlain A. T. Acidosis in goats – is it a problem and how will we know? Animed  
Vet Group, Shedfield, Southampton May 2006.

Davey, A.W.F. Variations in ruminal pH, volatile fatty acid concentration and  
proportions of the individual acids. Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod. 25, 106–118. 1965

Dehority Burk A. Gastrointestinal Tracts of Herbivores, Particularly the Ruminant :  
Anatomy, Physiology and Microbial Digestion of Plants. Received October 11, 2001;  
accepted April 8, 2002.

Dentin R, Girard J, Postic C. Carbohydrate responsive element binding protein  
(ChREBP) and sterol regulatory element binding protein-1c (SREBP-1c): two key  
regulators of glucose metabolism and lipid synthesis in liver. Biochimie 87: 81–86.  
2005.

Desnoyers M., \*† Giger-Reverdin s.,\*1 Duvaux-Ponter C. ,\*† and Sauvant D. \*†  
\*INRA, UMR791 Physiologie de la Nutrition et Alimentation, 16 rue Claude Bernard,  
75005 Paris, France. Modeling of off-feed periods caused by subacute acidosis in  
intensive lactating ruminants: Application to goats. American Dairy Science  
Association, 2009.

Detweiler DK ja Erickson HH. Regulation of the heart. Dukes Physiology of Domestic  
Animals 12th edition. Cornell University Press 2004.

Geoffroy, F. Étude comparée du comportement alimentaire et merycique de deux  
petits ruminants: la chèvre et le mouton. Ann. Zootech. 23: 63–73. 1974.

Giger-Reverdin Sylvie. Recent advances in the understanding of subacute ruminal acidosis (SARA) in goats, with focus on the link to feeding behaviour. Small Ruminant research 2018.

Gonzalez, L.A., Manteca, X., Calsamiglia, S., Schwartzkopf-Genswein, K.S., Ferret, A., Ruminal acidosis in feedlot cattle: interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). Anim. Feed Sci. Technol. 172, 66–79. 2012.

Gueltekin, M. Observations on Anatomic Differences in Gut Compartments Between Angora Goats and Sheep and Comparative Studies on the Structure of Abomasal Glands in Different Animals, Vet. Publ. No. 68. Ankara: Ankara University, Yeni Desen Press 1953.

Haibo Dong, Shaoqing Wang, Yuanyuan Jia, Yingdong Ni, \* Yuanshu Zhang, Su Zhuang, Xiangzhen Shen and Ruqian Zhao. Long-Term Effects of Subacute Ruminal Acidosis (SARA) on Milk Quality and Hepatic Gene Expression in Lactating Goats Fed a High-Concentrate Diet. PLoS One. 2013

Harfoot C. G. Anatomy, Physiology and Microbiology of the ruminant digestive tract. New Zealand 1981.

Hevostietokeskus. Rehuanalyysi ja sen koostumus.

<https://hevostietokeskus.fi/i/ruokinta/rehuanalyysi/koostumus>. Luettu 14.02.2023.

Hu Hong-lian, Yang Shu-qing, Cheng Meng, Song Li-wen, Xu Ming, Gao Min, Yu Zhong-tang. Long-term effect of subacute ruminal acidosis on the morphology and function of rumen epithelial barrier in lactating goats. Journal of Integrative Agriculture. Volume 21, Issue 11, Pages 3302-3313. 2022-

Huber T.L. Physiological effects of acidosis on feedlot cattle. J. Anim. Sci. 43, 902-909. 1976.

Huston J. E., Rector B. S, Ellis W. C., Allen M. L. Dynamics of Digestion in Cattle, Sheep, Goats and Deer Get access. *Journal of Animal Science*, Volume 62, Issue 1, Pages 208–215. January 1986.

Jackson Peter G.G ja Cockcroft Peter D. *Clinical Examination of Farm Animals*. Blackwell Science Ltd 2002.

Jain Sachin, Gautam Vidhi, and Naseem Sania. Acute-phase proteins: As diagnostic tool. *J Pharm Bioallied Sci*. 2011 Jan-Mar; 3(1): 118–127.

Jia Y. Y., Wang S. Q., Ni† Y. D., Zhang Y. S, Zhuang S. and X. Z. High concentrate-induced subacute ruminal acidosis (SARA) increases plasma acute phase proteins (APPs) and cortisol in goats. *Shen Key Laboratory of Animal Physiology*. 2014.

Johnson R.W. Inhibition of growth by pro-inflammatory cytokines: an integrated view. *J Anim Sci* 75: 1244–1255. 1997.

Kaneko, J.J. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 3e. New York: Academic Press. 1980.

Keller J., Cohen E., Neurath H. *The Proteins of Bovine Pancreatic Juice*. Volume 233, Issue 2. 1958.

Khafipour E., Krause D.O, Plaizier J. C. A grain-based subacute ruminal acidosis challenge causes translocation of lipopolysaccharide and triggers inflammation. *Journal of Dairy Science*, Volume 92, Issue 3, March 2009, Pages 1060-1070

Kleen J.L., Hooijer G.A., Rehage, J. Noordhuizen J.P. Subacute ruminal acidosis (SARA): A review. *J. Vet. Med. A Physiol. Pathol. Clin. Med.* 50, 406–414. PubMed 2003.

Le Ruyet, P. ja Tucker, W. B. Ruminant buffers: temporal effects on buffering capacity and pH of ruminal fluid from cows fed a high concentrate diet. *Journal of dairy science* 75 (4): 1069- 1077. 1992.

Li C., Beauchemin K.A., Yang, W. Feeding diets varying in forage proportion and particle length to lactating dairy cows. Effects on ruminal pH and fermentation, microbial protein synthesis, digestibility, and milk production. *J. Dairy Sci*, 103, 4340–4354. 2020.

Luginbuhl Mr. Jean-Marie. Comparative anatomy of the digestive tract in cattle, sheep, and goats. Department of Animal Science NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY Box 7621, Raleigh, NC 27695-7621, 1983.

Marshall, F. H. A. and E. T. Halnan. *Physiology of Farm Animals*. Cambridge University Press, London 1932.

Matthews John. *Diseases of the goat*. Fourth edition. John Wiley & Sons, Incorporated. s. 232-235. 2016

McSweeney, C.S. A comparative study of the anatomy of the omasum in domesticated ruminants. *Aust. Vet. J.* 65: 205–207. 1988.

Mertens, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80, 1463–1481, 1997.

Meyer NF, Bryant TC. Diagnosis and Management of Rumen Acidosis and Bloat in Feedlots. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 33:(3):481-498. 2017.

Mudron P, Scholz H, Sallmann H, Rehage J, Kovac G, Bartko F and Höltershinken M. Effect of vitamin e injection on cortisol and white blood cell response to surgical stress in dairy cows. *International Journal for Vitamin and Nutrition. Journal International de Vitaminologie et de Nutrition* 64, 176–180. 1994

Murray E ja Hines II. Enterotoxemia in sheep and goats. University of Georgia. July 31, 2013.

Neubauer, V., Humer, E., Kröger, I., Braid, T., Wagner, M., Zebeli, Q., Differences between pH of indwelling sensors and the pH of fluid and solid phase in the rumen of dairy cows fed varying concentrate levels. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2017.

Nickel R., A. Schummer and E. Seiferle. *The Viscera of Domestic Animals* (2nd rev. Ed.) s. 64-65, s. 88, s. 147-179. Berlin 1979.

Noble R. C. *Digestion, absorption and transport of lipids in ruminant animals.* Scotland 1978.

Oetzel G. Subacute Ruminant Acidosis in Dairy herds: Physiology, Pathophysiology, Milk Fat Responses, and Nutritional Management. American association of bovine practitioners 40th annual conference, Vancouver, Kanada 2007.

Provenza, F.D. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *J. Range Manage.* 1995.

Pugh David G., Aubrey n. ja Baird N. *Sheep and Goat Medicine* 2nd Edition - July 20, 2011.

Radostits O.M., Gay C.C., Blood D.C. and Hinchcliff K.W. *Veterinary Medicine, A Textbook of Disease of Cattle, Sheep, Pig and Horses.* 9th Ed., W.B. Saunders, Harcourt Publisher Ltd. London 2000.

Ridges, A.P. and Singleton, A.G. Some quantitative aspects of digestion in goats. *J. Physiol.* 161: 1–9. 1962

Rioja-Lang F, Roberts D, Healy A, Lawrence A, Haskell M. Dairy cow feeding space requirements assessed in a Y-maze choice test. *J Dairy Sci* 2012, 95: 3954–3960.

Pyörälä Satu ja Tiina Tiihonen. Nautojen sairaudet, ruuansulatuskanavan sairaudet. 4 (23). 2005.

Seth, D.N., Rai, G.S., Yadav, P.C., and Pandey, M.D. A note on the rate of secretion of parotid saliva in sheep and goat. Indian J. Anim. Sci. 46: 660–663. 1976

Siqin Fan, Mengli Zheng, Ao Ren, Hongxiang Mao, Donglei Long and Lingyuan Yang. Effects of High-Concentrate-Induced SARA on Antioxidant Capacity, Immune Levels and Rumen Microbiota and Function in Goats. Animals 2024,

Shihabudheen, P.K., Pillai, U.N., and Kumar, S.A. Serum biochemical, physico-chemical, and microbial changes in rumen liquor of experimental acidosis in goats. Indian Vet. J. 83 (3): 267–270. 2006.

Smith Mary C. ja Shermann David M. Goat medicine. Third edition. John Wiley & Sons, Inc. France 2023.

Sriskandan S., Altmann D.M. The immunology of sepsis. s. 211-233. J. Pathol 2008

Tambe Satish Valmik K. Padmaja P. Nagaraj A. Gopala Reddy. Studies on Rumen Fluid Analysis in Ruminal Acidotic Goats 2017.

Tammisto Jessica. Akuutti ylensyönti. Suomen eläinlääkäriliiton lehti, 129, 1 s. 23. 2023

Tello H. Luis. Septic Shock: What, When and How. World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings, 2007

Tufani N.A., Makhdoomi D.M. ja Hafiz A. Rumen Acidosis in Small Ruminants and Its Therapeutic Management. Department of Veterinay Medicine, Veterinary Science and Animal Husbandry, G.B. Pant University of Agricultural and Technology, Uttarakhand, India 2013.

Uhart, B. A., and F. D. Carroll. Acidosis in beef steers. J. Anim. Sci. 26:1195–1198. 1967.

Utriainen Mari ELL. Ripulivasikan lääkitseminen / ohje eläinlääkäreille. ETU Nautatautiryhmä 14.1.2010

Verma, D.N., Pant, H.C., Rai, G.S., and Rawat, J.S. Concentration of VFA and lactic acid in the rumen of goat. Indian Vet. J. 52: 442–444.1975

Yang W.Z., Beauchemin K.A. Increasing physically effective fiber content of dairy cow diets through forage proportion versus forage chop length: Chewing and ruminal pH. J. Dairy Sci. 92, 1603–1615. Pubmed 2009.